

La mobilisation des SHS dans la formation des ingénieurs au développement durable

Denis Lemaître¹,

Le développement durable au sens large fait désormais partie des objectifs majeurs de la formation des ingénieurs, au point que l'on peut parler d'un tournant dans les politiques de formation portées par les institutions nationales et internationales, comme par les écoles ou groupes d'écoles. En atteste le foisonnement de nouveaux dispositifs dédiés. Derrière cette intention nouvelle dans son ampleur apparaissent des préoccupations diverses, allant du réchauffement climatique, de la protection de l'environnement, jusqu'aux Objectifs de Développement Durable (ODD) définis par l'ONU, c'est-à-dire embrassant une dimension économique et sociale large à l'échelle de la planète. Dans les pratiques de formation, il peut s'agir d'ajouter de nouveaux cours ou projets, comme de repenser un curriculum de manière transverse.

Dans toute sa diversité, le tournant du développement durable (DD) réinterroge la mobilisation des sciences humaines et sociales (SHS) dans le curriculum des formations d'ingénieurs. Leur contribution est historiquement contrastée selon les écoles, liée à divers enjeux et courants de pensée (Roby, 2014). Leur légitimité est souvent questionnée autour du rôle et de la place qu'elles tiennent dans le curriculum, comme complément ou supplément des sciences de l'ingénieur, ou plus exceptionnellement comme composante de ces mêmes sciences de l'ingénieur.

Ce bref article vise à proposer quelques pistes pour repenser la contribution des sciences humaines et sociales dans les pratiques de formation d'ingénieurs, autour des objectifs et des modalités de la formation au DD. Il rappelle d'abord la position de ces disciplines dans les curricula des écoles, pour mieux poser ensuite des pistes de réflexion sur leur contribution à une formation au DD, ou intégrant les nécessités du DD.

La mobilisation des sciences humaines et sociales dans les formations d'ingénieurs

Dans toutes les écoles d'ingénieurs se mènent des luttes de pouvoir pour obtenir ou préserver des heures d'enseignement, pour développer des matières ou des dispositifs, pour installer des positions institutionnelles, par les départements d'enseignement, les postes de permanents, les activités de recherche, etc. Ces luttes de pouvoir, pour légitimes qu'elles soient, conduisent à des jeux d'acteurs qui masquent souvent les véritables enjeux, sur le plan des contenus et des objectifs de formation. C'est particulièrement le cas des SHS qui, dans le contexte d'une école, nécessitent par principe plus d'efforts de légitimation que les sciences de l'ingénieur.

Ces efforts sont d'autant plus nécessaires que, d'un point de vue épistémologique, les SHS représentent un vaste ensemble inhomogène, sans frontières bien définies, et parcouru de lignes de fractures, par exemple entre les approches quantitatives ou qualitatives, explicatives ou compréhensives, etc. Dans les écoles d'ingénieurs, on range ainsi sous l'étiquette « SHS » des

¹ Professeur à l'ENSTA Bretagne, directeur du laboratoire Formation et Apprentissages Professionnels (denis.lemaitre@ensta-bretagne.fr)

disciplines et des activités de formation sans liens très forts entre elles, et réunies par nécessité dans l'économie générale des curricula.

Elles s'inscrivent pour autant dans une certaine historicité. Les disciplines qu'elles recouvrent sont présentes depuis la création des formations d'ingénieurs à l'époque classique, jusqu'aux évolutions contemporaines. On distingue en leur sein différentes logiques historiques qui traversent encore les débats contemporains et les postures des enseignants et des responsables de formation, et que l'on peut rassembler autour de trois grands pôles : les humanités, le développement de la personne, les SHS appliquées à la professionnalisation des ingénieurs (Lemaître, 2003).

Les humanités, au sens de disciplines qui forment une culture et donnent des outils intellectuels pour penser le monde, ont été développées depuis les premières écoles créées à partir de l'époque classique et destinées à former les ingénieurs de l'Etat pour le développement du pays (Génie, Mines, Ponts-et-Chaussées, Polytechnique). Elles ont perduré sous différentes formes et dans d'autres types d'écoles, mais cette appellation « humanités » et les disciplines de formation de l'esprit qu'elles recouvrent (philosophie, lettres, histoire des sciences, etc.) connaissent un relatif déclin. En 1996 la Conférence des Grandes Ecoles organisait à Lyon (Ecole centrale et INSA) un colloque d'envergure intitulé « Humanités et Grandes Ecoles », accueillant Paul Ricoeur pour la conférence de clôture. Il n'est pas sûr qu'un tel colloque organisé aujourd'hui prendrait la même appellation et suivrait la même orientation. Les humanités, au sens du meilleur de la culture comme support de la réflexion et de l'émancipation, ont évolué vers la connaissance de l'humanité vivante et des réalités du monde contemporain. Dans les cours, la géopolitique, l'interculturel ou l'éthique ont remplacé la philosophie ou l'histoire. Les humanités ont également évolué sous la forme de l'humanitarisme, au sens d'un humanisme en actes et d'une conscience morale largement prise en compte par les projets et les associations d'étudiants, rejoignant par-là les objectifs sociaux du développement durable.

A côté des humanités s'est également développée depuis le XIXe siècle, sous l'influence de courants de pensée politiques et religieux, une approche par la prise en compte de la personne, de son bien-être, de son épanouissement, en ce qui concerne les ingénieurs (cadres d'entreprises) et les personnes qu'ils encadrent. Relayée au XXe siècle par les projets de démocratisation et d'ouverture sociale des formations d'ingénieurs, cette tendance perdure dans les activités dédiées au développement personnel, à l'accompagnement, à l'intégration des étudiants, à l'ouverture sociale. Ces activités prennent rarement la forme de cours classiques et se retrouvent plutôt dans des dispositifs hors programme ou à la marge. Les sciences humaines et sociales sont alors mobilisées à travers des outils pratiques et des démarches opérationnelles, inspirés de la psychologie, la psychosociologie ou des sciences de l'éducation et de la formation. Elles rejoignent les préoccupations du développement durable par la prise en compte de la personne humaine.

Mais la tendance dominante aujourd'hui conduit à la mobilisation des SHS comme sciences appliquées à la professionnalisation des étudiants : insertion professionnelle, développement des compétences managériales attendues des entreprises, connaissance des processus d'ingénierie. Ce sont les sciences de gestion, l'économie, le droit, la sociologie des entreprises et des organisations qui se trouvent davantage mobilisées. Cette tendance est apparue dans les écoles créées au moment de la Révolution industrielle pour former les ingénieurs dédiés aux industries naissantes, et s'est largement développée et reconfigurée depuis (Roby, 2014). L'entrée est rarement disciplinaire et plus souvent pensée autour de thèmes opérationnels comme le management des équipes, le risque, ou de

principes normatifs comme la Santé et Sécurité au Travail (SST), la Qualité de Vie au Travail (QVT) ou la Responsabilité Sociale des Entreprises (RSE). Cette approche rejoint les objectifs du développement durable à travers le respect des normes environnementales et de responsabilité sociale.

Ces grandes orientations épistémologiques et pratiques, pour différentes qu'elles soient dans leurs principes, sont complémentaires et peuvent se combiner dans la conception des dispositifs pédagogiques. Mais leur coexistence et leurs différences de positionnements épistémologiques alimentent aussi les débats, renouvelés par la question du DD, autour de la place et du rôle des SHS dans les curricula.

Sciences de spécialités et sciences transversales

Ces débats sont liés au statut donné aux disciplines à l'intérieur des curricula. Le regard porté sur les SHS n'est pas le même selon qu'elles entrent ou non dans les spécialités de l'ingénieur à former. Certaines spécialités, en effet, intègrent des contenus disciplinaires issus des SHS, comme par exemple l'informatique avec la question du langage ou des usages numériques, ou l'agronomie, la gestion de production, etc. Le développement actuel des sciences cognitives appelle notamment ces formes de mobilisation des SHS, comme l'illustre le cas original de l'École Nationale Supérieure de Cognitique de Bordeaux. On observe alors une sorte de « durcissement » de ces disciplines de SHS entrant dans les spécialités d'ingénieur, pour reprendre la fameuse distinction « sciences dures » / « sciences molles », dans la mesure où les questions de positionnement disciplinaire et de légitimité institutionnelle ne se posent pas de la même façon.

Cette configuration (même rare) nous montre que la véritable ligne de séparation n'est pas liée aux épistémologies mais concerne davantage la distinction entre les disciplines de spécialité et les disciplines entrant dans la formation de la personne ou la transmission d'outils intellectuels transversaux. Un fait marquant est que cette même distinction peut s'observer dans des formations à dominante de SHS, comme dans les écoles de management par exemple : les disciplines entrant dans la spécialité de métier (ex. : stratégie, marketing, etc.) n'y ont pas le même statut que des formations transversales visant des capacités de base (ex. : communication interpersonnelle).

Pour comprendre la place et le rôle des SHS dans les formations d'ingénieurs, il faut donc se référer non aux contenus disciplinaires mais aux objets et objectifs de formation. Leur mobilisation dans les écoles d'ingénieurs s'explique par le besoin de développer des savoirs et des savoir-faire qui sont d'ordre intellectuel, de la méthode de pensée, de la formation de soi, de la réflexivité sur les pratiques, de moyens de créer du lien entre les objets techniques et les pratiques sociales. On peut voir dans le rapport entre SHS et sciences de l'ingénieur (portant sur la nature physique des choses) un lointain prolongement de la distinction entre le trivium et le quadrivium dans l'université médiévale. Le trivium (grammaire, dialectique, rhétorique) représente les disciplines de la structuration de l'esprit, de la manipulation du langage et de la manifestation de soi, et le quadrivium (arithmétique, musique, géométrie, astronomie,) les disciplines qui s'intéressent aux objets du monde et à leurs structurations formelles. Reprenant les travaux fondateurs d'Emile Durkheim, le sociologue de l'éducation Basil Bernstein (2007) y voit une opposition entre les disciplines de « l'intérieur » (de la personne) et les disciplines de « l'extérieur ». Cette différence de positionnement nous aide à comprendre la place et le rôle des SHS dans un curriculum d'ingénieurs, par rapport aux sciences de

la matière. Bernstein souligne l'affaiblissement marqué du trivium dans l'histoire de l'université. Sont passées au premier plan les disciplines que l'on dirait appliquées ou professionnelles, déjà présentes dans l'université médiévale (médecine, droit), mais qui ont pris une place prépondérante aujourd'hui dans l'enseignement supérieur. Ce mouvement explique la mobilisation des SHS comme sciences appliquées à la professionnalisation.

Il n'en reste pas moins que les principes du trivium sont en quelque sorte remobilisés, au travers des SHS, par les objectifs de la formation au DD.

La formation au développement durable

A travers les injonctions à la formation au DD resurgissent dans les écoles certaines oppositions entre sciences de l'ingénieur et SHS. Du côté des sciences de l'ingénieur, on insiste sur l'enseignement des limites physiques de la nature, quand certains discours venus des SHS peuvent céder au relativisme. Or connaître les limites physiques de la nature ne donne pas de solutions sur les moyens d'organiser les activités humaines, pas plus qu'ignorer les limites physiques et les technologies ne permet de penser une ingénierie adaptée. C'est dans une contribution réciproque et complémentaire, associant naturalisme et humanisme (Dewey, 2013), que doivent être pensées les modalités d'une formation au développement durable. A la connaissance des limites physiques de l'exploitation des ressources et au problème du réchauffement doivent être associées les solutions politiques, sociales, économiques, s'incarnant dans les innovations sociotechniques que produisent les ingénieurs.

Même si elle est polysémique, politiquement chargée et discutée, la notion de « développement durable » fait consensus sur l'idée d'une approche plurielle des problèmes, tout à la fois environnementale, sociale et économique. Cette approche plurielle est le point-clé de l'adaptation des curricula d'ingénieurs. Plutôt qu'un ensemble de connaissances nouvelles à ajouter à celles déjà transmises aux étudiants ingénieurs, la formation au DD repose en effet sur une nouvelle manière de poser les problèmes d'ingénierie. Jean-Louis Le Moigne (2007) a pensé la distinction entre l'approche cartésienne des problèmes, consistant à les séparer et réduire les difficultés jusqu'à les rendre simples, et l'*ingenium* de Vico, approche fondée sur la créativité par l'ouverture intellectuelle, prenant en compte la complexité des situations. L'ingénierie et les formations d'ingénieurs du XXe siècle ont été fortement marquées par la logique productiviste, conduisant à une segmentation des savoirs et une spécialisation disciplinaire autour de l'optimisation des objets et des techniques, guidées par le marché et les profits. En simplifiant le propos, on peut avancer que le tournant du développement durable nous fait passer de logiques réductionnistes et simplificatrices (problèmes de conception appliquée, dans des domaines techniques segmentés) à des logiques d'ensembles ou complexes (problèmes de conception intégrant de manière pluridisciplinaire les différents enjeux sociotechniques et les effets seconds des innovations). L'approche plurielle du développement durable repose ainsi sur une façon nouvelle de poser les problèmes, des efforts nouveaux de problématisation (Fabre, 2017).

Concrètement, cette approche problématisante consiste à s'écarter d'une logique linéaire problème→solution, de type solutionniste, visant à chercher d'emblée la réponse à disposition pour atteindre un objectif préconçu. Elle suppose au contraire un travail de construction et reconstruction

des problèmes (à la base des compétences de l'ingénieur) dans la définition de la question, la position du cadre, la réflexion sur les données et les conditions du problème, c'est-à-dire sa traduction en problème d'ingénierie. Par rapport aux objectifs de formation des ingénieurs au DD, l'essentiel des compétences intellectuelles à travailler pour les SHS réside dans le cadrage du problème, consistant à choisir un périmètre de la question et à y intégrer ou non un certain nombre d'éléments. Ce cadrage du problème consiste concrètement à répondre à des questions du type : « Jusqu'où vais-je, pour mon innovation technique, dans la prise en compte de telles ou telles attentes et contraintes économiques, environnementales, éthiques, sociales, etc. ? Jusqu'où vais-je dans la prise en compte des effets de la technologie mise en place, sur l'utilisation des ressources naturelles et les effets sur les usages sociaux ? Dans quelle temporalité et quelle spatialité dois-je concevoir la vie et les effets des artefacts produits, réels ou virtuels ? » Cadrer le problème, et donc le fermer à tel ou tel type de réalité, relève ainsi non d'une clôture intellectuelle imposée a priori par la segmentation disciplinaire et la spécialisation technique, mais d'un choix raisonné, conscient et assumé, relativement à un ensemble de savoirs à disposition, d'incertitudes identifiées, et de nécessités pratiques liées à un contexte.

Les SHS trouvent leur sens dans ce travail de cadrage des problèmes. Elles ne sont pas seulement un ensemble de techniques sociales utiles aux ingénieurs pour accompagner leur travail de management, ou le supplément d'âme et l'outil du bien-être, mais elles apportent les connaissances indispensables sur les aspects sociaux, économiques, éthiques, etc., entrant dans les problèmes d'ingénieurs ; elles offrent des méthodes pour problématiser selon des approches complexes ; elles donnent les outils de la réflexivité et de la métacognition, pour repenser l'innovation et les démarches de formation d'ingénieurs. On peut ainsi catégoriser cette contribution à travers quatre objectifs d'enseignement, qui correspondent à des registres intellectuels différents (Fabre, 2020) :

- la recherche et la mobilisation des savoirs nécessaires (à côté de la technique) sur les contraintes sociales, économiques, juridiques, sanitaires, etc. (registre épistémique) ;
- la réflexion sur les approches scientifiques, les méthodes, les technologies (registre épistémologique) ;
- le passage à l'action, par l'opérationnalisation de méthodes et de savoir-faire dans les pratiques sociales : état de l'art, enquête, coopération, négociation, décision, gestion, organisation, etc. (registre pragmatique ou « de la situation » selon Fabre, *ibid.*) ;
- la réflexion sur les conduites à tenir (éthique), les choix raisonnés, les renoncements assumés, les principes généraux et personnels orientant le cadrage des problèmes (registre axiologique).

Ces différents objectifs d'enseignement peuvent se décliner et se combiner par des approches pédagogiques variées. Dans les écoles d'ingénieurs, ces approches relèvent le plus souvent des méthodes actives, stimulant des travaux collectifs à vocation interdisciplinaire : apprentissages par problèmes et projets, enquêtes, controverses, etc.

Conclusion

L'urgence et l'effervescence autour de la formation au développement durable peut conduire légitimement les enseignants et responsables pédagogiques à rechercher les bonnes pratiques transposables et des outils clés en mains. La tendance est en effet au développement de dispositifs

standardisés, vus comme des solutions généralisables. Cependant, les démarches de standardisation et de transposition des bonnes pratiques se heurtent fréquemment aux réalités institutionnelles des établissements d'enseignement supérieur, à leurs environnements géographiques et socio-économiques, aux spécificités des domaines d'ingénierie concernés et aux enjeux particuliers qu'ils recouvrent (ex. : génie civil, numérique, agronomie, etc.). La formation au DD demande une approche contextualisée pour construire des démarches de formation adaptées aux réalités locales, aux objectifs d'enseignement et aux populations d'étudiants. Les SHS y contribuent comme ensemble de savoirs sur l'humain et la société mais aussi comme moyens intellectuels de la métacognition, c'est-à-dire de la réflexion sur les méthodes, les choix techniques, les objectifs des projets. Elles offrent ainsi les moyens de prendre du recul sur les démarches de problématisation au cœur des projets d'ingénierie.

Références bibliographiques

Bernstein, B. (2007). « Pensées sur le trivium et le quadrivium : le divorce entre savoir et détenteur du savoir ». Dans *Pédagogie, contrôle symbolique et identité. Théorie, recherche, critique*, Laval : Presses Universitaires de Laval, p. 129-136.

Dewey, J. (2013). « Les études physiques et sociales : le naturalisme et l'humanisme ». Dans *Démocratie et éducation*, Paris : Armand Colin, p. 369-382.

Fabre, M. (2020). « Conclusion », dans D. Lemaître, J. Vannerau et S. Zaouani-Denoux (dir.), *Problématiser les situations professionnelles*, Paris : L'Harmattan, p. 209-224.

Fabre, M. (2017). *Qu'est-ce que problématiser ?* Paris : Vrin.

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

Le Moigne, J.-Y. (2007). The intelligence of complexity. Do the ethical aims of research and intervention in education and training not lead us to a "new discourse on the study method of our time"? *Educational Sciences Journal*, 4, 1646- 6500.

Roby, C. (2014). *Place et fonction des SHS dans les Ecoles d'ingénieurs en France. Etat des lieux, enjeux et perspectives épistémiques*. Rennes : thèse de l'Université de Rennes 2.