

FORMATION DES INGENIEURS ET SHS : LES APPORTS DE DEUX THESES PIONNIERES EN SCIENCES DE L'EDUCATION

*Catherine ROBY,
doctorante sous contrat de l'Ecole doctorale Sciences humaines (ED 507),
Université Européenne de Bretagne, Rennes 2,
Centre de Recherche sur l'Education, les Apprentissages et la Didactique (CREAD-EA 3875)*

*Brigitte ALBERO,
professeur des Universités, UFR Sciences humaines, Département des Sciences de l'éducation,
Université Européenne de Bretagne, Rennes 2,
Centre de Recherche sur l'Education, les Apprentissages et la Didactique (CREAD-EA 3875)*

RESUME

Malgré les enjeux contemporains liés à la complexification des situations de travail dans le champ des sciences et des technologies, la place des Sciences Humaines et Sociales (SHS) dans les formations d'ingénieurs reste peu questionnée depuis la décennie 2000 au cours de laquelle deux thèses seulement ont été produites en sciences de l'éducation sur ce domaine. Dans une période où les débats sur la formation des ingénieurs retrouvent une actualité, il apparaît pertinent de rappeler les apports de ces travaux pionniers car leurs résultats pourraient constituer des fondements utiles à la reprise de la réflexion dans cette discipline. En effet, la difficulté persistante à penser l'articulation entre formation scientifique et technique et formation aux disciplines des SHS présente un double intérêt épistémologique et social.

MOTS-CLES

Formation / ingénieurs / Sciences Humaines et Sociales (SHS) / enseignement supérieur / professionnalisation

■ Les relations entre Ecoles d'ingénieurs et sciences humaines et sociales (SHS) sont historiquement complexes, à la fois parce que les Ecoles négligent les contributions des SHS à la formation des futurs experts¹ et parce que les SHS, de leur côté, négligent les enjeux de ces formations à l'expertise, en ne les considérant pas comme des objets d'étude² (Albero et Roby, article soumis). En sciences de l'éducation, deux thèses seulement ont été soutenues : celle d'Annie Dufour (1998), publiée en ligne³, et celle de Denis Lemaître (2001), publiée en 2003. Ces travaux n'ont, jusqu'à présent, jamais été rapprochés malgré leur objet d'étude commun et leur même ancrage dans la pratique professionnelle de ces enseignants-chercheurs. Cet article présente donc ces deux thèses pour en analyser le contexte de production, les particularités des approches, leurs apports respectifs, puis leurs points de convergence, en vue de dégager des pistes de recherches pour la discipline et des outils conceptuels de régulation pour l'action dans ce secteur d'activité.

LE CONTEXTE DE PRODUCTION DES THESES : DEBATS SOCIAUX ET PROBLEMATIQUES DE RECHERCHE SITUEES DANS L'ESPACE D'EXERCICE PROFESSIONNEL

Après les vifs débats sur le nucléaire qui ont marqué l'après-guerre durant toute la période des trente glorieuses, les décennies 1980 et 1990 voient se succéder un certain nombre de catastrophes technologiques de grande ampleur qui remettent définitivement en cause le mythe du progrès social par le développement technologique : Torrey Canyon (1967), Seveso (1976), Amoco Cadiz (1978), Bophal (1984), Tchernobyl (1986), Exxon Valdez (1989), sang contaminé (1980-1990), crise de

¹ Les cursus des formations d'ingénieurs intègrent les humanités garantes, selon une acception traditionnelle, d'une culture générale considérée indispensable aux fonctions d'encadrement. Depuis le premier tiers du XIX^e siècle, l'histoire de la profession est reliée à celle de l'industrie. Elle le sera de plus en plus au cours de ce siècle, à la fin duquel la question de la "paix sociale" deviendra un objet d'intérêt pour plusieurs décennies. Au début du XX^e siècle, sous les termes de "formation humaine", la frange patronale du catholicisme social propose un socle de valeurs à ce domaine de formation. C'est seulement en 2010 que la commission des titres d'ingénieurs (CTI) a explicitement engagé les Ecoles à développer des enseignements de SHS.

² Les formations d'ingénieurs restent peu étudiées par les SHS en dehors de recherches en histoire ou en socio-histoire qui ont conduit depuis le début des années 1980 à la publication de plusieurs ouvrages sur les origines et le développement de quelques Ecoles. Dans les deux décennies suivantes, les sciences de l'éducation et la sociologie ont produit plusieurs études sur les caractéristiques de ces formations. Malgré ces avancées, il n'existe que très peu de travaux de recherche sur la place et la fonction des SHS dans les Ecoles d'ingénieurs en France.

³ <http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/1998/adufour/info>

la vache folle (1990), etc. En France, des intellectuels tels que Ellul (1977, 1980 1988) ou Roqueplo (1974, 1983) alertent l'opinion et les milieux scientifiques de manière réitérée : le premier sur la problématique de l'autonomisation des dynamiques techniciennes qui finissent par constituer leurs propres fins, indépendamment des logiques et des besoins humains ; le second sur les caractéristiques de l'expertise scientifique et professionnelle et les enjeux démocratiques de leur participation à l'essor technologique.

Dès la fin des années 1980, les travaux du Centre de sociologie de l'innovation (CSI, Mines, Paris) interrogent les conditions de production des connaissances scientifiques et techniques, et mettent en évidence leur ancrage social, économique et politique. Dans un ample courant de renouvellement de la sociologie des sciences depuis le début des années 1970, la sociologie, l'histoire et la philosophie des sciences vont produire de très nombreux travaux remettant en question la neutralité des sciences et des techniques. Dans cette mouvance, deux colloques synthétisent, pour le monde professionnel des ingénieurs, les débats du moment : en octobre 1980, le thème *Ingénieurs et société* est proposé par l'éco-musée de la Communauté Le Creusot-Montceau-les-Mines ; en 1994, la réflexion sur *Sciences humaines et métiers de l'ingénieur* (Dufour, 1998, p. 195), est animée par l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, l'Ecole des Mines de Nancy et l'Ecole Nationale des Arts Industriels de Strasbourg. A partir de 1996, plusieurs publications relaient ces manifestations : le Conseil National des Scientifiques et Ingénieurs de France publie un code de déontologie de l'ingénieur ; la revue *POUR*⁴ publie un numéro consacré à *La culture de l'ingénieur* ; la Conférence des Grandes Ecoles organise à Lyon le Colloque-Congrès *Humanités et Grandes Ecoles* et la revue *Recherche et Formation*⁵, consacre également, en 1998, un numéro spécial aux SHS dans la formation des ingénieurs.

Dans une relation étroite entre interrogations professionnelles et questions de recherche, les travaux d'Annie Dufour et de Denis Lemaître s'inscrivent donc dans une période d'intenses débats sur la place de la technique dans la société et, par conséquent, sur la formation des ingénieurs à une capacité de réflexion critique sur cette question. En tant qu'enseignants en écoles d'ingénieurs, ils sont ainsi, l'un et l'autre, conduits à produire une enquête permettant de documenter leurs préoccupations professionnelles.

⁴ La revue *POUR* est éditée depuis 1967 par le Groupe de Recherche pour l'Education et la prospective, elle propose, sous la forme de numéros spéciaux, un large panorama des connaissances sur des questions de société liées à l'évolution économique, sociale et culturelle.

⁵ La revue *Recherche et Formation* est inscrite dans le champ des sciences de l'éducation. Elle est éditée par l'Institut français de l'éducation (ex INRP, Institut national de la recherche pédagogique), Ecole Normale supérieure de Lyon.

Diplômée de l'Ecole d'ingénieurs en agriculture, alimentation, environnement et développement rural (ISARA⁶) de Lyon, Annie Dufour a suivi des études en sociologie avant de revenir à l'ISARA en 1982, pour y occuper un poste d'enseignante en sociologie rurale. Rapidement confrontée à des débats sur la place et les contenus à enseigner aux étudiants dans le domaine, elle engage un travail de recherche sur la place que la sociologie occupe dans les formations à l'ISARA, depuis sa création en 1968 jusqu'en 1994. En prenant cette Ecole privée d'ingénieurs comme étude de cas, sa thèse rend compte des tensions entre des facteurs économiques et philosophiques qui ont présidé à l'élaboration du curriculum de sociologie. En effet, cette école est représentative des relations qui ont uni l'agriculture à un catholicisme social progressiste dans une période de forte évolution du monde rural, marqué par l'arrivée de pratiques industrielles et de la distribution agro-alimentaire, secteur offrant aujourd'hui les principaux débouchés aux ingénieurs de l'ISARA.

Agrégé de lettres, Denis Lemaître a été recruté en 1995 à l'Ecole nationale supérieure de techniques avancées de Bretagne⁷ en qualité de responsable de la "formation humaine". Sous l'autorité du Ministère de la Défense, cette école prépare aux métiers d'ingénieur d'études, de chefs de projet, etc. pour l'industrie de la défense et tout autre type d'industries. L'urgence de l'entrée en fonction l'a placé devant une série de questions relevant en premier lieu des stratégies de formation à proposer (comment faire ?), puis des contenus et des méthodes à mettre en œuvre (quoi faire ?), pour finalement déboucher sur un besoin de compréhension du sens de l'action à conduire dans ce contexte (de quoi s'agit-il ?). Sa recherche vient donc répondre à cette dernière question en rendant compte d'un ensemble d'enseignements et de pratiques de formation à partir desquelles il construit trois couples de tension idéaltypiques et trois modèles de formation afférents.

Les apports respectifs de ces travaux sont présentés à la suite de manière synthétique. Leurs points de convergence sont ensuite mis en valeur sur des aspects qui documentent la connaissance du domaine.

⁶ L'acronyme qui a été conservé, correspond au nom initial de l'école, Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes.

⁷ Installée à Brest, l'ENSIETA est devenue aujourd'hui l'ENSTA Bretagne.

ENTRE VISEE TECHNIQUE ET MODELE EMANCIPATEUR : LE CAS DE L'ENSEIGNEMENT DE LA SOCIOLOGIE DANS LA FORMATION DES INGENIEURS ISARA

En prenant appui sur les interviews des principaux acteurs de la formation (responsables, enseignants, étudiants, professionnels), Annie Dufour étudie les finalités, contenus et méthodes des enseignements de la sociologie dans une école d'ingénieurs dans le secteur de l'agriculture. Elle analyse les modalités pédagogiques déclarées et les rapports écrits des exercices de mise en situation pratique. Son hypothèse consiste à penser que, selon les périodes, les variations des finalités de tels enseignements sont liées à une tension entre dimensions axiologiques et dimensions économiques.

ARTICULATION DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES ET DU PROJET SOCIAL DANS LE CURRICULUM

Dès la création de l'ISARA, les enseignements de sociologie occupent une place singulière dans les programmes de formation, sur le modèle de l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers (ESA). Dans le mouvement de la Jeunesse Agricole Catholique, ces Ecoles visent une formation scientifique et humaniste orientée vers le développement du monde agricole. Il s'agit de former des professionnels susceptibles d'accompagner ce développement de manière documentée et réflexive, grâce à une compréhension large des problèmes et des contextes de leur action, prenant en compte et engageant dans ce mouvement les acteurs du monde agricole.

En contribuant à la construction d'une identité collective, les sociologues de l'Ecole proposent une connaissance basée sur une démarche de recherche en SHS permettant une prise de recul par rapport aux sciences expérimentales. La centration de la formation sur l'organisation de l'exploitation agricole donne cohérence et unité aux enseignements qui articulent, de manière non hiérarchisée, des savoirs issus des sciences fondamentales, dont l'agronomie et la zootechnie, mais aussi des SHS (sciences économiques et juridiques, sociologie, psychologie, psychosociologie). Ces dernières disciplines, appuyées sur des mises en situation de recherche-action permettent aux étudiants de comprendre les logiques d'acteurs dans les contextes du milieu agricole et rural. Orienté par le projet d'un développement autogéré qui laisse place à l'initiative individuelle, les enseignements de SHS, dont ceux de la sociologie, problématisent et dialectisent réflexion documentée et action régulée. Une articulation entre des finalités techniques et des finalités humanistes marque ainsi la culture technique de l'école où les sciences de la nature et les SHS sont reliées par le projet épistémologique et social du développement agricole.

REMISE EN CAUSE DU CURRICULUM DANS UN CONTEXTE SOCIO-POLITIQUE DE CRISE

Amorcée au début des années 1970, la crise du monde agricole s'avère structurelle au milieu des années 1980, transformant en profondeur, notamment avec l'émergence du secteur agro-alimentaire, les métiers de l'agriculture. L'ouverture de l'École à la production industrielle engendre d'importantes modifications du curriculum et l'exploitation agricole, en tant qu'objet fédérateur de la formation, perd alors la place centrale qu'elle y occupait. Le projet social de développement du secteur agricole est abandonné au profit d'une approche économique qui prend le pas sur les analyses sociologiques. Le curriculum se trouve alors scindé en deux domaines : d'une part, les sciences et techniques de la production agricole et d'autre part, l'entreprise et l'agro-alimentaire. Le premier continue de prendre appui sur l'étude socio-économique de terrain⁸ pour documenter une réflexion critique par la confrontation des différents points de vue. L'objectif est de former des professionnels susceptibles d'observer, d'analyser et de comprendre les évolutions du milieu rural pour en accompagner le développement. En prenant appui principalement sur les sciences expérimentales, le second tend à adapter la formation aux évolutions des débouchés professionnels vers les industries agro-alimentaires qui imposent la concurrence du *marketing*.

RECU DE LA PLACE ACCORDEE AUX SHS ET RENVERSEMENT DES PRIORITES DE LA FORMATION

En 1990, les évaluations de la CTT⁹ conduisent l'École à substituer la sociologie des organisations à la sociologie rurale et à supprimer les mises en situation sur le terrain des exploitations. La formation aux méthodes d'enquête s'opérationnalise au détriment de l'analyse des actions conduites en fonction d'un projet social. Plutôt que d'être déduites de la régulation réflexive à partir de l'enquête, les actions s'inscrivent davantage dans des planifications dont les finalités sont prédéfinies. La visée principale est moins le développement conduit conjointement avec les acteurs locaux que l'efficacité techno-économique relative à une planification élaborée sans eux. La formation débouche moins sur le développement des compétences à l'analyse systémique prenant, en compte toutes les dimensions du milieu naturel et social, que sur la spécialisation technoscientifique adaptée à l'application de solutions industrielles.

⁸ L'étude socio-économique est un travail d'enquête que réalisent les étudiants en équipe à la demande d'organismes professionnels. Elle s'inspire d'une démarche de recherche-action et a pour but d'apprendre à observer les groupes sociaux auprès desquels les étudiants seront amenés à travailler.

⁹ Commission des titres d'ingénieurs, instance d'habilitation des formations d'ingénieurs.

Annie Dufour montre que l'analyse des travaux des étudiants atteste d'un renversement des priorités de la formation. Dans les rapports des études socio-économiques de terrain réalisées jusqu'à la fin des années 1980, le contexte est toujours pris en considération pour comprendre les pratiques d'acteurs. Au fil des décennies, s'opère une sélection des données considérées *a priori* indispensables à la compréhension du problème étudié. Appuyée sur une démarche à orientation scientifique, la méthode d'investigation n'a pas varié : l'exploration du terrain d'enquête conduit à l'élaboration d'hypothèses qui sont ensuite documentées pour être étayées ou discutées. Avec le temps, cette démarche est moins orientée par un cadre théorique de référence et les données techniques et économiques sont sélectionnées pour rendre compte de l'activité agricole, contribuant à sa standardisation par la minoration des facteurs culturels et sociaux et la majoration de la mesure des écarts entre les pratiques effectives et les pratiques souhaitées par les commanditaires et en particulier par la Politique Agricole Commune.

QUELLE PLACE POUR LES SHS DANS CE CONTEXTE ?

Annie Dufour rappelle que l'objectif des Ecoles d'ingénieurs consiste à former des professionnels capables d'articuler des savoirs scientifiques et techniques pour résoudre des problèmes pratiques sur des terrains particuliers. Dans cette perspective, l'expérience de l'ISARA a pu montrer que les SHS apportent les ressources conceptuelles et méthodologiques d'analyse des situations locales. Pourtant, cet apport ne peut trouver sa place dans les curriculums que s'ils sont effectivement reconnus à trois niveaux différents : institutionnel, par la remise en cause des hiérarchisations disciplinaires ; scientifique, par la production épistémologique, conceptuelle et méthodologique adéquate ; social, par le besoin de ces apports dans les réseaux d'acteurs (décideurs, professionnels, usagers).

A l'opposé de cette étude sur la situation singulière d'une Ecole dans son contexte spécifique, Denis Lemaître propose une approche conceptuelle de ce qui est appelé "formation humaine" dans les Ecoles d'ingénieurs.

LE TRIPTYQUE DES ENSEIGNEMENTS QUALIFIES DE "FORMATION HUMAINE"

Sur la base d'une enquête empirique menée en France auprès d'une vingtaine d'écoles d'ingénieurs et l'étude d'environ une centaine de plaquette d'écoles, la thèse de Denis Lemaître rend compte des pratiques d'enseignement qui relèvent d'une logique d'adaptation socioprofessionnelle et socioculturelle aux métiers des ingénieurs exerçant en entreprise. Ses travaux permettent de clarifier la nébuleuse de ce que les Ecoles d'ingénieurs appellent la "formation humaine", terminologie qui ne

correspond à aucune discipline établie dans le cadre de la classification nationale universitaire ou dans celle d'un concours national tel que l'agrégation, pas plus que dans la liste des thématiques du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). L'analyse des discours produits par les Ecoles à ce sujet lui permettent de distinguer des enseignements de nature très différente : ceux parfois qualifiés d'"humanités" (philosophie, littérature, histoire de l'art) et ceux qui visent le développement personnel (pratique artistique et/ou sportive, stages, séminaires de réflexion sur les dynamiques de groupe ou l'analyse des comportements). Les trois quarts des Ecoles enquêtées font référence à la formation humaine dans la présentation de leurs cursus. Denis Lemaître les catégorise selon trois approches : contenus disciplinaires et programmes de formation, capacités à apprendre, couples de tension idéals-typiques et modèles de formation.

CONTENUS DISCIPLINAIRES ET PROGRAMMES DE FORMATION

La thèse de Denis Lemaître montre que les enseignements qualifiés de "formation humaine" se caractérisent par des contenus disciplinaires disparates et des frontières indécises entre économie et sciences de gestion, langues, humanités et activités sportives. Une catégorie dominante dans les trois quarts des Ecoles est celle de l'entraînement à des techniques d'expression, de communication et de management dont l'objectif est l'opérationnalité rapide du futur professionnel. La catégorie minoritaire est celle des grandes Ecoles parisiennes proposant l'accès à une culture générale visant le développement d'un savoir-être et de capacités transversales. La catégorie des Ecoles privées confessionnelles (environ 20%) valorise les valeurs morales à transmettre selon une vision éthique. Une catégorie émergente propose le développement personnel selon des visées de réalisation personnelle et professionnelle par l'acquisition d'aptitudes transférables (initiative, créativité, responsabilité, etc.). Données pour non scientifiques, ces enseignements ne relèvent pas des SHS.

CAPACITÉS VISEES PAR LES ENSEIGNEMENTS

Dans les enseignements qui relèvent de ce qui est nommé "formation humaine" dans les Ecoles d'ingénieur, Denis Lemaître identifie quatre types de capacités aux visées distinctes :

- la capacité d'intervention selon une visée pragmatique conduisant à une efficacité immédiate dans l'action par l'utilisation de techniques et d'outils ;
- la capacité d'interprétation selon une visée analytique/théorique permettant de comprendre le monde environnant par une démarche personnelle de réflexion à partir d'un recueil de données ;

- la capacité d'innovation selon une visée poïétique ouvrant sur la mobilisation d'un potentiel créatif applicable à différents domaines (technique, relationnel, etc.) ;
- la capacité de direction selon une visée stratégique correspondant au *management* dans le sens du commandement et de la prise de décision.

COUPLES DE TENSIONS IDEALS-TYPIQUES ET MODELES DE FORMATION

Ces enseignements qualifiés de "formation humaine" sont traversés, selon Denis Lemaître, par des tensions entre logique d'émancipation et logique utilitariste. La première visant la transformation du sujet selon une idéologie moderne, la seconde visant davantage l'adaptation de l'individu selon une idéologie post-moderne¹⁰. La distinction de trois tensions idéal-typiques (fig. 1, ci-dessous) lui permet de différencier trois modèles de formation qu'il nomme : "Humanités", "Développement personnel", "Sciences humaines pour l'ingénieur".

Visées des logiques d'émancipation	Modèles de formation	Visées des logiques utilitaristes
Emancipation de l'humanité par la culture et la conscience morale	Humanités	Maniement des produits culturels de connaissance
Epanouissement du sujet, d'autonomie et de réalisation de soi	Développement personnel	Maîtrise des outils du comportement
Intelligence des phénomènes humains et sociaux	Sciences humaines pour l'ingénieur	Maîtrise des techniques d'expression et des outils du <i>management</i>

Fig. 1 : Couples de tensions idéal-typiques et modèles de formation (d'après D. Lemaître).

Comme le montre la fig. 1 (ci-dessus), les enseignements qui relèvent du modèle des "Humanités" offrent une tension entre une visée d'émancipation par la culture et la conscience morale¹¹ et un objectif de maniement des produits culturels de

¹⁰ En référence à Lyotard (1979) pour lequel, en contexte de complexification croissante de l'organisation sociale et de ses liens avec la technique, chacun tient et joue de multiples rôles dans une forte mobilité au sein de nombreux réseaux. Pour ce faire, des logiques utilitaristes se développent, relevant de rationalités techniques humaines et sociales, matérielles et immatérielles.

¹¹ Par leur dimension réflexive, ces enseignements proposent des savoirs généraux sur l'humain, des modèles d'interprétation du monde et fournissent les outils intellectuels d'un recul critique lié au sens de l'action responsable dans une perspective morale, déontologique et/ou éthique.

connaissance¹². Les enseignements qui relèvent du modèle du "Développement personnel" offrent une tension entre une visée d'épanouissement du sujet, d'autonomie et de réalisation de soi¹³ et un objectif de maîtrise des outils du comportement¹⁴. Les enseignements qui relèvent du modèle des "Sciences humaines pour l'ingénieur" offrent une tension entre une visée d'intelligence des phénomènes humains et sociaux¹⁵ et un objectif de maîtrise des techniques d'expression et des outils du *management*¹⁶. Si ces couples de tensions idéal-typiques se retrouvent régulièrement dans les formations étudiées, ils sont le plus souvent mêlés dans les faits, rendant inopérante toute tentative de typologisation des Ecoles à partir des modèles de formation.

La thèse de Denis Lemaître met en évidence l'absence de référence aux SHS dans les catégories qu'il propose pour les contenus disciplinaires des "formations humaines". Perçues comme déterministes et relativistes, tournées vers la description, l'explication, l'objectivation des phénomènes, elles ne sont pas considérées dans les Ecoles comme pouvant servir de référent scientifique à la "formation humaine". En niant la scientificité des SHS, cette position partagée dans de nombreux secteurs de la formation des ingénieurs pose la question de leur légitimité et de leur adaptation théorique aux besoins pragmatique de formations professionnelles de haut niveau. Les enseignements de "formation humaine" tendent pourtant très souvent à extrapoler des résultats et à détourner le sens des concepts produits pour fabriquer des outils de résolution des problèmes humains qui séduisent par leur facilité d'assimilation et d'utilisation. Dans l'ouvrage qui a suivi la soutenance de sa thèse, Denis Lemaître (2003, p. 124) note des évolutions épistémologiques de l'approche des SHS dans les écoles d'ingénieurs. Les SHS seraient moins mobilisées pour une observation réduite de la situation locale et plus aptes à prendre en compte les multiples dimensions de la complexité humaine et environnementale.

¹² Dans une perspective d'efficacité et de légitimation des fonctions d'encadrement, ces enseignements apportent une plus-value à la formation scientifique et technique, sorte de "supplément d'âme" jugé utile à l'adaptation socioprofessionnelle et au maintien des statuts sociaux associés aux fonctions d'encadrement et d'expertise.

¹³ Une approche psychosociologique de la formation entraîne au développement des capacités de communication, dans un souci de la personne et de son épanouissement par une meilleure connaissance de soi et des autres. Elle vise le développement d'une plus grande confiance et assurance dans ses propres capacités comme dans les relations avec autrui.

¹⁴ Ces enseignements sont issus d'une psychologie du sujet, appliquée à la performance individuelle auto- ou hétéro- assignée.

¹⁵ Il existerait des sciences humaines comme savoirs indispensables à l'exercice des métiers d'ingénieur dans une logique d'application pratique, pour développer une capacité d'analyse pertinente dans les situations rencontrées.

¹⁶ Les sciences humaines peuvent instrumenter, par des apports strictement techniques, la rationalisation de l'activité humaine, grâce à des modèles pour l'action efficace, exempte de sens (considéré comme subjectif) et de finalités (considérées comme idéologiques).

CONVERGENCE DE RESULTATS DANS L'ETUDE DES RELATIONS ENTRE FORMATION DES INGENIEURS ET SHS

Les thèses d'Annie Dufour et de Denis Lemaître diffèrent par leurs objets (évolution de la place de la sociologie dans le curriculum ; formation humaine) et par leurs terrains d'enquête (une école ; environ la moitié des écoles d'ingénieurs du territoire national). La première décrit et analyse ce qu'a pu être la formation humaine dans une Ecole d'ingénieur, l'ISARA, quand elle a été portée par une équipe pédagogique fédérée par des valeurs humanistes autour du paradigme du développement agricole et intégrée dans un curriculum centré autour d'un objet d'étude commun : l'exploitation agricole familiale. Ce travail montre comment ce dispositif de formation a permis la mise en relation des enseignements scientifiques et techniques (agronomie, zootechnie) et des enseignements de SHS (économie, sociologie), grâce à des mises en situation professionnelles. La seconde analyse le flou terminologique de ces formations et propose une clarification et une conceptualisation à partir des discours produits dans les Ecoles enquêtées.

Malgré ces différences apparentes, ces deux thèses pionnières en sciences de l'éducation étudient toutes deux une offre de formation qui n'est pas *a priori* considérée comme centrale dans le développement des compétences des ingénieurs. Il est intéressant de constater qu'elles convergent sur quatre points : un ancrage dans l'histoire des ingénieurs et de leurs formations, la référence au concept de curriculum, le traitement de la dimension professionnelle de la formation et l'analyse de la tension entre tendance humaniste et tendance techniciste.

UN ANCRAGE DANS L'HISTOIRE DES INGENIEURS ET DE LEURS FORMATIONS

Les deux thèses analysent les pratiques de la période contemporaine en la resituant dans l'histoire des ingénieurs et de leurs formations. Elles prennent en compte les liens que les Ecoles entretiennent avec le développement des sciences et des techniques, l'Etat et l'industrie, mettant ainsi en valeur les étapes principales de l'évolution du statut des ingénieurs dans la société. Les premiers ingénieurs se sont mis au service du pouvoir et du bien commun : ils ont apporté leurs connaissances à des fins militaires en matière de mise au point de l'artillerie et de construction des fortifications, mais aussi à des fins civiles dans la construction d'infrastructures de communication (routes et ponts). Ils ont ainsi été les précurseurs des ingénieurs des grands corps de l'Etat. Viendront ensuite les ingénieurs promoteurs des entreprises industrielles, plus récemment positionnés dans d'autres secteurs de l'économie, notamment celui des services financiers (banques et assurances). Au cours de ces grandes étapes, les ingénieurs conçoivent, créent, font fabriquer, calculent,

programment et modélisent, encadrent, dirigent des équipes et gèrent des organisations.

L'ouverture des premières Ecoles dont l'existence perdue se situe essentiellement dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle. Tout au long du XIX^e siècle, une quarantaine d'Ecoles sont créées pour accompagner les développements des industries mécaniques, de la chimie, de l'agronomie, des équipements électriques, des télécommunications et au XX^e siècle, environ deux cents nouvelles Ecoles sont créées pour faire face à l'accélération des développements technologiques et économiques.

Toutes ces Ecoles se distinguent par leur mode de recrutement, par concours après deux années de classes préparatoires, par concours ou sur dossier et entretiens après le baccalauréat ou encore, mais plus marginalement, sur titre, pour des titulaires de brevet de technicien supérieur (BTS), diplôme universitaire de technologie (DUT), licences ou masters. Ces modes de recrutement se sont diversifiés et il n'est pas rare de voir maintenant des Ecoles recruter de bac à bac+4. Les principales orientations des Ecoles sont les sciences des systèmes industriels, des procédés chimiques/biochimiques, du traitement du signal et de l'information, de la matière, du vivant et de l'environnement. L'ensemble de ces Ecoles reconnu hétéroclite, diplômait dans les années 1980, environ 10 000 ingénieurs par an, ils étaient 27 600 en 2008¹⁷, suivant les besoins du développement technologique et économique.

Liée aux activités militaires, publiques et économiques, la formation des ingénieurs s'est donc institutionnalisée sur le modèle des grandes Ecoles parisiennes établies bien avant le redéploiement des universités sous la troisième république. Dès lors, grandes Ecoles et universités ne cesseront de vivre en grande partie, dans une ignorance mutuelle. Par ailleurs, la diversité grandissante des formations d'ingénieurs s'est aussi accompagnée d'une atténuation de la distinction entre ingénieurs de conception et ingénieurs de production. Aux premiers étaient traditionnellement proposés des apports de culture générale par un enseignement des humanités, destiné à leur garantir une évolution professionnelle et à assurer leur position sociale. Les seconds ne recevaient en principe qu'une formation scientifique et technique, à laquelle pouvait éventuellement s'ajouter quelques enseignements relatifs à l'hygiène et à la sécurité au travail. Dans la hiérarchie des Ecoles, une plus grande reconnaissance est accordée aux écoles généralistes. Il est donc difficile pour les écoles d'assumer la position d'école technologique ou de formation d'ingénieurs de production. En cherchant systématiquement à devenir généralistes pour se hisser dans la hiérarchie des écoles, elles laissent ainsi la place à de nouvelles créations d'écoles pour assurer les besoins d'ingénieurs de production dits "de terrain".

¹⁷ Rapport de la Conférence des directeurs d'écoles françaises d'ingénieurs, du Conseil Général des Mines (CGM) et du Conseil Général des Technologies de l'Information (CGTI), Le devenir de l'Ingénierie, groupe de travail présidé par R. Chabbal, juin 2008.

La thèse d'Annie Dufour montre la spécificité et les évolutions possibles de la culture technique d'une Ecole du secteur de la production agricole et l'originalité apportée par une "petite école" d'intégrer des SHS comme composante du cœur de métier des ingénieurs de terrain. Elle met ainsi en évidence l'importance des enjeux et des tensions dans la définition du curriculum d'une école, ce que Denis Lemaître généralise pour tous les curricula des Ecoles, quelles qu'elles soient.

LA REFERENCE AU CONCEPT DE CURRICULUM

Ainsi, les deux thèses font référence au concept de curriculum tel qu'il a été développé par les sociologues britanniques de l'éducation, notamment Basil Bernstein et Michael Young, dont les travaux ont été présentés en France dans les années 1980 et 1990 par Isambert-Jamati (1990), Perrenoud (1984) et Forquin (1989, 2008). Pour Denis Lemaître, ce concept "au sens de programme de formation qui s'appuie sur une vision de l'homme et de la société" (Forquin, 1996) permet de prendre en compte les enjeux idéologiques et culturels de la formation. Pour Annie Dufour ce concept permet d'interroger les principes d'organisation sous-jacents des savoirs, leur mode de transmission et d'évaluation, les rapports et les processus d'interaction entre les contenus d'enseignement, leur légitimité et leur prestige.

Peu connu en France, le concept de curriculum provient de ce qui a été appelé en Grande-Bretagne au début des années 1970, la nouvelle sociologie de l'éducation. Cette sociologie s'intéresse aux choix et aux modes d'organisation des contenus d'enseignements dans les programmes d'étude. Le terme se décline pour distinguer trois phénomènes. L'appellation de "curriculum réel" désigne ce qui est effectivement enseigné et pratiqué dans les classes, potentiellement distinct et éloigné des prescriptions et des programmes officiels du "curriculum formel". Le "curriculum caché" correspondant à ce qui est transmis par imprégnation, familiarisation, inculcation diffuse, socialisation dans un certain environnement. Dans son sens le plus abstrait et le plus général, le terme de "curriculum" fait référence à toute la dimension cognitive et culturelle de l'enseignement, manifeste dans la transmission de savoirs, compétences, représentations et valeurs. Le curriculum est considéré comme objet pertinent d'enquête, d'analyse et de réflexion, en tant que "socialement construit" dans un processus d'élaboration permanent, mobilisant des ressources humaines et matérielles, et mettant en jeu des intérêts divergents, des conflits de valeurs et des rapports de force. Le curriculum fournit des indicateurs concernant les choix réalisés par les institutions. Or, les Ecoles d'ingénieurs doivent résoudre pour elles-mêmes, à partir des indications de la CTI, de leur tutelle et de leurs différents partenaires, "les problèmes de définition des objectifs de formation, de constitution des disciplines et de mise en scène pédagogique" qui définissent l'organisation du curriculum selon Forquin (1996). La sociologie du curriculum offre donc un cadre pertinent de recherche pour identifier les tris réalisés et les décisions

prises. Les programmes d'étude formellement prescrits des Ecoles d'ingénieurs peuvent être considérés comme les vecteurs d'une transmission délibérée, systématique et méthodique, inscrite dans l'histoire de la culture technique de ces Ecoles. En permettant de questionner les contenus cognitifs et culturels de ces programmes, la sociologie du curriculum permet une analyse objectivée des formations d'ingénieurs. Un travail basé sur cette approche pourrait aider les Ecoles à clarifier leur positionnement pour elles-mêmes, pour leurs partenaires et pour leurs publics, notamment dans la dimension professionnelle de la formation.

LA DIMENSION PROFESSIONNELLE DE LA FORMATION

Loin d'adopter une position de revendication en faveur d'enseignements en SHS dans les curricula, les deux auteurs prennent acte de l'importance des objectifs de professionnalisation des métiers de l'ingénieur et c'est dans cette perspective qu'ils analysent les offres de formation. Si nombre d'acteurs du domaine s'accordent à penser que l'objectif de la formation est d'apporter à l'élève-ingénieur les compétences nécessaires à l'exercice du métier et les valeurs qui en font un acteur constructif du système social, les analyses de ces deux thèses montrent que les interprétations de ces objectifs sont diverses dans les faits et le plus souvent liées à des implications idéologiques. En se conformant à des références et des modèles le plus souvent implicites, les choix effectués dans les contenus et les méthodes de la formation ne peuvent être compris que si ces implicites sont décryptés. Par ailleurs, une approche socio-historique de la formation des ingénieurs montre que les curricula sont objets d'enjeux sociaux, régulièrement menacés et contestés. Leurs variations résultent donc de négociations entre différents groupes sociaux et ne sont pas de simples adaptations, elles ne peuvent être comprises qu'au regard de ces changements économiques, politiques et sociaux. C'est ce qu'explique clairement la thèse d'Annie Dufour.

Il pourrait être intéressant pour les Ecoles de chercher à connaître les situations professionnelles pour lesquelles l'intégration des SHS serait nécessaire, au moment de la formation, pour une professionnalisation plus adaptée des futurs ingénieurs. De même pour les étudiants et les partenaires, la connaissance des objectifs de formation d'acteurs citoyens, actifs dans les dispositifs socio-professionnels, pourrait les aider à mieux établir leurs choix de formation et de partenariat. Il ne s'agit donc pas d'ignorer ni les besoins technologiques émanant tant des entreprises que de la demande sociale dans son ensemble, ni la diversité des goûts et aptitudes de chacun. Il pourrait en revanche s'agir de donner une meilleure visibilité des propositions, des offres de formation et des positionnements des écoles d'ingénieurs sur la dimension de l'analyse de la complexité humaine et environnementale dans ses liens avec la technique. Cela reviendrait à expliciter leurs grandes orientations sur les tendances humanistes et technicistes.

LA TENSION ENTRE TENDANCE HUMANISTE ET TENDANCE TECHNICISTE

Ces deux thèses montrent ainsi que des logiques socio-culturelles différentes placent les enseignements les plus proches des SHS entre deux pôles de tension, selon que les Ecoles insistent davantage sur l'insertion professionnelle ou sur les valeurs qu'elles véhiculent. Par deux voies différentes d'enquête, ces deux thèses mettent en valeur :

- une tendance techniciste, celle d'une formation procurant de manière fonctionnelle un outillage propre à modeler des comportements adaptés au jeu social qui place l'ingénieur dans une relation strictement technique d'encadrement en entreprise ;
- une tendance émancipatrice visant l'acquisition de compétences permettant à chacun d'investir sa responsabilité d'acteur dans un secteur professionnel, mais plus largement dans une société à visée démocratique. Cette formation, par les SHS et les Humanités, vise le développement d'une conscience critique vis-à-vis de la connaissance, par des mises en situations réflexives permettant les analyses des individus et des organisations.

Ces tensions traduisent les finalités de ces formations, tout à la fois d'ordre professionnel et idéologique. Pourtant, le rapport aux techniques dans la société et dans le monde du travail, le sens de l'activité, la place de l'initiative et du contrôle par chaque professionnel dans sa propre activité restent des points aveugles. S'il ne s'agit pas ici d'en fournir des explications de nature historique, politique et idéologique, voire économique et pratique, le but est néanmoins de proposer des pistes de réflexion qui témoignent des conséquences problématiques de cette situation. La première piste consiste à dresser le constat de la désaffection des études scientifiques et techniques et à s'interroger sur l'opportunité de les rendre plus attractives en accordant une place plus importante aux apports des SHS en matière de compréhension de phénomènes humains et environnementaux, comme en attestent de récentes enquêtes à l'échelle européenne (Godefroy, 2013). La deuxième piste consiste à accepter l'idée que, si les approches technicistes de la rationalisation sociale des risques technologiques ne sont pas en mesure d'éviter les catastrophes industrielles et écologiques, il serait néanmoins opportun d'envisager une approche globale de prévention moins mécaniste (Pécaud, 2010). Enfin, la troisième piste de réflexion consiste à anticiper une augmentation des difficultés psychosociales dans de nombreux secteurs d'activités dominés par la rationalisation du travail pour s'interroger sur l'opportunité de préparer les futurs responsables de services ou d'entreprises à décoder, sans réductions caricaturales, la complexité des réalités humaines et sociales dans les activités de travail.¹⁴⁷

CONCLUSION

A un moment où les débats sur la formation des ingénieurs retrouvent une certaine vigueur (AERES, 2010 ; Bordier, Kirchner et Nussbaumer, 2011 ; ISAE *Executive Club*, 2011), le rappel de ces travaux pionniers en sciences de l'éducation montre la difficulté persistante à penser la formation scientifique et technique en lien avec les apports des SHS.

La clarification de ce que les Ecoles d'ingénieurs appellent la "formation humaine", l'analyse des programmes de formation entre visées d'émancipation et visées utilitaristes, la mise en valeur des dimensions idéologiques des choix de formation réalisés sous-couvert de neutralité technique conduisent à mieux percevoir les enjeux des formations d'ingénieurs et de la place que les SHS peuvent y tenir.

Dans une perspective épistémique, les différentes réalités sur la place et la fonction des SHS dans les écoles d'ingénieurs mériteraient d'être étudiées dans le cadre de la sociologie du curriculum, afin de mettre à jour les différentes configurations disciplinaires dans ce domaine de la formation. Il peut paraître surprenant, compte tenu des enjeux de ces formations (Albero et Roby, article soumis), qu'aucune étude jusqu'à présent n'ait dressé un état des lieux précis des affichages disciplinaires relevant des SHS ou de ce qui peut leur être apparenté, dans l'ensemble des Ecoles d'ingénieurs françaises. Quelles sont les terminologies employées par les Ecoles pour désigner ces formations ? Des recherches spécifiques impliquant les SHS dans des problématiques scientifiques et technologiques existent-elles ? Peut-on observer des positionnements différents entre les Ecoles sur la place qu'elles accordent aux SHS ? Ce sont des questions auxquelles une thèse en cours a commencé à répondre avec la présentation des premiers résultats (Roby, 2012).

Dans une perspective sociale, les SHS ont tous les moyens de soutenir des approches systémiques des situations, actualisées par le paradigme du développement durable, compris comme mode de fonctionnement global des activités humaines, dans une interaction indissociable entre aspects économiques, sociaux et environnementaux. On pourrait alors se demander de quelle manière, par quels moyens et par le biais de quels types de projets, les SHS pourraient plus systématiquement être impliquées dans des recherches interdisciplinaires, aux côtés des sciences de la nature, pour constituer des sciences pour l'ingénieur préparant les futurs professionnels à une fonction d'expertise capable de dialogue social au service d'une visée démocratique (Callon, Lascoumes et Barthes, 2001).

BIBLIOGRAPHIE

- AERES (2010). *Formation universitaire au métier d'ingénieur*, [en ligne] <http://www.aeres-evaluation.fr/Actualites/Actualites-de-l-agence/ETUDE-Formation-universitaire-au-metier-d-ingenieur> (consulté le 4 mai 2011).
- Albero, B. & Roby, C. (article soumis) La formation des ingénieurs en France. Etat des lieux du rapport aux Sciences Humaines et Sociales et problématisation de cet enjeu. (article soumis à la *Revue Française de Pédagogie*).
- Bordier, R. ; Kirchner, A. ; Nussbaumer, J. (2011). *Adapter la formation de nos ingénieurs à la mondialisation*. Institut Montaigne, [en ligne] http://www.institutmontaigne.org/medias/documents/etude_formation_ingenieurs-mondialisation.pdf (consulté le 4 mai 2012).
- Callon, M. ; Lascoumes, P. ; Barthes, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Paris, France : Seuil.
- Dufour, A. (1998). *Les enjeux de l'enseignement de la sociologie dans une Ecole d'ingénieur. Analyse du curriculum de l'Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes de 1968 à 1994*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, sous la direction de Guy Avanzini, Université Lumières, Lyon 2.
- Dufour, A. (1999). Les enjeux de l'enseignement de la sociologie dans une école d'ingénieur. Analyse du curriculum de l'Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes de 1968 à 1994. *Ruralia. Sciences sociales et mondes ruraux contemporains*, 12-13, [en ligne] <http://ruralia.revues.org/122>
- Ellul, J. (1977). *Le système technicien*. Paris, France : Calmann-Lévy.
- Ellul, J. (1980). *L'empire du non-sens: L'art et la société technicienne*. Paris, France : Puf.
- Ellul, J. (1988). *Le bluff technologique*. Paris, France : Hachette.
- Forquin, J.C. (2008). *Sociologie du curriculum*. Rennes, France : Pur.
- Forquin, J.C. (1996). *Ecole et culture, le point de vue des sociologues britanniques*. Bruxelles, Belgique : De Boeck.
- Forquin, J.C. (1989). *Ecole et culture, le point de vue des sociologues britanniques*. Paris, France : Editions Universitaires.
- Godefroy, AS. (2013). Décrire et comparer des formations d'ingénieurs interdisciplinaires : enjeux méthodologiques et épistémologiques. Actes du Colloque *Les sciences humaines dans les parcours scientifiques et techniques professionnalisants : quelles finalités et quelles modalités pratiques ?* Université de Créteil, 7-8 février.

ISAE Executive Club (2011). *Réinventer le métier d'ingénieur pour en valoriser le rôle dans la société*. Livre blanc, [en ligne] <http://www.isae.fr/modules/ressources/download/default/Actualites/doc/livre%20blanc%20ingenieur.pdf> (consulté le 4 mai 2011).

Isambert-Jamati, V. (1990). *Les Savoirs scolaires. Enjeux sociaux des contenus d'enseignement et de leurs réformes*. Paris, France : L'Harmattan.

Lemaître, D. (2003). *La formation humaine des ingénieurs*. Paris, France : Puf.

Lemaître, D. (2001). *Formation humaine dans les Ecoles d'ingénieurs : étude des conceptions contemporaines*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, sous la direction de Michel Fabre, Université de Nantes.

Lyotard, J.F. (1979). *La condition post-moderne. Rapport sur le savoir*. Paris, France : Les éditions de Minuit.

Pécaud, (2010). *Ingénieries et sciences humaines la prévention des risques en dispute*. Paris, France : Lavoisier : Tec & Doc.

Perrenoud, Ph. (1984). *La fabrication de l'excellence scolaire : du curriculum aux pratiques d'évaluation. Vers une analyse de la réussite, de l'échec et des inégalités comme réalités construites par le système scolaire*. Genève, Suisse : Droz.

Roby, C. (2012). *Quelle transmission des SHS dans les écoles d'ingénieurs en France ? Biennale internationale de l'éducation, de la formation et des pratiques professionnelles, "Transmettre ?"*, 2-6 Juillet, Paris, France : Cnam.

Roqueplo, P. (1983). *Penser la technique. Pour une démocratie concrète*. Paris, France : Seuil.

Roqueplo, P. (1974). *Le Partage du Savoir. Science, culture, vulgarisation*. Paris, France : Seuil.

Sonntag M. ; Lemaître, D. ; Fraysse, B. ; Becceril, R. ; Oget, D. (2008). *Les questions de formation dans les Ecoles d'ingénieurs. Un débat reconnu. Une place pour la recherche ? Recherches & éducation, 1*, [en ligne] <http://rechercheseducations.revues.org/index448.html> (consulté le 29 août 2011).