



HAL
open science

Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

Nicolas Hervé, Julitte Huez

► **To cite this version:**

Nicolas Hervé, Julitte Huez. Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation. Cécile Gardiès; Laurent Fauré; Sylvie Sognos. *Changement et professionnalisation*, Cepadue éditions, pp.55-71, 2020, 978-2-36493-860-1. hal-02935697

HAL Id: hal-02935697

<https://hal.science/hal-02935697v1>

Submitted on 10 Sep 2020

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

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

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

Nicolas Hervé¹ & Julitte Huez²

¹Université Toulouse, UMR EFTS, ENSFEA

² Université de Toulouse, Toulouse INP

1.1 Introduction

Dans sa définition du métier d'ingénieur, la Commission des titres d'ingénieurs (CTI), rappelle, qu'outre l'étude et la résolution de problèmes complexes concernant des produits, systèmes ou services, l'ingénieur « prend en compte les préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif » (CTI, 2020, p. 12).

Cette définition du métier d'ingénieur a des conséquences en termes de formation : l'enjeu n'est pas de former un ingénieur exclusivement compétent dans les domaines scientifiques et techniques, sa compétence doit également s'exercer dans des dimensions aussi diverses que la gestion des risques, la prise en compte de l'incertitude de son action et des contextes, la prise de décisions socialement et éthiquement responsables, une réflexion critique sur les limites de son expertise, etc.

C'est ce que préconise la CTI à travers le regard évaluatif qu'elle porte sur la formation délivrée dans les écoles d'ingénieurs « dès lors, dans l'établissement des objectifs de formation, les écoles sont invitées à prendre en compte les enjeux sociétaux (pour lesquels les ingénieurs devront savoir évaluer l'impact éventuel de leurs actions et avoir un rôle proactif) (...) Plus généralement l'école cherchera à définir sa vision du rôle de l'ingénieur dans la société de demain pour répondre aux besoins de la société, des organisations et des ingénieurs eux-mêmes » (CTI, 2020, p. 34).

L'intégration de ces recommandations amène certaines écoles d'ingénieurs à faire évoluer leur cursus de formation en lien avec des études

prospectives sur les évolutions du métier d'ingénieur (par exemple IMT, 2014¹ ou le projet INSA 2040²).

Ces évolutions s'inscrivent également dans un mouvement international de réformes des formations d'ingénieurs, qui promeut l'approche par compétences, définies comme « [des] savoirs agir complexes prenant appui sur la mobilisation et l'utilisation efficace d'une variété de ressources » (Tardif et Dubois, 2013, p. 31), et qui vise à l'intégration de davantage de compétences transversales (« *soft skills* ») dans les curricula jusqu'alors essentiellement structurés par les compétences scientifiques et techniques (« *hard / technical skills* »). Les compétences, mises en avant sont ainsi liées à l'adaptation des futurs ingénieurs à des situations de travail de plus en plus complexes : communication, travail en équipe, créativité, éthique et management (Borrego et Bernhard, 2011 ; Rajala 2012).

Les curricula de formation sont questionnés selon deux dimensions : celle de l'adaptation de la *culture technoscientifique* des écoles (Roby, 2014, 2017b) à des nouvelles modalités d'exercice du métier, et celle du développement d'une nouvelle culture pédagogique fondée sur les compétences (CTI, 2020 ; Poumay, Tardif, et Georges, 2017).

Ce chapitre vise à contribuer aux réflexions actuelles sur les reconfigurations en cours dans la professionnalisation des ingénieurs (Balas et Riem, 2014 ; Lemaître, 2011). Dans une première partie, une analyse de la littérature propose un éclairage sur les contributions des sciences humaines et sociales (SHS) à l'actualisation de la culture technoscientifique transmise dans les écoles. Une deuxième partie envisage l'intérêt de dispositifs de formation centrés sur un travail prospectif, qui peuvent aider l'élève-ingénieur à construire son projet professionnel, personnel, et à appréhender sa responsabilité sociétale (Roby, 2017a). Toutefois, ces changements dans la manière de penser la professionnalisation des ingénieurs posent également la question de celle des enseignants-chercheurs qui y contribuent. Ainsi, dans une dernière partie, nous illustrons comment une recherche collaborative en cours à l'Institut National Polytechnique de Toulouse aborde conjointement la

¹ Institut Mines-Telecom. (2014). *Portrait de l'ingénieur 2030*. Sociovision.

² <https://fondation.insa-lyon.fr/content/insa-2040-focus-sur-demarche-prospective-inedite-dans-lenseignement-superieur>

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

conception de dispositifs de formation sur les futurs et l'accompagnement des évolutions de pratiques d'enseignement qu'ils nécessitent.

1.2 Vers une reconfiguration de la culture technoscientifique des ingénieurs

Les formations d'ingénieurs, par leurs modes de socialisation et l'organisation des curricula, par le contenu des enseignements, les laboratoires de recherche adossés ou encore les filières mises en place, transmettent une culture technoscientifique que Roby (2017b) définit comme « des façons d'envisager le monde, l'intériorisation de modes de pensée, d'action et de réflexion » (p. 22) qui sont attachées à des domaines techniques et scientifiques singuliers.

Cette culture technoscientifique est spécifique à chaque école, de par son histoire, ses filières, ses liens avec l'industrie, ses tutelles, etc. (Gervais 2007 ; Giré, Béraud, et Déchamps 2000 ; Roby 2014), et se caractérise par « des *positions épistémiques* différentes qui se répercutent notamment sur la connaissance et la reconnaissance des SHS dans leur contribution possible à la formation des ingénieurs » (Roby et Albero, 2013). Elle peut également se différencier à l'intérieur d'une école selon les parcours de spécialisation proposés (Frayse, 2000).

La culture technoscientifique transmise dans les écoles est questionnée à l'heure actuelle à différents niveaux.

C'est tout d'abord du côté des étudiants que les choses bougent. Des initiatives collectives, comme le mouvement *Ingénieurs Engagés*³ qui a émergé de l'INSA Lyon en 2017, ou le succès des grèves étudiantes pour le climat, et individuelles⁴ se multiplient. Elles montrent que le sens de la formation et celui du métier au regard des problématiques environnementales et sociétales constituent une préoccupation partagée par de plus en plus d'élèves-ingénieurs, et éprouvent en retour le rôle des écoles.

Le métier d'ingénieur évolue également. La CTI insiste sur le fait que les situations de travail, aussi diverses soient-elles, renvoient à la capacité de l'ingénieur à pouvoir les problématiser, c'est-à-dire à identifier dans celles-ci les obstacles, les contraintes et les ressources à prendre en compte

³ <https://ingenieurs-engages.org/>

⁴ Miller, M. (3 novembre 2019). Ces jeunes ingénieurs qui choisissent la décroissance. *Le Monde*.

(Roby, 2017a). Ces paramètres à considérer sont conçus comme complexes, multidimensionnels, d'ordre aussi bien techniques, économiques ou financiers que culturels, sociaux, éthiques ou écologiques, dans des contextes mondialisés. De nouveaux modèles du métier d'ingénieur sont promus tels que celui de « *global engineer* » par exemple (Rajala, 2012), de nouveaux secteurs d'activités émergent, notamment en lien avec les problématiques environnementales. On est donc en mesure de concevoir que les études de prospective sur les évolutions du métier d'ingénieurs sont également le signe du souhait d'actualiser la culture technoscientifique transmise (et apprise) dans les écoles.

Par ailleurs, les SHS ont construit depuis les années 1970 un « corpus conceptuel » à propos des sciences et des techniques, qui ont largement renouvelé les réflexions sur les activités techniques et les environnements de travail (Albero, 2010) et qui sont finalement peu enseignés dans les cursus d'ingénieurs (Roby, 2014). On peut par exemple citer les travaux des *science studies* (Pestre, 2006) qui permettent d'appréhender l'objet technique dans son inscription sociale, politique, éthique, etc.

Ces différents éléments incitent donc à reconsidérer les contenus et les modalités de transmission de la culture technoscientifique, afin qu'ils dépassent les dimensions purement scientifiques et techniques ou liées directement à l'exercice du métier, pour investir plus largement les conditions sociales du développement scientifique et technique, ses finalités politiques en lien avec les problématiques, en particulier environnementales, du 21^{ème} siècle.

1.3 La place des sciences humaines et sociales dans la formation des élèves-ingénieurs

Considérer que la formation des ingénieurs doit intégrer des domaines non techniques n'est pas nouveau et traverse l'histoire des écoles d'ingénieurs (Cotte, 2013 ; Derouet, 2010 ; Roby, 2017a, 2017b). Pour autant, l'enseignement des SHS a toujours du mal à se légitimer au sein des curricula de formation (Roby, 2017b), et prend des formes très variables suivant les écoles (Cotte, 2013 ; Deldicque, Loeve, et Steiner, 2018 ; Roby et Albero, 2013).

Lemaître (2014) catégorise ainsi les apports des SHS pour la formation des élèves-ingénieurs suivant trois grandes familles d'objectifs, qui renvoient à différentes conceptions du métier d'ingénieur.

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

Ces trois modèles correspondent également à des échelles sociales différentes :

- Le modèle du développement personnel (échelle *microsociale*) : les apports sont centrés sur la transmission d'outils de connaissances de soi, de techniques théâtralisées ou de communication, à travers la mise en place d'ateliers d'expression corporelle, ou d'un accompagnement au projet professionnel par exemple.
- Le modèle des sciences humaines pour l'ingénieur (échelle *mésosociale*) : les SHS sont vues comme des disciplines appliquées, dont les résultats et méthodes constituent des techniques aidant à la professionnalisation immédiate de l'ingénieur. Dans cette optique, ce sont des enseignements de gestion, management ou d'économie qui sont proposés aux étudiants. Roby et Albero (2013) ont montré dans une étude extensive des cursus de formation des écoles d'ingénieurs en France que la majorité des enseignements de SHS relevaient de ce modèle et que les SHS sont alors directement appliquées au monde de l'entreprise et justifiées en termes d'employabilité.
- Le modèle des humanités (échelle *macrosociale*) : c'est le modèle le moins présent, il renvoie à « une conscience des phénomènes contemporains, et suppose donc une approche plus réflexive, plus distanciée et plus critique, y compris de l'entreprise » (Lemaître 2014, p. 4). Les SHS sont alors mobilisées pour développer chez les élèves-ingénieurs des capacités de problématisation, de critique et d'interprétation dans les contextes contemporains où le développement technique est socialement questionné (à travers la multiplication des controverses socioscientifiques par exemple) et dans lesquels les enjeux et attentes sont conséquents - à travers notamment les problématiques émergentes de l'Anthropocène (Beau et Larrère, 2018).

Selon Lemaître (2014), ces différents modèles « installent les étudiants dans des logiques intellectuelles et morales différentes, et parfois apparemment contradictoires. Le problème des établissements de formation et de leurs tutelles est de savoir dans quelle sphère il faut intégrer les étudiants, selon les finalités assignées à la formation » (p. 5). Il préconise également de construire des enseignements de SHS qui permettent d'articuler les trois échelles, afin que les élèves-ingénieurs puissent problématiser l'inscription de leurs aspirations individuelles dans des trajectoires professionnelles et sociétales complexes.

1.4 Quels modèles de formation pour davantage articuler SHS et sciences de l'ingénieur ?

L'actualisation de la culture technoscientifique des écoles est une ambition que l'on retrouve dans de nombreux travaux de recherche sur la place des SHS dans les cursus d'ingénieurs (Chouteau *et al.* 2015 ; Deldicque, Loeve, et Steiner 2018 ; Lemaître 2014 ; Roby 2017). Un modèle de formation « alternatif » (Forest, Chouteau, et Nguyen, 2011) est proposé, dans lequel les savoirs et méthodes des SHS ne sont plus pensés « à côté » des savoirs et compétences scientifiques et techniques, mais hybridés aux sciences de l'ingénieur. Selon Roby (2017), « les SHS ont des apports concrets à proposer, notamment par le développement des capacités à prendre en compte différents modes de rationalité » (p. 31), permettant ainsi de problématiser les situations de travail des ingénieurs en y intégrant les contextes humains et sociaux.

Plusieurs modalités pédagogiques sont proposées pour donner vie à cette ambition.

Le *design* est par exemple conçu comme pouvant jouer le rôle d'« intercesseur » entre SHS et sciences de l'ingénieur (Deldicque *et al.*, 2018) et est à même de constituer un cadre d'activités de formation permettant aux élèves-ingénieurs de développer des compétences transversales (Lemaître, 2018). Il constitue une matrice mettant l'accent sur les gestes de conception, et donc sur l'acte d'innovation (Deldicque *et al.*, 2018 ; Forest *et al.*, 2011 ; Lemaître, 2018). En effet, innover exige de penser en même temps la création, la réception et la diffusion auprès d'usagers de l'artefact technique, cela nécessite d'« investir des mondes inconnus (arts, fictions, musées techniques...) » (Chouteau *et al.*, 2015, p. 12), et de prendre en compte l'environnement social, économique, culturel, politique, législatif, etc. avec lequel l'artefact va interagir.

Le cours de *cartographie des controverses*, initialement créé à l'école des Mines de Paris et qui a depuis largement essaimé, constitue une autre modalité pédagogique. Il permet d'expérimenter sur le mode de l'enquête la théorie de l'acteur-réseau (Callon, 2006) à propos de controverses sociotechniques. La nature contemporaine de la production des savoirs scientifiques, le jeu d'acteurs autour de la médiation des controverses, les formes de mobilisation citoyenne à propos du développement des sciences et des techniques, ainsi que le statut de l'expertise sont ainsi appréhendés et travaillés (Hervé, 2019).

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

Les modules de formation sur *la durabilité économique, environnementale et sociétale* se développent également dans les cursus d'ingénieur à l'international (Kerr, 2010 ; Lotz-Sisitka, Wals, Kronlid, et McGarry, 2015 ; Mihelcic *et al.*, 2008) en particulier parce que les prochaines générations d'ingénieurs auront à faire face à des problèmes à l'échelle mondiale et locale nécessitant de dépasser les frontières disciplinaires traditionnelles (Bell, 2011). Ces modules associent notamment les sciences de l'ingénieur, les sciences de l'environnement, les sciences politiques et l'éthique.

Plusieurs caractéristiques sont communes à ces différentes propositions pédagogiques. Elles s'inscrivent dans des pédagogies actives, les compétences transversales structurent l'apprentissage que les étudiants font des théories et démarches scientifiques des SHS (Lemaître, 2018), et elles mobilisent l'interdisciplinarité (Roby, 2017a). Elles ont en outre pour objectifs le développement de la complexité des raisonnements, en intégrant les dimensions sociales, éthiques, critiques et politiques aux manières de penser et d'agir à propos des innovations scientifiques et techniques, et celui de la pratique réflexive des élèves ingénieurs sur leurs propres façons de problématiser une situation.

La formation consiste ainsi à « accompagner les élèves-ingénieurs à passer de l'apprentissage d'une analyse fonctionnelle réalisée à une échelle locale à celui d'une analyse compréhensive prenant en compte le contexte de l'instrumentation, des acteurs sociaux concernés et de leurs interactions mais aussi des évolutions possibles. Dans cette démarche, la compréhension de la technique serait assurée non plus comme simple moyen mais comme modalité humaine de rapport au monde, relevant d'un projet social et politique » (Roby, 2014, p. 117).

Un enjeu important de ces formations est qu'elles problématisent *la dimension future*, à travers des gestes aussi différents que la prise de décision stratégique en situation d'incertitudes, l'innovation dans la conception d'objets techniques, la prise en compte des problématiques environnementales en lien avec les activités humaines, les controverses liées au développement des sciences et des techniques.

Notre recherche s'intéresse à expliciter davantage cette dimension future et à envisager la possibilité d'en faire un élément d'actualisation de la culture technoscientifique au sein des écoles d'ingénieurs. Il s'agit alors pour nous de construire un dispositif de formation, adressé aux élèves-ingénieurs, visant le développement d'une pensée prospective (Hervé, 2020) leur permettant de situer leur action au sein de contextes personnels, professionnels et sociétaux en évolution.

1.5 Penser les futurs : une dimension de la culture technoscientifique

Intégrer la dimension future à la formation fait écho d'une part, à l'injonction faite aux écoles par la CTI de lier formation des élèves-ingénieurs et anticipation de leur rôle dans un monde à venir, et d'autre part, au développement, dans le monde anglo-saxon, de travaux de recherche sur la pensée prospective dans l'enseignement des sciences et des techniques (Branchetti *et al.*, 2018 ; Bunting et Jones, 2015 ; Jones *et al.*, 2012).

1.5.1 Quelques éléments sur les futurs

Si la dimension future est le domaine par excellence de l'incertitude et de l'imprévisibilité, cela ne veut pas dire pour autant que l'on ne doit pas faire l'effort de s'y préparer ! C'est tout l'enjeu des *Futures Studies* (Sardar, 2013), considérer la dimension future comme un espace ouvert de potentialités qui dépend en partie de nos actions présentes.

Il existe en fait plusieurs catégories de futurs (Voros, 2017, p. 11), dont les caractéristiques sont représentées dans le cône dit des 4P (probable, plausible, possible et préférés) de la figure 1.

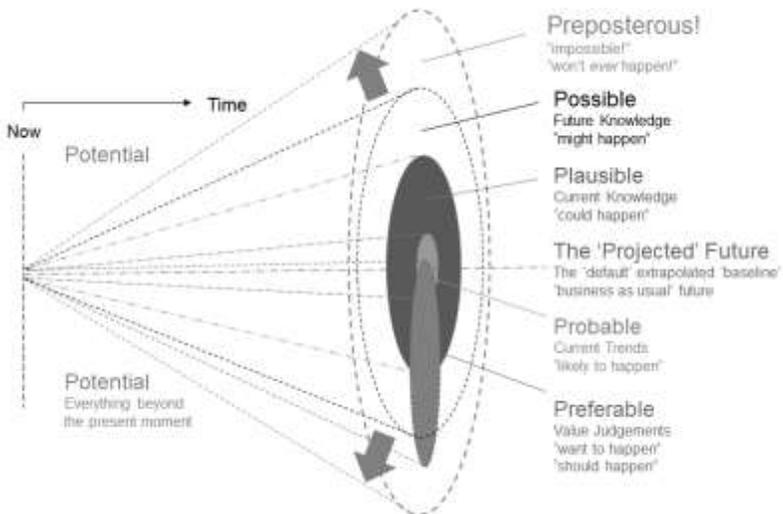


FIG. 1 – *Cône des 4 P* (Voros, 2017, p. 11).

Chaque catégorie de futurs peut donner lieu à un travail spécifique de prospective selon diverses méthodes (Popper, 2008). Les *Futures Studies* irriguent à l'heure actuelle des domaines liés à la stratégie des politiques publiques, des entreprises ou dans le pilotage des innovations scientifiques et techniques (Sardar, 2013).

Notre objectif est de puiser dans la tradition de la « *Futures Education* » (Hicks, 2002) pour construire des dispositifs de formation qui permettent aux élèves-ingénieurs d'examiner et de problématiser leurs points de vue et préoccupations concernant des questions socio-scientifiques et socio-techniques, en leur donnant la possibilité d'évaluer les impacts des sciences et des techniques sur la société, d'identifier des dilemmes éthiques, et d'explorer des pistes possibles de solution. Les thèmes développés sont susceptibles d'engager et de motiver les élèves dans leurs apprentissages (Lloyd & Wallace, 2004, p. 164), et de leur permettre, par une intégration des savoirs scientifiques et techniques à des savoirs issus des sciences humaines et sociales, la construction de raisonnements complexes sur des problèmes qui leur font sens.

Les modalités pédagogiques prônées par la *Futures Education* sont variées : construction de scénarios permettant de générer des représentations de multiples futurs, en prenant en compte des variables

d'évolution et différentes contraintes, production d'images des futurs permettant d'expliciter raisonnements et points de vue sur le présent, jeux sérieux, et des dispositifs proches de ceux déjà évoqués comme mobilisant les SHS, tels que le design-fiction, et les dilemmes éthiques, par exemple.

1.5.2 Intérêts pour la formation des ingénieurs

Nous faisons ainsi l'hypothèse que mettre les élèves-ingénieurs en situation de problématiser leurs futurs, aussi bien individuels (dans la construction de leur identité personnelle, sociale, professionnelle) que collectifs (enjeux sociétaux de l'anthropocène, rôle social de l'ingénieur et du citoyen dans les controverses socioscientifiques), est de nature à mettre en tension les trois échelles de Lemaître (2014), précédemment décrites et nécessite des savoirs ou compétences liées aux SHS.

En effet, le travail sur les futurs permet de développer :

- La *personne* (échelle microsociale) : plusieurs études en psychologie montrent que les individus préférentiellement orientés vers le futur ont une conscience aigüe des conséquences de leurs actions, qu'ils ont tendance à instrumentaliser leurs comportements pour atteindre les buts qu'ils se fixent à moyen-long terme, à s'investir plus fortement dans leurs études scolaires et à éviter les pratiques à risque dans le domaine de la santé (pour une revue de littérature voir Demarque, Apostolidis, Chagnard, et Dany, 2010). Milfont, Wilson, et Diniz (2012) montrent également dans une méta-analyse que la dimension future joue un rôle important et positif sur les attitudes et les comportements des individus à l'égard de l'environnement.
- Le *professionnel* (échelle mésosociale) : le travail des ingénieurs est central dans une société dont le développement scientifique et technique constitue le moteur économique, et à ce titre, un monde futur durable et soutenable nécessite que les ingénieurs développent un point de vue éthique sur leur pouvoir d'agir.
- L'*humain* ou le *citoyen* (échelle macrosociale) : les représentations des futurs déployées par les individus, enfants ou adultes, ou véhiculées par l'imaginaire collectif, contiennent des éléments scientifiques et techniques, qui soulignent bien l'ambivalence de leur rapport à ces domaines, les sciences et techniques font partie des problèmes mais aussi des solutions face aux défis mondiaux actuels (Rubin, 2013). Toutes les controverses ont une dimension future bien marquée (Chateauraynaud, 2013).

Cela peut permettre de questionner le rôle social, la responsabilité sociale de l'ingénieur, le développement scientifique et technique de nos sociétés, la part politique des controverses socio-scientifiques, mais aussi ce qui est collectivement acceptable.

Cet objectif se situe dans la lignée de la réflexion de Gaston Berger, à la fois initiateur de la prospective en France et créateur de l'INSA de Lyon (Escudé, 2010).

Nous présentons dans les paragraphes qui suivent comment nous envisageons la conception de dispositifs de formation centrés sur les futurs en tant que recherche collaborative (de type *design-based research*) (Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015).

1.6 Une recherche collaborative orientée par la conception : exemple du LÉA INPliqués

1.6.1 Principes de la démarche de conception de dispositifs sur les futurs

Trois principes nous ont guidé pour considérer l'implémentation de dispositifs de formation centrés sur les futurs dans les cursus ingénieurs.

Le premier concerne la nécessité de *s'appuyer sur les représentations sociales* qu'ont les acteurs impliqués dans le dispositif à propos des futurs. En effet, l'étude des représentations sociales des apprenants et des enseignants est souvent mobilisée en didactique (en particulier des questions socialement vives et de l'éducation au développement durable) pour instruire les conditions de l'intervention didactique, en identifiant les possibles obstacles ou en concevant des dispositifs de formation pensés pour les transformer. Suivre leur évolution permet également d'évaluer la portée transformative des parcours de formation des apprenants (Garnier, 2000). Différentes études en éducation aux futurs ont montré l'importance des représentations sociales des élèves et des enseignants dans la mise en forme scolaire du travail sur les futurs (Gidley, 2004 ; Oscarsson, 1996).

Le deuxième principe repose sur *la mise en place de pratiques d'enseignement centrées sur l'apprenant, son autonomie, sa capacité à construire ses connaissances et à explorer une question*. Le format pédagogique de l'enquête est promu dans l'éducation aux futurs (Pauw & Béneker, 2015). Il convient donc de former les enseignants à des pédagogies actives, d'inspiration socio-constructivistes, ce qui va dans le sens des dispositifs d'appui à la pédagogie qui se mettent en place dans

l'enseignement supérieur, et de la promotion de l'interdisciplinarité et de l'approche par compétences. Ces pratiques d'enseignement sont par contre perçues comme risquées par les enseignants (Bateman, 2012, 2015). Ils considèrent en effet qu'ils manquent de maîtrise sur les dispositifs spécifiques à mettre en place, notamment dans la gestion d'activités reposant sur la créativité, en particulier pour des disciplines centrées habituellement sur un travail logique, explicatif ou de raisonnement. C'est accepter également des incertitudes relatives à ce que les élèves peuvent proposer en classe, en termes de croyances, savoirs, valeurs ou bien d'émotions. C'est aussi prendre le risque de se lancer dans des formes pédagogiques dans lesquelles les élèves peuvent avoir le sentiment de moins apprendre que dans des formes plus traditionnelles (Deslauriers, Mc Carty, Miller *et al.*, 2019).

Le troisième principe est l'inscription du travail de conception des situations d'enseignement/apprentissage au sein de *recherches collaboratives* avec les enseignants-chercheurs des écoles. Il s'agit d'adopter une perspective écologique, en considérant les conditions d'exercice des enseignants-chercheurs, leurs pratiques et l'organisation des curricula, de façon à faire tenir ensemble une analyse du processus de conception du dispositif et de sa mise en œuvre co-instruites avec les enseignants-chercheurs, ce qui participe d'un accompagnement de leur développement professionnel (Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015).

1.6.2 Exemple du LéA INPliqués

Ces différents principes se matérialisent dans le LéA INPliqués (Lieux d'éducation associés - INPT lieu en Questionnement sur l'Enseignement Supérieur), dans lequel Toulouse-INP⁵ poursuit le travail engagé depuis bientôt 10 ans pour renouveler les pratiques pédagogiques dans ses cursus d'ingénieurs. En effet, après la mise en place d'une équipe de soutien à la pédagogie, chargée, en outre, de former et d'accompagner les enseignants chercheurs (EC) pour enseigner, Toulouse-INP entre en 2018 dans le dispositif LéA porté par l'Institut français de l'éducation (Huez, 2019). Les conseillers pédagogiques (CP) de Toulouse-INP s'y sont associés à des chercheurs en sciences de l'éducation et de la formation (UMR Education

⁵ Toulouse- Institut National Polytechnique (www.inp-toulouse.fr/) regroupe six écoles d'ingénieurs

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

Formation Travail Savoirs, Laboratoire Ecole Mutations Apprentissages) pour penser, avec les EC, la mise en œuvre et l'élaboration de situations d'enseignement/apprentissage intégrant davantage l'enseignement des SHS et des enjeux sociétaux.

Dans ce LéA, préalablement au travail envisagé avec les EC sous forme de recherche-collaborative, le binôme chercheur-CP que nous sommes, propose la documentation et le recueil des points de vue sur les futurs des élèves-ingénieurs, des enseignants-chercheurs et d'ingénieurs-experts. Cela afin de problématiser les questions de formation et de recherche que la recherche-collaborative permettra d'explorer, à travers la co-conception et le suivi de ces situations enseignement/apprentissage. Ainsi, la démarche envisagée et synthétisée dans la figure 2, fait apparaître deux processus se déroulant en parallèle :

- le suivi de représentations d'élèves-ingénieurs sur les futurs (axe horizontal dans les formes ovales) et
- la formation des enseignants-chercheurs en lien avec la recherche collaborative (axe horizontal dans les formes rectangulaires).

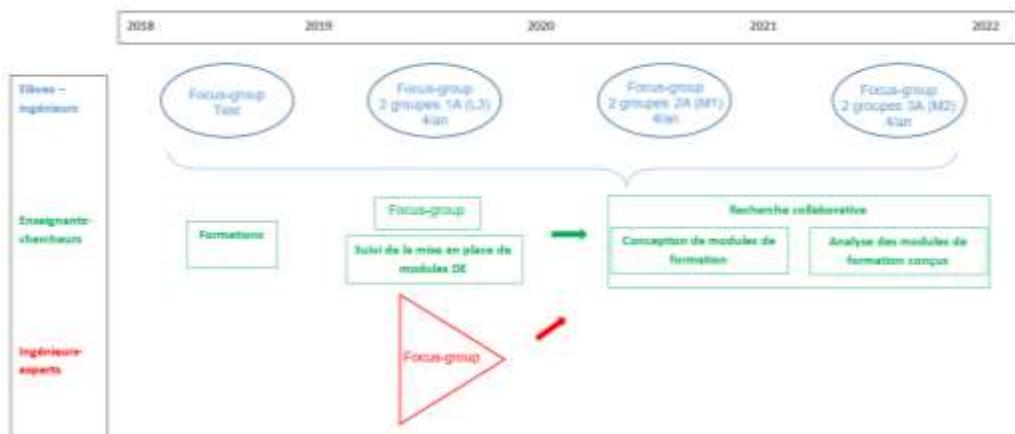


FIG. 2 - Démarche globale de la recherche menée dans le LéA INPliqués.

Au niveau des élèves-ingénieurs, des focus-groups (deux groupes de 6 élèves) sont organisés. Ils visent à suivre des élèves-ingénieurs durant leurs trois années d'études (L3-M2), à comprendre leurs représentations sociales sur les liens sciences-techniques-société, sur les futurs de la société, sur les métiers des futurs en lien avec l'ingénierie. Ils sont aussi destinés à suivre

l'évolution de leur vision du métier d'ingénieur et de leur professionnalisation durant tout leur cursus.

Au niveau des enseignants-chercheurs, des formations autour de dispositifs pédagogiques mobilisant l'analyse de situations complexes tels que la démarche ARDI (acteurs ressources dynamiques et interactions) (Simonneaux et Simonneaux, 2009), des modalités de problématisation (le diagnostic organisationnel et construction d'études de cas entre pairs) (Hahn et Vignon, 2017), ou encore la démarche d'enquête sur les questions socialement vives (Simonneaux *et al.*, 2017) ont été proposées et un suivi de la mobilisation de ces contenus dans l'élaboration d'enseignements intégrant les SHS est organisé dans le cadre d'une recherche collaborative. Ainsi un focus-group d'EC volontaires permettra d'appréhender comment et pourquoi ils s'emparent (ou pas) des démarches proposées comme de documenter leurs propres représentations des futurs.

Les représentations des futurs des élèves-ingénieurs, d'ingénieurs experts et des EC seront co-analysées dans le cadre de cette recherche collaborative, avec l'objectif de concevoir et d'appréhender la mise en place de dispositifs de formation mobilisant les futurs.

1.7 Conclusion

Professionnaliser les élèves-ingénieurs à inscrire leurs actions dans des contextes scientifiques, techniques et sociaux de plus en plus *problématiques* nécessite une évolution des cursus de leur formation.

L'existence d'un département dédié à des recherches en SHS au sein des écoles apparaît comme un élément discriminant dans la possibilité qu'ont les écoles de s'inscrire dans un changement de culture technoscientifique (Roby, 2014), ce qui pose bien évidemment la question de la stratégie de développement des écoles vis-à-vis des SHS.

En présentant la démarche entreprise au sein du LéA INPliqués, nous souhaitons montrer la manière dont nous nous approprions les enjeux liés à la professionnalisation des ingénieurs, en associant à cette réflexion celle de l'évolution des pratiques d'enseignement des EC, à la fois au niveau des contenus et des modalités d'enseignement/apprentissage. En effet, comme le rappelle Lemaître (2011), la professionnalisation des ingénieurs n'est pas uniquement à envisager comme l'adéquation des diplômés à leurs futures activités professionnelles, elle résulte de négociations politiques entre les acteurs de la formation quant à des visions du monde, des rapports aux

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

savoirs, des valeurs, des modèles de transmission. C'est sur cette logique que nous essayons de co-construire « d'autres » dispositifs de formation : intégrer les enjeux des futurs aux échelles individuelles et collectives, professionnaliser simultanément élèves-ingénieurs et EC, intégrer SHS et savoirs scientifiques et techniques, allier recherche en éducation et formation pédagogique, peuvent contribuer à faire bouger les positions des différents acteurs de la formation et de la pédagogie universitaire. Nous espérons donc à travers ce projet documenter à la fois les représentations des futurs de ces acteurs et proposer des modalités de formation alternatives pour l'enseignement supérieur qui permettent de les faire évoluer.

Bibliographie

ALBERO B., Penser le rapport entre formation et objets techniques. : Repères conceptuels et épistémologiques. Dans In G. Leclercq et R. Varga Eds.), *Dispositifs de formation et environnements numériques : Enjeux pédagogiques et contraintes informatiques*, Hermès / Lavoisier, 2010, p. 1-22.

BALAS S. & RIEM P., Conception de référentiels et pédagogie de l'alternance des formations d'ingénieur, *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 30(3), 2014, p. 1-19.

BATEMAN D., Transforming teachers' temporalities: Futures in an Australian classroom, *Futures*, 44(1), 2012, p. 14-23.

BATEMAN D., Ethical dilemmas: Teaching futures in schools, *Futures*, 71, 2015, p. 122-131.

BEAU R. & LARRERE C., *Penser l'Anthropocène*, Paris : Presses de Sciences Po, 2018.

BELL S., *Engineers, society, and sustainability. Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society*, California, US: Morgan & Claypool, 2011.

BORREGO M. & BERNHARD J., The Emergence of Engineering Education Research as an Internationally Connected Field of Inquiry, *Journal of Engineering Education*, 100(1), 2011, p. 14-47.

BRANCHETTI L., CUTLER M., LAHERTO A., LEVRINI O., PALMGREN E. K., TASQUIER G. & WILSON C., The I SEE project: An approach to futurize STEM education. *Visions for Sustainability*, (9), 2018.

BUNTTING C. & JONES A., Futures Thinking in the Future of Science Education. Dans D. Corrigan, C. Bunting, J. Dillon, A. Jones

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

& R. Gunstone (Eds.) *The Future in Learning Science: What's in it for the Learner?* Cham: Springer, 2015, p. 229-244.

CALLON M., Sociologie de l'acteur réseau. Dans M. Akrich, M. Callon & B. Latour (Eds.), *Sociologie de la traduction: Textes fondateurs*, Paris : Presses des Mines, 2006.

CHATEAURAYNAUD F., Des prises sur le futur. Regard analytique sur l'activité visionnaire. Dans D. Bourg, P.-B. Joly, A. Kaufmann (Eds). *Du risque à la menace*, Paris : PUF, 2013, p. 287-309.

CHOUTEAU M., ESCUDIE M. P., FOREST J. & NGUYEN C., La technique est-elle condamnée à entrer par effraction dans notre culture ? *Phronesis*, 4(2), 2015, p. 6-16.

COTTE M. (2013). Les SHS en écoles d'ingénieurs, entre utilité pratique et formation culturelle. Dans Actes du Colloque Les sciences humaines dans les parcours scientifiques et techniques professionnalisants : Quelles finalités et quelles modalités pratiques ? Organisé à Créteil, les 7 et 8 février 2013.

CTI, Références et orientations de la Commission des titres d'ingénieur—Livre I, 2020.

DESLAURIERS L., McCARTY L., MILLER K., CALLAGHAN K. & Kestin G., Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 2019, p. 19251-19257.

DELDICQUE T., LOEVE S. & STEINER P., Enquête sur les sciences humaines et sociales dans les écoles d'ingénieurs, *Revue d'histoire des sciences humaines*, (33), 2018, p. 275-298.

DEMARQUE C., APOSTOLIDIS T., CHAGNARD A., & DANY L., Adaptation et validation française de l'échelle de perspective temporelle « Consideration of future consequences » (CFC), *Bulletin de psychologie*, 509(5), 2010, p. 351-360.

DEROUET A., L'invention de l'autre formation des ingénieurs : Débats et controverses autour des enseignements non techniques au milieu du XXe siècle. *Cahier de RECITS*, (7), 2010, p. 27-46.

ESCODIE, M. P., Politique de l'esprit chez Gaston Berger. Aux origines de l'INSA, *Cahiers de RECITS*, (7), 2010, p. 47-62.

FOREST J., CHOUTEAU M. & NGUYEN C., Conceptions de l'innovation et formations de l'ingénieur, *Les cahiers du Musée des confluences*, (7 : Innovation), 2011, p. 37-47.

FRAYSSE B., La saisie des représentations pour comprendre la construction des identités, *Revue des sciences de l'éducation*, 26(3), 2000, p. 651-676.

GARNIER C., Contribution de la théorie des représentations sociales au champ de l'éducation relative à l'environnement, *Les dossiers des sciences de l'éducation*, (4), 2000, p. 23-41.

GERVAIS J., *La réforme des cadres de l'action publique ou la fabrique d'un « nouveau » corps des Ponts et Chaussées Impératifs managériaux, logiques administratives et stratégies corporatistes (fin du XXe siècle)*, Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2, Lyon, 2007.

GIDLEY J., *Futures/foresight in education at primary and secondary levels: A literature review and research task analysis*. Futures in Education : Principles, Practice and Potential, 2004.

GIRE A., BERAUD A. & DECHAMPS P., Les ingénieurs : Identités en questions. Paris : L'Harmattan, 2000.

HERVE N., L'enquête dans la cartographie des controverses : Principes pour une adaptation dans l'enseignement secondaire. Dans J. Simonneaux (Ed.), *La démarche d'enquête, contribution à la didactique des Questions Socialement Vives*, Dijon : Educagri éditions, 2019, p. 171-188.

HERVE N., *Didactique des questions socialement vives et Anthropocène, enquêter pour développer la pensée prospective*, Note de synthèse, Habilitation à diriger des recherches, Université de Toulouse, 2020.

HICKS D., *Lessons for the future: The missing dimension in education*. London: Routledge Falmer, 2002.

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

HUEZ J., Coopérer au sein d'un Lieu d'éducation Associé à l'Institut français de l'éducation et envisager la recherche-collaborative sur le terrain de l'enseignement supérieur. *Questions de Pédagogies dans l'Enseignement Supérieur*, ENSTA Bretagne, Brest, 2019.

JONES A., BUNTTING C., HIPKINS R., McKIM A., CONNER L. & SAUNDERS K., Developing Students' Futures Thinking in Science Education, *Research in Science Education*, 42(4), 2012, p. 687-708.

KERR I. R., Futures Thinking for Engineering and Engineers Australias Continuing Professional Development Process, *Australasian Journal of Engineering Education*, 16(1), 2010, p. 13-20.

LEMAITRE D., Professionnalisation et modèles professionnels dans les grandes écoles françaises, *Recherche et formation*, (66), 2011, p. 93-106.

LEMAITRE D., Quelles finalités pour les sciences humaines et sociales dans la formation des ingénieurs ? *Kalim*, 2014, p. 25-40.

LEMAITRE D., *Training Engineers for Innovation*. Wiley: ISTE Editions, 2018.

LOTZ-SISITKA H., WALS, A. E., KRONLID D. & McGARRY D. (2015), Transformative, transgressive social learning : Rethinking higher education pedagogy in times of systemic global dysfunction, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, (16), 2015, p. 73-80.

MIHELICIC J. R., PATERSON K. G., PHILLIPS L. D., ZHANG Q., WATKINS D. W., BARKDOLL B. D., ... HOKANSON D. R., Educating engineers in the sustainable futures model with a global perspective, *Civil Engineering and Environmental Systems*, 25(4), 2008, p. 255-263.

MILFONT T. L., WILSON J. & DINIZ P., Time perspective and environmental engagement: A meta-analysis, *International Journal of Psychology*, 47(5), 2012, p. 325-334.

OSCARSSON V., Pupils' Views on the Future in Sweden, *Environmental Education Research*, 2(3), 1996, p. 261-277.

PAUW I. & BÉNEKER T., A futures perspective in Dutch geography education. *Futures*, 66, 2015, p. 96-105.

PESTRE D., *Introduction aux Science Studies*, Paris : La découverte, 2006.

POPPER R., Foresight Methodology. Dans L. Georghiou, H. Cassingena, M. Keenan, I. Miles, and R. Popper, *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice*, Cheltenham: Edward Elgar, 2008, p. 44-88.

POUMAY M., TARDIF J. & GEORGES F., *Organiser la formation à partir des compétences : Un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur*, Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur, 2017.

RAJALA S. A., Beyond 2020: Preparing Engineers for the Future, *Proceedings of the IEEE*, 100(Special Centennial Issue), 2012, p. 1376-1383.

ROBY C., Place et fonction des SHS dans les Écoles d'ingénieurs en France : État des lieux, enjeux et perspectives épistémiques, Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université de Rennes, 2014.

ROBY C., Évolution du rôle social à la responsabilité sociétale des ingénieurs. *Techniques de l'ingénieur Ingénierie et responsabilités*, base documentaire : TIB598DUO.(ref. article : ag109), 2017a.

ROBY C., Humanités et SHS dans les écoles d'ingénieurs en France : Une approche sociohistorique, *Tréma*, (47), 2017b, p. 17-34.

ROBY C. & ALBERO B., Enquête sur les formations d'ingénieurs en France : La construction d'une catégorisation sur la place et la fonction des Sciences Humaines et Sociales. *Actes du Colloque Les sciences humaines dans les parcours scientifiques et techniques professionnalisants : Quelles finalités et quelles modalités pratiques ?* Organisé à Créteil, les 7 et 8 février 2013.

RUBIN A., Hidden, inconsistent, and influential: Images of the future in changing times, *Futures*, 45, 2013, 38-44.

Chapitre 3 : Problématiser les futurs en école d'ingénieurs, un enjeu de professionnalisation

SANCHEZ E. & MONOD-ANSALDI R., Recherche collaborative orientée par la conception, *Éducation et didactique*, 9(2), 2015, p. 73-94.

SARDAR Z., *Future: All that matters*, London: Hodder & Stoughton Libri, 2013.

SIMONNEAUX J. & SIMONNAUX L., De ARDI à ARIP : la transposition d'une méthode de recherche pour accompagner les élèves dans l'élaboration d'une problématique, *Sixièmes journées scientifiques de l'ARDiST - Nantes*, 14-16 octobre 2009.

SIMONNEAUX L., SIMONNEAUX J., HERVE N., MOLINATTI G., NEDELEC L., CANCIAN N. & LIPP A., Menons l'enquête sur des questions d'EDD dans la perspective des QSV, *Formation et pratiques d'enseignement en questions*, (22), 2017, p. 143-160.

TARDIF J. & DUBOIS B., De la nature des compétences transversales jusqu'à leur évaluation: Une course à obstacles, souvent infranchissables, *Revue française de linguistique appliquée*, 28(1), 2013, p. 29-45.