

Former les ingénieurs

à la redirection écologique

par la mise en fiction de « futurs crédibles, désirables et partagés » ?

#Ingénieur
#FormationDesEnseignants
#Futur
#Problématisation
#RedirectionÉcologique

Hugo Paris,

Docteur en sciences de l'éducation et de la formation,
Laboratoire Apprentissage Didactique Evaluation Formation
(ADEF, UR 4671), Aix-Marseille Université ; Institut National
des Sciences Appliquées de Lyon (France).

Résumé

Dans cet article, nous proposons de réfléchir du point de vue de la formation initiale des ingénieurs aux conditions qui permettraient une réorientation de leur expertise au service de la redirection écologique. Après avoir resitué les héritages culturels de la profession d'ingénieur, nous soulignons la nécessité d'un déplacement épistémologique et éthique pour s'engager dans la redirection écologique, conçue comme une démarche de care. Nous présentons ensuite l'approche et les résultats d'un dispositif de recherche-intervention sur la formation continue des enseignants d'école d'ingénieurs. Nous analysons les effets de ce dispositif au travers de la manière dont les enjeux écologiques sont formulés et problématisés dans le module pédagogique élaboré par les enseignants que nous avons accompagnés. Par l'étude de ce module, on cherche à comprendre l'élaboration de nouveaux rôles possibles pour l'ingénieur comme médiateur, travaillant à l'élaboration d'imaginaires rationnels.



Introduction

Le constat du délabrement généralisé des cycles biogéochimiques de la Terre provoqué par nos modes de production et de consommation est implacable. Il appelle des transformations importantes pour éviter un effondrement irrémédiable de la biodiversité et par là du monde habité par les humains. L'enseignement supérieur est évidemment lui aussi concerné, ce que l'on retrouve à la fois dans les revendications des étudiants qui demandent que ces sujets soient abordés dans leur formation (MPURE, 2018), dans les prises de position du corps académique (Jean *et al.*, 2021) et dans les déclarations institutionnelles (CGE, CPU et CDEFI, 2019). Pourtant, en 2019, l'association *The Shift Project* (2019) constatait que seules 11 % des formations françaises dans l'enseignement supérieur traitaient des enjeux climat-énergie de manière obligatoire. À différentes échelles, de plus en plus d'établissements s'emparent des questions écologiques au travers d'évolution de leur curriculum. Les écoles d'ingénieurs françaises ont un rôle important à jouer, leurs diplômés occupant historiquement une position décisive dans la conception, la fabrication et la maintenance de la technosphère, c'est-à-dire l'ensemble des artefacts – y compris biologiques – produits par les humains (Elhacham *et al.*, 2020). À ce titre, les ingénieurs peuvent continuer à perpétuer et étendre cette technosphère capitaliste ou bien chercher à mettre leur expertise au service de sa redirection écologique, qui implique des formes de démantèlement et de fermeture (Bonnet, Landivar et Monnin, 2021).

Dans cet article, nous proposons de réfléchir aux conditions qui rendraient possible cette réorientation de l'expertise des ingénieurs, du point de vue de leur formation initiale. Dans un premier temps nous tâcherons de resituer brièvement la contribution historique à la modernité des ingénieurs. Cela nous permettra de prendre la mesure des héritages culturels avec lesquels cette profession doit composer pour pouvoir s'engager dans la redirection écologique. Ensuite, nous exposerons l'approche méthodologique retenue dans la recherche doctorale en sciences de l'éducation et de la formation (Paris, 2024) sur laquelle ce texte prend appui. Enfin, nous présenterons une analyse des effets de ce dispositif au travers de la manière dont les enjeux socio-écologiques sont formulés et problématisés dans le projet « Et si... » élaboré par les participants de notre dispositif. Nous montrerons en particulier comment la figure de *l'imaginaire rationnel qui se déploie dans ce projet ouvre la voie à deux nouveaux rôles possibles pour l'ingénieur que pourraient être d'une part la figure du leader d'opinion travaillant à une ingénierie des récits collectifs et d'autre part celle de l'instigateur de démarches d'enquêtes en lien avec la redirection écologique* (Monnin, 2023).

1. Hériter de l'ingénierie : une possible mise au service de la redirection écologique ?

1.1 Contre le discours de l'éveil écologique contemporain, une histoire des désinhibitions modernes

La préoccupation pour la préservation et la défense de l'environnement est souvent vue comme liée à l'émergence et aux développements ultérieurs du mouvement écologiste dans les années 60 aux Etats-Unis et en Europe occidentale. Ce mouvement est associé à des publications emblématiques comme le livre *Silent Spring* de la biologiste américaine Rachel Carson en 1962, la photographie *Blue Marble* de la Terre vue depuis l'espace en 1972 (Houdart et Jungen, 2015) ou encore le rapport du Club de Rome *The Limits to Growth* paru la même année. Ce début de frise chronologique peut être complété en mentionnant l'institutionnalisation nationale et internationale des questions environnementales, avec la création de ministères ou d'agences dédiés dans les années

70 d'une part et l'inscription de la notion polysémique de développement durable (Leroy et Lauriol, 2011) comme une priorité politique internationale entre la fin des années 80 et le début des années 90. Au fond, un tel discours d'un éveil écologique peut être résumé à un énoncé simple : à mesure que la prise de conscience environnementale se diffuse dans la société, les pouvoirs publics s'emparent de façon croissante de ces enjeux. Si les actions et les réformes manquent encore d'ambition comparées aux alertes scientifiques relayées par le GIEC ou l'IPBES, ce serait par manque de sensibilisation et défaut d'information de la population. Autrement dit, jusqu'ici, nous aurions aveuglément transformé l'environnement à notre profit sans nous rendre compte que cela mettait en danger l'équilibre du système Terre et de ses cycles biogéochimiques (Bonneuil et Fressoz, 2016). Ce récit se retrouve à différents niveaux, et en particulier chez les fondateurs des sciences du système Terre (e.g. Rockström *et al.*, 2009).

Ce discours de l'éveil écologique progressif de nos sociétés modernes pose pourtant plusieurs problèmes : (1)

d'abord sur le plan historique, on peut trouver de nombreuses manifestations antérieures de préoccupations quant aux effets des activités anthropiques sur l'environnement parmi différentes sociétés humaines (Jarrige, 2018 ; Charbonnier, 2020 : p. 21-26 et p. 140-142) ; (2) sur le plan politique, cela conduit à dépolitiser le processus long d'exploitation et de dégradation environnementale en le naturalisant (comme effet secondaire inévitable du développement humain) et en invisibilisant les conflits sociaux entre ses victimes et ses bénéficiaires (Fressoz, 2012) ; (3) sur le plan conceptuel, en exagérant la rupture avec le passé pour caractériser notre époque, volontiers qualifiée désormais de « réflexive », on risque bien de sous-estimer la perpétuation des logiques antérieures dans le présent. Sur le temps long, Fressoz et Pestre (2013) soulignent ainsi combien la multiplication des usages de la notion de risque, notamment écologique, peut être lue comme un processus d'intégration croissant de l'environnement au sein de l'économie capitaliste. De ce point de vue, il apparaît encore bien tôt pour estimer que nos sociétés contemporaines seraient d'ores et déjà engagées dans une véritable trajectoire collective de rupture, c'est-à-dire de redirection écologique. La rupture annoncée par les théoriciens de l'Anthropocène, bien qu'importante et stimulante, n'a encore que peu de traductions matérielles.

Ce discours sur l'émergence de l'écologie comme un problème public planétaire nous semble important à reconsidérer sérieusement pour différentes raisons. Il nous semble par exemple important de comprendre pourquoi et comment la compréhension croissante du fonctionnement des écosystèmes a progressivement été écartée par les pouvoirs économiques et politiques. En d'autres termes, il s'agit de comprendre à saisir, à la suite de Fressoz (2012), comment la « désinhibition moderne » à l'égard de l'environnement est devenue hégémonique. Réhabiliter ces réflexivités environnementales implique de réaffirmer les liens entre questions écologiques et questions sociales mais aussi d'interroger la manière dont les sciences modernes produisent des formes d'ignorance tout en fabriquant des connaissances. Cela amène ainsi une problématique épistémologique essentielle. Si l'on suit Stengers et Chertok (1989, cité par Bensaude-Vincent, 1999), il faudrait voir la fondation des sciences modernes dans leur alliance avec le pouvoir politique contre l'opinion publique. Callon (1998) propose une description relativement proche lorsqu'il décrit « le modèle de l'instruction technique » dans ses travaux sur la démocratie technique : le public est ignorant¹, manque (*deficit*) de savoirs (Girault et Lhoste, 2010) et doit être éduqué par les scientifiques. Dans cette logique, les savoirs profanes et indigènes que possède le public sont perclus de superstitions et de croyances infondées qui doivent être remplacés par des savoirs scientifiques. Plus encore, les risques que perçoit subjectivement le grand public n'ont dans cette optique que peu de rapports avec le réel en comparaison de l'évaluation des risques objectifs que déterminent les experts.

1.2 En quoi consiste l'héritage de l'ingénierie moderne ?

Arrêtons-nous plus précisément sur la figure de l'ingénieur français. Terry Shinn (1978, cité par Lemaître, 2003) présente la création des grands corps techniques (Ponts et chaussées, Mines, etc.) aux XVIII^e et au XIX^e siècles comme une manière pour l'État – monarchique puis (post-) révolutionnaire – de s'assurer un monopole sur certaines applications des techniques et des sciences. Si la profession d'ingénieur recouvre un grand nombre de domaines d'activités, elle a été un acteur décisif dans la mise en place et le développement du « complexe industriel-scientifique-technique-étatique » (Fressoz et Pestre, 2013 : p. 26). Cette

expression souligne bien l'alliance qui se construit entre les industriels, les sciences modernes et l'État en vue de l'intensification de l'exploitation de la nature et des êtres humains. Dans un contexte de professionnalisation du travail scientifique, l'industrie oriente les recherches, fournit de nouveaux objets d'étude mais joue aussi un rôle dans la production des outils de mesure nécessaires aux scientifiques. Des dispositifs comme la standardisation des produits, les systèmes d'assurances et de normalisation émergent comme des compromis trouvés face aux contestations populaires du XIX^e siècle tout en construisant l'autonomie (relative) de la sphère économique par rapport au pouvoir législatif et judiciaire. En France, le modèle des écoles d'ingénieurs, à l'extérieur de l'Université, est particulièrement sollicité pour assurer la formation de cadres scientifiques et techniques de ce complexe (Roby, 2014 : p. 192). Les évolutions historiques de l'après-seconde guerre mondiale ne changent pas fondamentalement la tendance. La logique de puissance du second XX^e siècle fait ainsi reposer la grandeur d'une nation sur ses capacités industrielles, et notamment du nombre d'ingénieurs qu'elle forme et entretient. Comme le note Pestre (2015), le modèle industriel qui s'impose alors repose d'une part sur les laboratoires de firme conduisant des activités de recherche et développement et d'autre part sur d'importants programmes pluridisciplinaires de « science lourde » (*Big science*) orienté par l'État et l'armée. Les deux dernières décennies du XX^e siècle font néanmoins ressortir chez les ingénieurs des tiraillements entre les facettes techniques, managériales et stratégiques de leur profession (Lemaître, 2003). Dès lors, l'ingénieur peut à la fois renvoyer à une figure d'expert technique ou plutôt au personnel d'encadrement participant à la direction d'entreprise, aux côtés des cadres commerciaux et administratifs. L'ancrage dans les sciences expérimentales et les techniques constitue alors une distinction importante pour les ingénieurs et les enseignants-chercheurs qui les forment, malgré une fragilisation de cette identité liée à la multiplication des critiques de la modernité (Bot, 2007).

Il faut aussi souligner que la logique du progrès des techniques et des savoirs que soutient et nourrit l'industrialisation repose sur ce que Monnin (2023 : p. 104) qualifie de « prévalence de l'additif sur le soustractif », c'est-à-dire sur l'ajout de nouveaux objets, infrastructures et services au détriment de l'anticipation de leur fin de vie, de leur fermeture ou de leur démantèlement. Dans cette perspective nous pouvons toutefois relever que la maintenance et la réparation se trouvent dans une place ambivalente : elles sont à la fois essentielles à la perpétuation du monde industriel et culturellement dévalorisées par rapport à l'activité presque héroïque (et virile ?) de la conception technique² (*design*). Cette hiérarchisation entre conception et maintenance peut sembler faire écho au statut dominé plus général des activités relevant du *care* (qui rassemble l'attention, la sollicitude et le soin) dans les sociétés occidentales. Cette question de la place de la réparation, de la maintenance ou du *care* technique dans l'économie contemporaine et l'organisation du travail reçoit d'ailleurs une attention croissante dans divers courants de recherche (e.g. Boltanski et Esquerre, 2017 ; Vinck, 2019 ; Guchet, 2021 ; Denis et Pontille, 2022). Néanmoins, si glorieux qu'il puisse sembler, le travail de conception de l'ingénieur a souvent été critiqué pour ses tendances réductionnistes, négligeant les dimensions politiques et sociales des problèmes pour les ramener à une recherche d'efficacité sur un nombre limité de critères (Lemaître, 2003 ; Le Moigne, 2017 ; Lederlin, 2023). La dénonciation du technosolutionnisme rejoint cette critique en pointant plus précisément la sous-estimation des risques inhérents aux (nouvelles) technologies vantées comme des *solutions*

miracles à des problèmes pourtant complexes dont elles ne s'attaquent pas aux causes (Laugée, 2014). De ce point de vue, de véritables transformations profondes dans la culture technique des ingénieurs paraissent s'imposer pour se saisir des problématiques de redirection écologique.

1.3 Ce que demande la redirection écologique

La redirection écologique est un projet politique de société qui n'a pas vocation à être l'apanage des scientifiques ou des ingénieurs. Comme la présentent Bonnet, Landivar et Monnin (2021), elle s'inspire de *l'éthique du care* qui prend comme point de départ la question des formes de vulnérabilités et de fragilité des êtres et des milieux. Cette éthique attire l'attention sur les gestes ordinaires et professionnels de soin, de sollicitude, toujours relationnels qui permettent aux collectifs humains de se maintenir (Tronto, 2012) en interaction avec les systèmes biologiques et techniques qui forment leur milieu. Nous considérons par conséquent que la redirection écologique est une politique du care, qui repose sur « un partage des richesses et des pouvoirs contre toutes les oligarchies, d'instaurer réellement un monde commun entre les femmes et les hommes, les pauvres et les riches, les migrants et les nationaux, le Nord et le Sud. » (Brugère, 2021 : p. 122). En cela, elle s'oppose au discours de l'éveil écologique que l'on a présenté plus haut qui plébiscite une avant-garde de scientifiques et d'ingénieurs en butte à une population qu'il faut toujours *éduquer* et *sensibiliser* dans la mise en place d'une gestion environnementale planétaire aux accents technocratiques ou du moins paternalistes (Paris, Freud et Ladage, à paraître). Une politique du care comme la redirection écologique suppose au contraire de prendre la mesure la crise démocratique actuelle et d'y répondre par une intensification démocratique (Petit et Guillaume, 2016).

À partir des quelques repères historiques et conceptuels esquissés, on voit mieux quels héritages culturels et matériels les ingénieurs doivent réévaluer pour pouvoir contribuer utilement à la redirection des ruines de la modernité et ses futurs devenus obsolètes (Monnin, 2023). Pour ce groupe professionnel, il nous semble qu'il faut en passer par un travail de subversion des hiérarchies instituées. Ces hiérarchies sont en partie internes à la profession d'ingénieur et passent par la dénégation des pratiques de maintenance et plus largement de sollicitude envers le vivant humain et non-humain. De ce point de vue, il nous semble que la redirection écologique de l'ingénierie nécessite une prise de distance avec l'ontologie naturaliste (Descola, 2005) séparant nature et culture de façon radicale pour penser les milieux et les interactions humains-biodiversité-« techno-diversité » (Petit et al., 2022). Si déconstruire les catégories naturalistes ne devrait pas signifier la subordination pleine et définitive des vivants aux priorités humaines (Beau et Larrère, 2018), il s'agit de reconnaître les dynamiques d'hybridation entre nature et culture qu'ont toujours été les sciences et les techniques. Mais c'est aussi l'organisation productive qui donne aux ingénieurs leur position privilégiée dans la hiérarchie sociale contemporaine qu'il s'agit de remettre en question. Le souci de la justice sociale ne devrait toutefois pas être coupé d'une préoccupation pour ce que Boaventura de Sousa Santos (2011) qualifie de « justice cognitive » ce qui doit passer par une « écologie des connaissances ». Dans cette perspective, il nous semble que les ingénieurs devraient renoncer à une épistémologie fondée sur une rupture radicale entre la science et les autres formes de rationalités. Ce faisant, on cherche à se débarrasser de l'approche réductionniste du monde et de la technique en particulier pour se rendre capable de saisir les dynamiques d'attachement, d'attention et de soin nouées avec les ruines de la modernité capitaliste.

La reconnaissance de ces dynamiques est centrale pour penser la redirection écologique, mais plus généralement pour intégrer l'ingénierie dans une perspective de composition de mondes communs.

Comme le souligne Bruno Latour (2011), le monde commun n'est pas donné (et ne l'a jamais été, même si les modernes ont pu se le faire croire) mais doit être construit, y compris avec le non-humain. Le type d'accord qu'il s'agit de nouer collectivement ne peut ainsi plus se faire sur le fondement d'une référence univoque à la ou les « natures scientifiques » entendues comme quelque chose d'objectivement identique pour tous (Latour, 2001). Cet accord peut plutôt se construire sur la base de la reconnaissance d'un pluralisme des manières d'habiter, de connaître et de produire, c'est-à-dire des manières de se mettre en relation avec le non humain (Charbonnier, 2020 : p. 419-425). En réintégrant les sciences et les techniques dans l'écologie des connaissances (ou « écologie des pratiques » au sens de Stengers (2022 : p. 10-12)), on cherche à les rediriger vers des problèmes qui ne sont plus conçus par rapport à la seule préoccupation (instrumentalisée par l'industrie et l'État) de faire avancer les connaissances pour elles-mêmes. Par-là, il s'agit de rendre les ingénieurs et les scientifiques responsables de leurs propositions auprès des acteurs concernés, vis-à-vis de la redirection écologique, ou plus largement du projet plus nécessaire que jamais d'une « connaissance prudente pour une vie décente » (Santos, 1985, cité par Oliveira, 2025).

Ces pistes de réflexions ouvrent ainsi plusieurs questionnements essentiels : de quelles pratiques scientifiques et techniques avons-nous besoin pour la redirection écologique ? Sous quelles formes et par quels moyens la responsabilité des ingénieurs et des scientifiques dont parle Stengers peut-elle s'instituer ? Quelles en seraient les implications épistémiques et techniques ? Avec quels langages et quels méthodes procéder pour faire en sorte que les ingénieurs et les premiers concernés puissent échanger, malgré les expertises différenciées ? Cette perspective signifie-t-elle à terme la disparition de ces professions extrêmement spécialisées au profit d'une culture technique et scientifique plus collectivement répartie dans la société ? Ces interrogations ne vont pas sans interpeller les orientations des formations d'ingénieurs et les compétences qu'elles développent. On peut conserver comme boussole l'ambition de quitter une logique additive à propos des enjeux de formation : plutôt que de surajouter une nouvelle couche « verte » sur des curriculums déjà bien remplis, une refondation en profondeur de la culture institutionnelle des écoles d'ingénieurs semble de mise (Mulder, Segalas et Ferrer-Balas, 2010).

2. Indications méthodologiques

2.1 Une recherche-intervention sur la conception pédagogique face aux enjeux socio-écologiques

Les résultats présentés ici sont issus d'une recherche doctorale conduite à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA Lyon) pendant une période de réforme de la formation destinée à intégrer les enjeux socio-écologiques dans les formations des ingénieurs. Après une phase d'enquête exploratoire de plus de deux ans durant laquelle nous avons suivi la mise en place d'une réforme curriculaire destinée à intégrer les enjeux socio-écologiques dans la formation de cette école d'ingénieurs française (cf. 3.1), nous avons expérimenté un dispositif de recherche-intervention (Marcel et Broussal, 2022). L'enquête nous a

permis d'étudier sous le mode de l'observation participante les conditions et contraintes dans lesquelles travaillent les enseignants de cet établissement et les difficultés qu'ils rencontrent dans cette réforme. Ces premières analyses nous ont ensuite permis de négocier, concevoir et mettre en place durant l'année 2022-2023 un atelier de formation d'enseignants conjuguant une visée opérationnelle avec une visée de production de connaissance.

Sur le plan opérationnel, il s'agissait d'accompagner un petit groupe d'enseignants de différentes disciplines dans l'élaboration d'un nouveau module pédagogique : un projet correspondant à douze heures de face-à-face, dans le cadre du cours « Enjeux de la transition écologique » (ETRE) à l'INSA Lyon. Au fil de ce travail de conception, nous avons fourni aux participants des apports issus des travaux en sciences de l'éducation sur les pédagogies par projet et l'évaluation. En parallèle, il s'agissait de développer leurs capacités de problématisation (Fleury et Fabre, 2017 ; Potte-Bonneville, 2004) sur leurs propres activités dans une logique réflexive (cf. 2.2). Sur le plan de la production de connaissance, le dispositif de recherche-intervention constituait à la fois une opportunité de mettre à l'épreuve les résultats de notre enquête de terrain, et une façon d'explorer les pratiques enseignantes quant à la sélection des savoirs pertinents face aux enjeux socio-écologiques. Différents ensembles de données ont été produits au moyen d'entretiens avec les participants en amont et en aval, de retranscriptions des échanges durant le dispositif et des sessions de « formation par les pairs », ainsi que par la collecte des différentes productions des participants (post-it, notes, ressources pédagogiques fabriquées, supports de présentation). L'analyse par triangulation de ces données a ensuite permis de dégager les résultats sur lequel on s'appuie dans la suite de cet article.

Ce dispositif est le produit d'une commande négociée avec les responsables du cours ETRE. Nous avons établi avec eux un cahier des charges à partir des éléments identifiés par la future équipe pédagogique tout en nous engageant à jouer en quelque sorte le rôle d'un conseiller pédagogique, accompagnateur du développement professionnel des enseignants. Le petit groupe de participants avait quant à lui pour mission d'imaginer et de formaliser ce projet, dans la perspective de former à son tour le reste de l'équipe pédagogique (soit près d'une quarantaine d'enseignants), cela afin de mettre en place ce module dès la rentrée 2023-2024 (environ neuf cents étudiants par promotion). Le dispositif a regroupé cinq enseignants (trois professeurs agrégés en chimie, génie mécanique et lettres modernes, deux enseignantes-chercheuses en génie des matériaux et en biologie) sur une période d'une vingtaine d'heures.

2.2 Problématiser ses pratiques comme enseignant, une approche-clé ?

Différentes raisons nous ont conduit à nous concentrer sur le développement de la problématisation comme axe clé de la formation des enseignants au travers de ce dispositif. Nous proposons ici de mettre en avant trois facettes de la problématisation : comme compétence pour s'emparer des problèmes de durabilité, comme levier du développement professionnel et enfin comme reconstruction de l'identité professionnelle.

D'abord, de nombreux travaux insistent sur l'intérêt de la problématisation pour former les apprenants aux enjeux de durabilité³ en un sens qui rapproche éducation scientifique et éducation à la citoyenneté (Fleury et Fabre, 2006 ; Fabre, 2014 ; Pache et Hertig, 2017 ; Barroca-Pacard, 2020 ; Slimani, Barthes et Lange, 2022). On reprend ici par souci de fidélité aux textes cités la notion de « durabilité » présente dans la littérature mobilisée

en dépit de son caractère problématique. Le développement de cette compétence chez les enseignants du supérieur semble ainsi un bon moyen pour œuvrer de manière indirecte à fournir des outils aux étudiants pour s'emparer de problèmes complexes qui associent inextricablement dimensions politiques, éthiques, techniques et épistémologiques.

Ensuite, la problématisation apparaît comme un levier important de la dynamique d'évolution des pratiques (y compris professionnelles). En nous inspirant de John Dewey, on peut rapprocher la problématisation du processus d'enquête, c'est-à-dire du geste universel par lequel une personne affronte une « situation indéterminée » qu'elle n'est pas capable de résoudre en l'état en mobilisant de nouveaux savoirs qui peuvent ou non déjà exister (Dewey, 1938, cité par Fabre, 2006). Dans cette logique, l'apprentissage découle directement d'une démarche d'enquête réussie : c'est en enquêtant sur une situation que nos savoirs et nos pratiques ne nous permettent pas de démêler (e.g. former les étudiants à la redirection écologique), dans un double mouvement de réflexivité (qu'est ce qui aujourd'hui me fait défaut ?) et d'ouverture (où et comment combler ces lacunes ?) qu'il est possible de trouver des réponses. Affirmer la compétence de problématisation des enseignants est en ce sens un moyen de renforcer leur capacité à apprendre et à développer leurs pratiques, en lien avec l'idée présentée plus haut que le monde commun n'est pas donné.

Enfin notre compréhension de la problématisation peut intégrer une dimension plus intime en suivant Michel Foucault, dont nous résumons rapidement une partie de son travail. Pour ce philosophe, la problématisation renvoie d'une part aux modalités qui font qu'un problème devient pensable pour une personne et d'autre part à celles par lesquelles elle s'empare ou non de ce problème. Comme le relève Potte-Bonneville (2004), cela place la problématisation à la fois sur le plan épistémologique (comment développe-t-on des savoirs à propos d'un problème ?) et sur le plan de la constitution du sujet (Qu'est-ce qui, en moi, me fait questionner ou agir de cette manière ? En quoi cela définit-il ou non mon identité ?). Dans notre cas, cela nous invite à nous pencher sur les modalités par lesquelles pourrait s'exercer une sorte de droit d'inventaire quant aux héritages que reçoit l'enseignant (qu'il soit également chercheur ou non) en école d'ingénieurs en vue de déterminer ce qui vaut la peine d'être transmis à son tour à ses étudiants. En ce sens, le double mouvement de la problématisation que nous soulignons plus haut amène à prendre l'identité professionnelle comme objet de questionnement mais aussi comme une composante du sujet toujours en construction.

Ces trois facettes de la problématisation nous fournissent des pierres (théoriques) de touche intéressantes pour appréhender la formation continue des enseignants aux enjeux socio-écologiques. Derrière les objectifs plus opérationnels du dispositif de recherche-intervention, il s'agit ainsi de convier les participants à une mise en discussion de leurs identités professionnelles et de leurs pratiques. Par-là, on cherche à ouvrir une réflexion sur leurs propres attachements dans leur métier et la manière dont ceux-ci modèlent les conditions de possibilité de ce qu'on pourrait qualifier de formation à la redirection écologique. Cela revient à s'interroger sur la nature de la contribution des connaissances produites et transmises dans les écoles d'ingénieurs par rapport à la crise écologique. Ce faisant, c'est la référence quasi-exclusive aux sciences modernes et aux techniques industrielles dans la formation que l'on vient remettre en discussion. Dans la suite de l'article, cette dynamique de problématisation sera évoquée en creux, à partir de la séquence pédagogique que les enseignants que nous avons accompagnés ont produit.

Semaine	1	(I)	2	3	4	5	6	Vac. scol.	7
Fonction	Début projet		Apports et tutorat	Apports et tutorat	Tutorat	Tutorat	Travail sur la fiction		Présentation des intentions
Jalons			Fiche projet	Inter-dépendances		Exp. sensible		Rendu Fiction	Évaluation
Encadr.	SPI		Humanités	SPI	SPI	SPI	Autonomie		Binôme

Figure 1. Déroulement du projet « Et si... », module ETRE¹⁰, département de Formation initiale aux métiers de l'ingénieur de INSA Lyon, 2023-2024.
 Abréviations utilisées : Encadr. : type d'enseignant encadrant ; Vac. Scol. : vacances scolaires, le rendu de la fiction s'est effectué à la rentrée des vacances de Noël ; Interdépendances : « Atelier Interdépendances et renoncements » librement adapté de la Fresque du Renoncement conçue par Victor Ecrement et Diego Landivar, Origen Media Lab ; Exp. Sensible : expérience sensible définie par un protocole.

3. Etude de cas du projet « Et si... » développé dans le cadre de l'évolution de la formation à l'INSA Lyon

3.1 Le chantier d'évolution de la formation

Depuis 2019, l'INSA Lyon s'est engagé dans une réforme curriculaire destinée à intégrer les enjeux du développement durable et de la responsabilité sociale. L'établissement s'est donné pour objectif de former des ingénieurs conscients des transformations sociales et écologiques en cours et des risques qu'elles impliquent, mais aussi capables d'agir éthiquement. Cette orientation qui reprend une formulation naturaliste s'inscrit aussi dans une visée professionnalisante selon laquelle les ingénieurs auront à accompagner les transitions – précisées comme « écologique » et « énergétique » – de leurs employeurs. On retrouve par ailleurs une formule proche dans les éditions 2022 et 2024 du référentiel de la Commission des titres d'ingénieurs⁴ (CTI, 2022, 2024 : p. 8). Si la redirection écologique n'est pas une perspective explicitement revendiquée par l'INSA Lyon, elle constitue un modèle potentiel pour une partie des enseignants œuvrant à cette réforme curriculaire. En parallèle, d'autres enseignants peuvent se rattacher plus ou moins explicitement à d'autres options qui rejoignent les idées de croissance verte ou de décroissance. Dans le cadre de cet article, nous nous bornerons à souligner combien cette évolution de la formation nécessite une implication large du corps enseignant, en dépit de désaccords de fond. Cela suppose dès lors une dynamique de mise à niveau collective des équipes pédagogiques, sans précédent à l'échelle de l'établissement, d'autant plus délicate que différentes problématisations de la situation coexistent⁵ (Paris, à paraître). La (non)critique du technosolutionnisme et de ses implications apparaît également comme un nœud important. Mais une partie de ces désaccords concerne plus ou moins frontalement sur la pertinence ou non d'aborder les questions écologiques dans toutes les formations d'ingénieurs : après tout, l'ingénierie environnementale n'est-elle pas une spécialité parmi d'autres ?

Par rapport aux remarques faites plus haut à propos de l'héritage des ingénieurs, quelques éléments de contexte complémentaires peuvent être donnés. L'INSA Lyon est une école fondée en 1957 avec le souci de multiplier le nombre d'ingénieurs français, au service d'une nouvelle vague d'industrialisation planifiée d'une France encore marquée par les ravages de la Seconde Guerre mondiale. En lien avec la logique de la *Big Science*, il s'agit de former rapidement une main-d'œuvre qualifiée pouvant assurer à la nation une puissance économique et technologique. Les curriculum des établissements du supérieur fondés à cette époque comme l'INSA Lyon sont également marqués par une préoccupation humaniste et méritocratique de renouvellement du pacte social entre la population et ses élites économiques et scientifiques

(Paris, 2024 : p. 36, 56-62). En pratique, cette préoccupation se traduit à l'INSA par un mode de recrutement à la sortie de l'enseignement secondaire – contre les grandes écoles historiques accessibles sur concours et classes préparatoires – mais aussi par la place occupée par les « Humanités » regroupant les langues, les sciences humaines et sociales, les sports ou encore les arts. Si celles-ci restent dans une relation structurellement asymétrique avec les sciences et techniques de l'ingénieur – un ratio d'environ un pour quatre s'appliquant aux volumes horaires dévolus – leur ancrage dans l'établissement leur a assuré dès le départ une place dans cette dynamique d'évolution de la formation. Cet état de fait a évidemment eu une influence sur le type d'inter- ou transdisciplinarité pouvant être mise en place. En outre, la place du questionnement sur les valeurs chez Gaston Berger – théoricien fondateur des « Humanités » à l'INSA Lyon dont la pensée continue de jouir d'une certaine influence locale – paraît susceptible d'alimenter la réflexion contemporaine sur l'éducation aux enjeux socio-écologiques qu'il s'agit de déployer (Escudié, 2023).

Pour la suite de notre développement, nous nous concentrons sur l'évolution de la formation au département « Formation initiale aux métiers de l'ingénieur » (FIMI, premier cycle de formation supérieure en deux ans) et plus particulièrement sur une composante du module dédié « Enjeux de la transition écologique » (ETRE) positionné aux deuxième (vingt-six heures de face-à-face) et troisième semestres (vingt-deux heures) pour deux fois deux crédits ECTS. Le département FIMI constitue un tronc commun pour les étudiants qui suivent la formation en cinq ans et dont le classement détermine l'accès aux différents départements de spécialité. Après une phase collective de réflexion et d'expérimentation les années précédentes, le module ETRE a été déployé sur une base de deux heures hebdomadaires pour les presque neuf cents étudiants de première année en 2022-2023 et pour les étudiants de deuxième année en 2023-2024.

3.2 Former les étudiants à « (se) construire des imaginaires et des chemins vers des futurs souhaitables » : le projet « Et si... »

Le projet « Et si... » prend place dans la composante de deuxième année de ce module ETRE. C'est sur la conception et la mise en œuvre de ce projet que s'est concentré notre dispositif de recherche-intervention. Le module ETRE est animé auprès de chaque groupe d'environ vingt-quatre étudiants par un binôme de deux enseignants : l'un rattaché aux « Sciences pour l'ingénieur » – pour dix-huit heures de face-à-face ; l'autre aux « Humanités » – pendant six heures (dont deux en coencadrement). Le module se déroule selon quatre phases (1. Récapitulatif des contenus du module ETRE du semestre précédent, 2. Réalisation d'exposés à partir d'observations naturalistes sur le campus, 3. Exercice de travaux dirigés sur le cuivre

et 4. projet « Et si... »). C'est cette dernière séquence de projet correspondant douze heures à l'emploi du temps des étudiants qui fait l'objet de notre attention dans cet article.

Le projet « Et si... » s'inscrit notamment dans la thématique « Quels futurs possibles/souhaitables ? » identifiée par le comité de pilotage⁶ de l'évolution de la formation à l'INSA Lyon. Il vise des objectifs d'apprentissage de différents ordres comme la projection dans le futur, la capacité à prendre position, la conscience de la dimension systémique, culturelle et collective des évolutions de la société, l'esprit critique, ou encore les compétences communicationnelles. Plus concrètement, il est demandé aux étudiants de produire au cours des douze heures consacrées à ce projet dans leur emploi du temps, un texte fictionnel s'appuyant sur des données et des projections scientifiques d'une part et sur une « expérience sensible de rupture de nos quotidiens » d'autre part. Les sous-groupes de six à sept personnes commencent par s'imprégner d'un corpus bibliographique en lien avec la thématique commune choisie par leur binôme d'enseignants (l'eau en 2023-2024, les mobilités en 2024-2025). Des ressources documentaires sont fournies d'emblée mais les étudiants sont invités à compléter leur corpus en fonction de leurs besoins. Pour imaginer la trame de leur récit, les étudiants remplissent une fiche projet qui les amène à préciser leur sous-thématique de travail (tel objet ou tel système technique) et définir un cadre spatio-temporel en lien avec le scénario de projection qu'ils souhaitent mettre en fiction (par exemple l'évolution des débits des cours d'eau de la métropole lyonnaise). Les enseignants ont pour fonction d'accompagner le processus créatif des étudiants notamment en leur fournissant des outils conceptuels et pratiques (narratologie⁷, analyse critique de récits de science-fiction⁸, exploration des réseaux de relations et des parties prenantes du système considéré, transposition de données scientifiques dans les arts et les fictions⁹ – objet de la thèse en cours de Jean-Philippe Ferrière, un des enseignants de l'équipe pédagogique). L'expérience sensible s'inscrit aussi dans cette logique, elle est cadrée par un protocole élaboré par les étudiants et validé par leurs enseignants.

À titre d'illustration, il peut s'agir d'expérimenter une semaine de vie avec cinquante litres d'eau en tout et pour tout, de manière à saisir intimement les implications de restrictions qui pourraient être décidées en réaction à l'accroissement des sécheresses. Le projet se termine par un temps collectif de présentation devant la classe et le binôme d'enseignants où les étudiants lisent ou interprètent un extrait choisi de leur récit puis explicitent leurs intentions et choix d'écriture.

3.3 « L'imaginaire rationnel » et les récits de « futurs crédibles, désirables et partagés »

L'analyse des discussions entre les concepteurs de ce projet, des documents pédagogiques produits et des échanges au cours du temps de « formation par les pairs » proposé au reste de l'équipe pédagogique du module ETRE nous a conduit à mettre en exergue la figure de « l'imaginaire rationnel¹¹ » comme enjeu éducatif. Cette expression n'est pas utilisée comme pléonasme par les enseignants, mais plutôt comme une manière de faire une jonction entre différentes préoccupations quant au rôle des ingénieurs face aux enjeux socio-écologiques. En première analyse, on peut associer cette rationalité à l'ancrage dans une bibliographie et des projections expertes fondant une certaine exigence de *crédibilité* technoscientifique vis-à-vis des récits des étudiants. Néanmoins, des discours justificatifs variés coexistent et donnent des sens différents à cette figure. Pour

mieux comprendre ces différents sens, nous proposons de nous pencher maintenant sur l'ambivalence constitutive de ces « *futurs crédibles, désirables et partagés*¹² » qu'il s'agit de faire travailler aux étudiants, en nous arrêtant successivement sur ces trois adjectifs.

Au-delà de la convocation de références comme étant essentiel du récit demandé aux étudiants, les concepteurs du projet insistent en particulier sur l'importance de faire prendre en compte aux étudiants une certaine *matérialité* du futur à imaginer. Il s'agissait explicitement pour eux de mettre à distance une logique technosolutionniste jugée « *hors-sol* » en poussant les étudiants à s'intéresser aux besoins des acteurs (boire, se nourrir, se loger, se déplacer...) et à la manière dont ces besoins pourraient être satisfaits (ou non) dans le futur projeté. Contre l'idée d'une technologie miracle (la désalinisation peu énergivore par exemple), les concepteurs du projet veulent ainsi mettre en avant les réseaux sociotechniques, les chaînes d'interdépendances et la hiérarchisation de priorités politiques que celles-ci impliqueraient (à quels autres usages de l'énergie les acteurs renonceraient-ils pour permettre la désalinisation ? en échange de quoi ?). La documentation du récit vise à lui donner une assise matérielle crédible, attentive à ce qui rend possible l'existence des personnages choisis par les étudiants. Il nous semble important de relever ici le risque de renforcer la dissociation de deux types de crédibilités qui sont en jeu : une dimension que l'on pourrait qualifier de biogéochimique qui renvoie à la matérialité naturelle et physique des phénomènes (en filant notre exemple, les réactions chimiques nécessaires pour dessaler l'eau), et une autre dimension de "vraisemblance psychologique, politique et culturelle des arrangements sociaux envisagés par les étudiants. Ce faisant, on viendrait reproduire le schéma naturaliste classique qui d'un côté fait de la nature un décor constitué de ressources disponibles et de l'autre côté une société faisant ses choix politiques et sociaux de façon autonome. Pourtant, les sociétés humaines n'ont jamais été des pages blanches mais se sont toujours élaborées dans des relations d'interdépendance avec leur milieu au sens large (Charbonnier, 2020 : p. 421-424).

Une perspective soucieuse de donner à voir les dynamiques de coévolution devrait dès lors chercher à restituer les interactions entre acteurs (au sens de la théorie de l'acteur-réseau), et à saisir en particulier le rôle des acteurs non-humains. Par cette catégorie du non-humain, nous pensons à la biodiversité, qui rassemble les êtres vivants et leurs écosystèmes (biotope et biocénose) mais également aux artefacts humains, aux technologies et aux infrastructures qui participent également de la richesse du milieu (Petit et al., 2022). Tout l'intérêt de la notion de composition défendue par Latour (2011) est d'ailleurs là : elle complexifie considérablement notre lecture du monde en faisant apparaître des interactions et des acteurs sous-estimés ou invisibilisés. Quelle forme de crédibilité s'agit-il donc de véritablement promouvoir auprès des étudiants dans ce projet ? Et si c'est l'option retenue, comment dépasser à l'échelle d'une équipe pédagogique pluridisciplinaire le naturalisme si présent en école d'ingénieurs ? Mais comment assurer la symétrisation chère à Latour entre nature et culture lorsque qu'il y a précisément asymétrie entre SPI et Humanités ?

La réflexion sur la désirabilité des futurs a suscité de nombreuses discussions entre les enseignants, notamment autour de la dualité entre *utopie* et *dystopie*. En effet, la définition d'avenirs souhaitables engage nécessairement une délibération personnelle et collective pour esquisser leurs caractéristiques. Cela implique un travail délicat de positionnement moral et éthique au sein du sous-groupe

d'étudiants qui peut être difficile à appréhender pour eux, comme pour l'enseignant qui les accompagne. Il est toutefois rapidement apparu, comme le pressentaient plusieurs membres de l'équipe pédagogique, que les étudiants préfèrent spontanément procéder par la négative, c'est-à-dire par la projection de dystopies. Compte tenu de l'urgence écologique dans laquelle nous nous trouvons, on peut suggérer que la projection dans un futur désirable de ce point de vue est sans doute plus difficile que par le passé. Il faut par ailleurs noter une certaine récurrence du motif dystopique dans la production culturelle contemporaine de science-fiction (Rumpala, 2017). Cela étant, comment interpréter cette propension des étudiants ? Faut-il y voir la reproduction d'un stéréotype faute d'un travail approfondi sur la narration ou bien l'affirmation malgré tout de valeurs propres ? Faudrait-il au contraire exiger des étudiants qu'ils façonnent des récits *utopiques* ? Des voies narratives plus intermédiaires devraient-elles être poussées ? Avec quels effets sur les étudiants ? On peut également s'interroger sur la relation entre la réflexion sur les valeurs qu'il s'agit de susciter chez les étudiants et le souci du décentrement (vers les acteurs humains et non-humains que relient les systèmes techniques) qui constitue également un des ressorts du projet.

De ce point de vue, la notion de « *futur partagé* » mérite que l'on s'y attarde. La définition des acteurs bénéficiant de ce partage intéresse le récit de deux manières : comme protagonistes potentiels du scénario, mais aussi comme des altérités à reconnaître. L'atelier « interdépendances et renoncement » a ainsi pour but d'aiguiller les étudiants vers l'identification de différents « *groupes d'intérêt* » susceptibles de se retrouver en conflit pour satisfaire leurs besoins vis-à-vis des évolutions de leur milieu social et naturel. Cet exercice n'épuise pas la notion de besoin qui est elle-même discutable, ni même l'interrogation sans cesse à rouvrir sur les différentes manières par lesquelles un même besoin peut être satisfait et sur les reconfigurations des attachements qui y sont associés. Cette perspective nous engage à penser les intérêts multiples, voire contradictoires de ces groupes – dont les contours peuvent d'ailleurs être moins stables qu'il n'y paraît – et attire notre attention sur la diversité des rapports au monde, matériels comme symboliques. À la question de savoir comment ces collectifs partageront le futur envisagé, une grande diversité de relations possibles semble pouvoir se déployer : alliances, coopération, rivalité, mise à distance... Dès lors, s'agit-il d'envisager ce partage sous l'angle du récit de la construction d'un consensus irénique ou bien plutôt de mettre en scène une histoire plus conflictuelle avec d'autres modes de coexistence ? Il nous semble ici important de souligner combien ce motif de la conflictualité n'est pas anodin et peut constituer un véritable outil intellectuel avec lequel problématiser les relations (politiques) entre les groupes et les individus.

3.4 Quel(s) rôle(s) pour l'ingénieur-e ?

Il semble juste de dire que le projet « Et si... » ne s'inscrit pas dans une logique de rupture franche avec la rationalité technoscientifique historiquement associée aux ingénieurs, mais plutôt dans une logique de réforme, d'élargissement de cette rationalité. Les élèves doivent ainsi s'approprier, interpréter et mettre en réflexion des projections scientifiques emblématiques de cette rationalité, mais il est aussi attendu d'eux qu'ils apprennent à déployer une certaine sensibilité, une capacité de décentrement et un positionnement éthique et axiologique. Cette orientation nous semble rejoindre une position fréquente dans les travaux sur l'ingénierie durable qui mettent en avant l'intérêt de préparer les futurs ingénieurs

à assumer des rôles de médiateur ou de « connecteur » (Tabas, Beagon et Kovesi, 2019 : p.11-13). La référence à une figure d'ingénieur-médiateur est également présente à l'INSA Lyon, notamment dans les réflexions du groupe de travail sur le thème des « futurs possibles et souhaitables ». Derrière ces expressions, on retrouve l'idée d'une résolution collective des problèmes qui suppose que l'ingénieur mette son expertise technoscientifique au service des groupes auprès desquels il intervient. Cela implique une capacité d'ouverture et de proactivité vis-à-vis de ces formes de participation démocratique requérant de composer avec une diversité d'acteurs. D'autres auteurs cités dans la revue de littérature de Tabas et ses coautrices (2019) complètent en insistant sur l'intérêt d'une contribution accrue des ingénieurs aux processus (géo)politiques et d'une implication dans la diffusion concrète des bonnes pratiques durables. Certains défendent plus explicitement que l'ingénieur devrait être un moteur de transformation sociale et un inspirateur du changement (*change-maker*).

Nous proposons d'interpréter les différentes lignes de force relevées à propos du projet « Et si... » à la lumière de deux conceptions de ce rôle de médiateur des sciences et des techniques en lien avec la redirection écologique : l'ingénieur comme leader d'opinion et l'ingénieur comme instigateur de démarches d'enquêtes.

Dans la continuité de l'idée du futur partagé comme objet de consensus, le travail sur les récits pourrait apparaître comme un outil pour comprendre (par le décentrement) et persuader (en lien avec la dimension sensible de la narration) les interlocuteurs de l'ingénieur dans le but de parvenir à des compromis. À la fois comptable des contraintes environnementales (qu'il connaît) et impliqué dans les instances décisionnaires (des entreprises ou dans les institutions publiques), l'ingénieur disposerait d'une grande légitimité pour entreprendre ce travail de médiation. Il faut sans doute insister sur le fait que l'ingénieur ne devrait pas être pensé comme un arbitre neutre et désincarné positionné au-dessus de la mêlée, mais bien comme toujours positionné, socialement situé, avec ses propres valeurs, intérêts et désirs (Tabas, Beagon et Kovesi, 2019 : p.12). Ce faisant, il s'agirait de conjurer une orientation politique technocratique dans laquelle les experts (parmi lesquels les ingénieurs) seraient les dépositaires privilégiés d'un « intérêt général » au détriment des autres acteurs de la société (Paris, Freud et Ladage, à paraître). Comme nous le soulignons plus haut, la redirection écologique réclame un art de la composition de mondes communs pour lequel la connaissance naturaliste des sciences modernes n'ouvre pas de préséance. Il nous semble au contraire que l'ingénieur qui se voudrait leader d'opinion au service de la redirection écologique devrait spécifiquement se préparer à problématiser sa propre position en vue de déjouer une certaine défiance. Celle-ci peut provenir d'une partie des groupes sociaux pour qui les attachements de l'ingénieur à la modernité technoscientifique peuvent le disqualifier dans ses prétentions à contribuer à une authentique trajectoire de renoncement ou de rupture. De ce point de vue, la place de l'expérience sensible demandée aux étudiants pourrait être intéressante à renforcer, comme un temps de conscientisation de leur subjectivité et du caractère relationnel de leur identité.

L'autre idéal-type de la médiation que nous souhaiterions proposer ici renvoie de façon plus large au rôle assigné à l'Etat par le philosophe John Dewey qui insiste sur le soutien à l'émergence de nouveaux *publics* au sein de la population (Stiegler, 2021). Contre une conception fixiste des groupes sociaux ou uniformisante du « grand public », Dewey envisage la multiplicité des publics, comme

des groupes rassemblés et constitués par les problèmes (eux aussi publics) qui les concernent. Cette idée est à la base de sa conception d'une démocratie radicale, où l'implication des citoyens permet de porter à la prise de décision collective les différents problèmes – fussent-ils particuliers et sectoriels – qui émergent dans la société. Au sens de Livingstone (2017, cité par Monnin, 2023 : p. 47-50), une politique démocratique s'inscrivant dans cette conception devrait viser à susciter des enquêtes de la part des différents acteurs, c'est-à-dire « approfondir la perception des problèmes par le public plutôt que de les obscurcir et promouvoir des actes créatifs de reconstruction démocratique plutôt que de perpétuer des expériences de crise et d'impasse ». Latour élargit la conception de Dewey à l'ensemble des acteurs et nous invite à réfléchir aux modalités de représentation des non-humains avec le Parlement des Choses (Latour, 2018). Dans cette logique, le récit développé par les étudiants dans le projet « Et si... » apparaît comme un exercice d'enquête qui met en exergue le type caractéristique de bricolage épistémologique et d'hybridation de savoirs et d'affects auquel un tel processus nous engage. Cette pratique de l'enquête nous ramène à la double-exigence de crédibilité évoquées plus haut, c'est-à-dire d'avoir le même souci de vraisemblance quant aux matérialités naturelles qu'en ce qui concerne la caractérisation des groupes d'intérêts (humains ou non) et de leurs relations.

Conclusion

Les enseignants qui ont conçu le projet « Et si... », par un travail collectif de problématisation mené au cours du dispositif ont proposé différents points d'appui pour permettre l'appropriation de cette séquence par l'équipe pédagogique. Nous avons tâché dans cet article de faire ressortir les questionnements explicites et implicites que soulèvent les orientations du projet, dans l'idée de montrer sa fécondité et la diversité des chemins possibles pour l'avenir du module ETRE. Plus largement, nous pensons que ce projet et cette mise en réflexion peut contribuer au débat sur la formation à la redirection écologique. Après la mise à l'épreuve du module et fort des retours des étudiants, il semble qu'il y ait désormais des décisions collectives à formuler quant à l'avenir du projet : en définitive, quel sens donner à ce projet ? Sur quoi s'agit-il de mettre l'accent, et au service de quelle vision de l'ingénierie et de son implication face aux enjeux socio-écologiques ? S'agit-il de penser la pluralité des groupes d'intérêts comme une diversité à faire converger sous la houlette de l'ingénieur ou bien comme une multiplicité (dont celui-ci fait partie) à cultiver pour intensifier la démocratie (Petit et Guillaume, 2016) ? Et dans cette seconde option, comment s'assurer alors que ces publics multiples disposent effectivement du pouvoir ? Dans les deux cas, il nous semble plus que nécessaire de s'interroger sur les manières dont des attachements démocratiques (avec la diversité de conceptions que cela recouvre) peuvent être développés ou renforcés au cours d'une formation d'ingénieur. De telles interrogations amènent à réfléchir aux modalités de prise de décision et aux dynamiques de formation continue des enseignants de l'équipe car tous ne seront pas à l'aise avec les orientations retenues.

Par ailleurs, si le récit d'un futur peut paraître une base pertinente pour construire un espace commun d'intercompréhension entre sciences, techniques et société, nécessaire à la redirection écologique, il faudrait réfléchir plus longuement aux conditions qui permettraient effectivement à ce type de récit de jouer ce rôle. Dans le projet

« Et si... », on a vu l'importance de la dimension matérielle des futurs à fictionner mais aussi de la volonté que ceux-ci s'ancrent dans des expériences authentiques vécues par les étudiants. Ces deux dispositions participent à tresser un lien entre le monde réel et le monde d'idées et de papier qui s'invente avec le récit, mais ces mots peuvent sembler bien dérisoires face à l'ampleur de la ruine en cours. Des récits du futur, si crédibles, précis et incarnés soient-ils, aident-ils leurs auteurs et leurs lecteurs à se mobiliser et à agir au-delà de l'intérêt analytique et sensible ? Au fond, c'est là la question des articulations entre action et imaginaire, entre pratique et théorie mais aussi entre émotions et idées qui se pose à nous.

Pour prolonger ce projet, il semblerait intéressant de consacrer du temps pédagogique pour travailler la réflexivité des étudiants concernant les limites et les ornières de l'imaginaire qu'ils ont déployé dans leurs récits. Cela permettrait de notre point de vue de souligner combien le récit des étudiants n'a pas vocation à être une finalité dans la réflexion, mais plutôt une amorce pour se donner les moyens de construire une redirection écologique. En reconnaissant la part indicible de nos rêves et de nos colères mais aussi tout ce que l'avenir a d'inconcevable, on aurait alors de quoi rouvrir avec eux l'enquête amorcée. Son enjeu pourrait alors être d'apprendre à soigner ce que l'on s'est découvert vouloir conserver et d'apprendre à fermer ce qui le menace. •

Remerciements

Nous tenons à remercier les deux relecteurs proposés par le comité éditorial pour leurs retours pertinents ainsi que Norio Mihara pour sa relecture attentive et ses réflexions sur les premières versions de cet article. •

Bibliographie

- Barroca-Paccard, M. (2020). Un modèle problématisé d'éducation à un développement durable qui intègre actions, savoirs et valeurs : Application à l'exemple de l'enseignement de la biodiversité. *Eductions*, 20(4). <http://www.openscience.fr/Un-modele-problematise-d-education-a-un-developpement-durable-qui-integre>
- Beau, R. et Larrière, C. (2018). Conclusion. Dans *Penser l'Anthropocène* (p. 523-542). Paris : Presses de Sciences Po.
- Bensaude-Vincent, B. (1999). *L'opinion publique et la science*. Paris : La Découverte.
- Boltanski, L. et Esquerre, A. (2017). *Enrichissement : Une critique de la marchandise*. Paris : Gallimard.
- Bonnet, E., Landivar, D. et Monnin, A. (2021). Héritage et fermeture: une écologie du démantèlement. *Quimperlé : Divergences*.
- Bonneuil, C. et Fressoz, J.-B. (2016). *L'évènement Anthropocène*. Paris : Points. [1^e édition ; Seuil, 2013]
- Bot, L. (2007). Éléments d'une crise « post-moderne » dans la formation scientifique des ingénieurs. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ere nouvelle*, Vol. 40(3), 315-7.
- Brugère F. (2022) *L'éthique du care* (4^e éd.). Paris : Presses Universitaires de France.
- Callon M. (1998). « Des différentes formes de démocratie technique ». *Annales des Mines/Responsabilité & Environnement*, 9, 63-73.
- CGE, CPU et CDEFI. (2019). *Tribune des trois Conférences en faveur du climat*. Tribune des trois Conférences en faveur du climat. <http://www.cdefi.fr/fr/actualites/tribune-des-trois-conferences-en-faveur-du-climat>
- Charbonnier, P. (2020). *Abondance et Liberté*. Paris : La Découverte.
- CTI (2022). *Références et orientations de la Commission des titres d'ingénieur*, Version 2022, validée en séance plénière du 15 mars 2022. https://www.cti-commission.fr/wp-content/uploads/2022/03/RO_Referentiel_2022_VF_2022-03-15.pdf
- CTI (2024). *Références et orientations de la Commission des titres d'ingénieur*, Version 2024, validée en séance plénière de janvier 2024. https://www.cti-commission.fr/wp-content/uploads/2024/03/RO_Referentiel_2024_VD2.pdf
- Denis, J. et Pontille, D. (2022). *Le soin des choses*. Paris : La Découverte.
- Descola, P. (2005). *Par-delà nature et culture*. Paris : Gallimard.
- Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J., Bar-On, Y. M. et Milo, R. (2020). Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature*, 588(7838), 442-444.
- Escudé, M.-P. (2023). Conversion du regard : Philosophie et ingénierie chez Gaston Berger. *Phronesis*, 12(4), 566.
- Fabre, M. (2006). Chapitre 1. Qu'est-ce que problématiser ? L'apport de John Dewey. In M. Fabre & E. Vellas (dir.), *Situations de formation et problématisation* (p. 1015). Bruxelles : De Boeck Supérieur.
- Fabre, M. (2014). Les « Éducatifs à » : Problématisation et prudence. *Éducation et socialisation*. Les Cahiers du CERFEE, 36. <https://doi.org/10.4000/edso.875>

Fleury, B. et Fabre, M. (2006). La pédagogie sociale : Inculcation ou problématisation ? L'exemple du développement durable dans l'enseignement agricole français. *Recherches en éducation*, 1. <https://doi.org/10.4000/ree.3593>

Fleury, B. et Fabre, M. (2017). Peut-on enseigner autrement ? Une expérience de formation d'enseignants. Paris : L'Harmattan.

Fressoz, J.-B. (2012). L'apocalypse heureuse : une histoire du risque technologique. Paris : Seuil.

Fressoz, J.-B. et Pestre, D. (2013). Risque et société du risque depuis deux siècles. In D. Bourg, P.-B. Joly & A. Kaufmann (dir.) *Du risque à la menace*, (p. 1756). Paris : Presses Universitaires de France.

Girault, Y. et Lhoste, Y. (2010). Opinions et savoirs : Positionnements épistémologiques et questions didactiques. *RDST*, 1. <https://doi.org/10.4000/rdst.160>

Guchet, X. (2022). Du soin dans la technique. *ISTE Group*. <https://doi.org/10.51926/ISTE.9781784058036>

Houdart, S. & Jungen, C. (2015). « Cosmos Connections ». *Gradhiva. Revue d'anthropologie et d'histoire des arts*, 22.

Jarrige, F. (2018). *Écologie : L'obsession des origines. Terrestres*. <https://www.terrestres.org/2018/10/10/ecologie-lobsession-des-origines/>

Jean, K., Carrey, J., Foujols, M.-A. et Blanc, G. (2021, décembre 21). Pour un enseignement de la transition écologique. *AOC media - Analyse Opinion Critique*. <https://aoc.media/opinion/2021/10/28/pour-un-enseignement-de-la-transition-ecologique/>

Latour, B. (2001). L'écologie politique sans la nature ? *Chimères. Revue des schizoanalyses*, 41, 147-161.

Latour, B. (2011). Il n'y a pas de monde commun : Il faut le composer. *Multitudes*, 45(2), 38-41. <https://doi.org/10.3917/mult.045.0038>

Latour, B. (2018). Esquisse d'un Parlement des choses. *Écologie politique*, 56, 47-64.

Laugée, F. (2014). Solutionnisme. *La revue européenne des médias et du numérique*, 33. <https://la-rem.eu/2015/04/solutionnisme/>

Lederlin, F. (2003). *Eloge du bricolage*. Paris : Presses Universitaires de France.

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

Leroy, M. et Lauriol, J. (2011). 25 ans de Développement Durable : De la récupération de la critique environnementale à la consolidation d'une dynamique de normalisation. *Gestion 2000*, 28(2), 127-145.

Le Moigne, J.-L. (2017). « Réduire en art est rassembler des choses éparpillées, multiples, confuses... » par le recours au disegno et à l'ingegno. Dans R. Carvais, A.-F. Garçon & A. Grelon (2017). *Penser la technique autrement XVIe-XXIe siècle. En hommage à l'œuvre d'Hélène Vérin*. (p. 43-58) Paris : Classiques Garnier.

Marcel, J.-F. et Broussal, D. (2022). La recherche-intervention : une méthode pour accompagner le changement. Dans B. Albero et J. Thievenaz (dir.). *Enquêter dans les métiers de l'humain. Traité de méthodologie de la recherche en sciences de l'éducation et de la formation*, tome 1. Dijon : Raisons et Passions.

Monnin, A. (2023). Politiser le renoncement. *Quimperlé : Divergences*.

MPURE. (2018). Manifeste étudiant pour un réveil écologique. <https://student-ecological-manifesto.com/fr>

Mulder, K., Segalas, J. et Ferrer-Balas, D. (2010). Educating Engineers for/in Sustainable Development? What we Knew, what we learned, and what we should learn. *Thermal Science*, 14, 625-639.

Oliveira, I. B. (2025) *Les Épistémologies du Sud et l'éducation émancipatrice : réflexions de recherche. Recherches et éducatons*, 28-29,

Pache, A. et Hertig, P. (2017). La situation de problématisation traitée dans le cadre de focus groups. Un dispositif permettant de développer des compétences en EDD. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*, 22, 161-176.

Paris, H. (2024). Accompagner l'intégration des enjeux socio-écologiques dans la formation en école d'ingénieurs. Une recherche-intervention sur les pratiques de problématisation et de transposition didactique des enseignants (Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université).

Paris, H. (à paraître : *Les Sciences de l'éducation - Pour l'ère nouvelle*). L'évolution des curriculums à l'INSA Lyon au prisme de la problématisation des enjeux socio-écologiques.

Paris, H., Freud, N. et Ladage, C. (à paraître). Training engineers for sustainability, but which one? A discussion of critical alternatives to the "good Anthropocene" in C. Didier, A. Béranger, A. Bouzin, H. Paris et J. Supiot (dir.), *Engineering and Value Change*. Berlin : Springer Nature.

Pestre, D. (2015). Conclusion générale des trois tomes. In *Histoire des sciences et des savoirs* (Vol. 3, p. 461-485). Paris : Seuil.

Petit, V. et Guillaume, B. (2016). Quelle « démocratie écologique » ? *Raisons politiques*, 64(4), 49-66. <https://doi.org/10.3917/rai.064.0049>

Petit, V., Picot, P., Santiago Perez Rodriguez, D., & Grimal, L. (2022). Ecological ethics : Towards an education of techno-diversity. *International Conference on Engineering and Product Design Education*, London. <https://doi.org/10.35199/EPDE.2022.106>

Potte-Bonneville, M. (2004). Chapitre VI. Problématisation. In Michel Foucault, *L'inquiétude de l'histoire* (p. 239-281). Paris : Presses Universitaires de France. <https://www.cairn.info/michel-foucault-l-inquietude-de-l-histoire-9782130546665-p-239.htm>

Roby, C. (2014). Place et fonction des SHS dans les Écoles d'ingénieurs en France : État des lieux, enjeux et perspectives épistémiques (Thèse de doctorat, Université de Rennes 2).

Rumpala, Y. (2017). Entre imaginaire écotechnique et orientations utopiques. La science-fiction comme espace et modalité de reconstruction utopique du devenir planétaire. *Quaderni. Communication, technologies, pouvoir*, 92. <https://doi.org/10.4000/quaderni.1044>

Slimani, M., Barthes, A. et Lange, J.-M. (2022). La problématisation critique des questions environnementales et de développement. Balises curriculaires pour une éducation possible au temps de l'anthropocène. *Spirale*, 70(2), 53-65. <https://doi.org/10.3917/spir.070.0053>

Stengers, I. (2022). Préface. *Vingt-cinq ans après. In Cosmopolitiques* (p. 518). Paris : La Découverte. <https://www.cairn.info/cosmopolitiques--9782359252224-p-5.htm>

Stiegler, B. (2021). Walter Lippmann et John Dewey. *Commentaire*, 174(2), 359-368.

Tabas, B., Beagon, U. et Kövesi, K. (2019). Report on the future role of engineers in society and the skills and competences engineering will require. *A-STEP 2030*. https://www.astep2030.eu/sites/sub_site_astep2030/files/2019-05/report_1_literature_review_a-step_2030_a1_t1.pdf

Tronto, J. (2012) *Le risque ou le care ?* Paris : Presses Universitaires de France.

The Shift Project. (2019). Mobiliser l'enseignement supérieur pour le climat. https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/2019-03-25-Rapport_Mobiliser-l-enseignement-sup%C3%A9rieur-pour-le-climat_The-Shift-Project.pdf

Vinck, D. (2019). Maintenance and Repair Work. *Engineering Studies*, 11(2), 153-167. <https://doi.org/10.1080/19378629.2019.1655566>

Annotations

- On parle aussi de déficit model quant aux connaissances du grand public : voir notamment la recension de Girault et Lhoste [2010] sur ce sujet et ses implications sur les approches de l'éducation scientifique.
- Cette hiérarchisation peut sembler faire écho au statut dominé plus général des activités relevant du care (l'attention, la sollicitude, le soin) dans les sociétés occidentales, mais il nous semble qu'une telle association schématisée est loin d'épuiser ce sujet qui reçoit une attention croissante sous différents angles. Pour quelques indications bibliographiques, on pourra consulter [Boltanski et Esquerre, 2017 ; Vinck, 2019 ; Guchet, 2021 ; Denis et Pontille, 2022]
- On reprend ici par souci de fidélité aux textes cités la notion de « durabilité » présente dans la littérature mobilisée en dépit de son caractère problématique.
- La commission des titres d'ingénieurs est l'organisme indépendant qui est en charge de l'accréditation des écoles d'ingénieurs françaises depuis 1934. Elle évalue chaque école environ tous les quatre ans sur la base de son référentiel <https://www.cti-commission.fr/la-cti/histoire-et-missions>
- Pour plus de détails sur le chantier de l'INSA Lyon ainsi qu'une discussion plus fine des différents niveaux de problématisation des enjeux écologiques dans ce chantier, le lecteur pourra se référer à un article publié dans *Les Sciences de l'éducation : Pour l'Ère nouvelle* [Paris, à paraître].
- Les cinq blocs thématiques retenus sont : a) limites du système Terre et anthropocène ; b) enjeux climat-énergie ; c) enjeux du vivant – biodiversité et santé humaine ; d) enjeux des ressources – notamment énergétiques, matières premières, déchets ; e) leviers d'action en lien avec la réduction et l'adaptation au changement climatique, contre l'effondrement de la biodiversité ou encore pour une économie plus circulaire ; f) futurs possibles et souhaitables pour la société à long terme, en lien avec le questionnement du rôle que peuvent y jouer la science, la technique et les ingénieurs.
- Les outils mis en avant lors de la deuxième itération du projet en 2024-2025 sont plus précisément le schéma actanciel, la temporalité dans le récit ainsi que les instants et schémas narratifs (situation initiale, élément perturbateur, péripéties, résolution, situation finale).
- Parmi les œuvres proposées en partage dans l'équipe pédagogique, on retrouve *Ecotopia* (1975) de E. Callenbach, *Les déposés* (1974) d'U. K. Le Guin, *New York 2140* (2017) de K. S. Robinson ou encore *Mad Max Fury Road* (2015) réalisé par G. Miller.
- Cette question de transposition des sciences vers les arts fait notamment l'objet de la thèse en cours de Jean-Philippe Ferrière, un des enseignants de l'équipe pédagogique du module ETRE, *La métabolisation des discours de l'Anthropocène dans le théâtre et les arts de la rue : transferts et résonances sensibles*, <https://theses.fr/s397375>.
- Abréviations utilisées : Interdépendances : « Atelier Interdépendances et renoncements » librement adapté de la Fresque du Renoncement conçue par Victor Ecrement et Diego Landivar, *Origins Media Lab* ; Exp. Sensible : expérience sensible ; Encadr. : type d'enseignant encadrant ; Vac. Scol. : vacances scolaires, le rendu de la fiction se fait à la rentrée des vacances de Noël.
- Les citations en italique entre guillemets renvoient à des expressions utilisées par les enseignants eux-mêmes.
- Cf. par exemple le cahier d'évolution de la formation n°2 publié par l'INSA Lyon en juin 2022 qui présente un résumé de ces travaux. Le lecteur trouvera p. 24-27 les éléments concernant cette thématique. <https://www.calameo.com/insaloyon/read/001288714f2e5150fc172>

