

Enjeux environnementaux et sociétaux : des écosystèmes de formation, pour quelles transformations ?

CATHERINE ADAM (COORDINATION)

Laboratoire Formation et apprentissages professionnels (UR 7529), ENSTA Bretagne, 2 rue François Verny 29200 Brest, France – catherine.adam@ensta-bretagne.fr

FANNY POINSOTTE

Grenoble INP- Phelma, 3 parvis Louis Néel - 38000 Grenoble, fanny.poinsotte@grenoble-inp.fr

AURELIE FERON

Grenoble INP-DET PerForm, 701 rue de la piscine - 38400 St Martin d'Hères, aurelie.feron@grenoble-inp.fr

LAURENT JOSSIC

Grenoble INP-Ense3, 21 rue des Martyrs - 38000 Grenoble, laurent.jossic@grenoble-inp.fr

ERIC COUSIN/ NADIA ZEINI

IMT Atlantique, F-29238 Brest, France – [eric.cousin|nadia.zeini]@imt-atlantique.fr

RIWALENN RUAULT (DISCUTANTE)

EUR ISblue, IUEM-UBO, UAR3112 Technopôle Brest Iroise, rue Dumont d'urville, 29280 Plouzané – France, riwalenn.ruault@univ-brest.fr

TYPE DE SOUMISSION

Symposium

RESUME

Ce symposium s'intéresse à trois initiatives dédiées à la formation d'ingénieurs pour comprendre et agir vis-à-vis d'enjeux environnementaux et sociétaux du XXI^{ème} siècle, qui prennent ancrages dans trois institutions de formation d'ingénieurs différentes en France. L'ambition de ce travail est d'étudier la conception et la mise en œuvre de dispositifs concrets pour répondre à ces enjeux, d'apporter des éléments de compréhension et de susciter un questionnement constructif et une démarche réflexive pour les acteurs de ce type de formations aux différents niveaux des curricula (macro – les institutions, méso – les programmes et dispositifs, micro – les acteurs). Par une présentation croisée de ces dispositifs expérimentaux, et une prise de recul sur les pratiques et modalités via une approche systémique, les contributrices et contributeurs mettent en évidence les apports et limites perçus, interrogent les transformations visées et les effets obtenus, identifient les questions et perspectives soulevées. Ces retours d'expériences et les analyses qui en découlent contribuent à une réflexion scientifique plus vaste autour de la conception des formations en tant qu'écosystèmes complexes. Se dessine une manière spécifique de concevoir la formation autour du paradigme de la complexité. Cette étude permet alors de porter un regard autre sur les processus de (co-)construction de tels dispositifs et de réinterroger les processus d'apprentissage et les modalités d'enseignements, alors même que les objectifs et finalités visés y sont par nature en évolution, et souvent incertains.

SUMMARY

This symposium focuses on three initiatives dedicated to the training of engineers to understand and act on environmental and societal issues of the 21st century, which are anchored in three different engineering training institutions in France. The ambition of this work is to study the design and implementation of concrete systems to respond to these issues, to provide elements of understanding and to stimulate constructive questioning and a reflective approach for the actors of this type of training at different levels of the curricula (macro - institutions, meso - programs and systems, micro - actors). Through a cross-presentation of these experimental systems, and by taking a step back on the practices and modalities via a systemic approach, the contributors highlight the perceived contributions and limits, question the targeted transformations and the effects obtained, and identify the questions and perspectives raised. This feedback and the analyses that result from it contribute to a broader scientific reflection on the design of training as a complex ecosystem. A specific way of conceiving training around the paradigm of complexity is emerging. This study allows us to take a different look at the processes of (co-)construction of such systems and to reexamine the learning processes and teaching methods, even though the objectives and goals are, by nature, evolving and often uncertain.

MOTS-CLES

Ingénieurs, Dispositifs, Ecosystèmes, Transformations, Ecologie

KEY WORDS

Engineers, Pedagogical devices, Ecosystems, Transformations, Ecology

1. Contexte

Les études prospectives, telles que les rapports d'évaluation du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) alertent déjà depuis de nombreuses années¹. Cependant, une forte accélération des actions visant des formes de transformations des pratiques est aujourd'hui observable au niveau mondial, dans toutes les sphères de la société, corrélée à la perception grandissante de l'urgence écologique et sociale. L'heure ne semble donc plus au constat mais à l'action, y compris dans les formations de l'enseignement supérieur pour faire évoluer les pratiques et la société.

Les ingénieurs sont perçus comme ayant un rôle particulier à jouer en la matière (Unesco, 2021 ; Shift Project, 2022 ; Amdouni et al., 2022). Du point de vue institutionnel, former des étudiantes

¹ Création du GIEC en 1998 par l'ONU. Le volume 1 du 6^{ème} rapport sur l'état physico-chimique du climat est paru en 2021, ceux sur l'adaptation et l'atténuation sont parus début 2022.

et étudiants aptes à relever les défis de la transition écologique et sociétale est un objectif de plus en plus largement partagé dans les formations d'ingénieurs sur la planète (International Federation of Engineering Education Societies, 2021² ; Global Engineering Deans Council, 2021³ ; GreenComp⁴). Cet objectif devient également une ambition croissante des universités et grandes écoles en France, avec une incitation de plus en plus marquée au niveau des organismes accréditeurs (CTI, 2022; Jouzel, 2022 ; label DDRS CGE/CPU⁵). Parallèlement, de plus en plus de jeunes semblent exprimer le souhait de s'orienter vers des formations qui leur permettent de comprendre et d'agir en faveur des grands enjeux socio-écologiques, dont ceux du changement climatique (Audencia, 2022⁶ ; projet de recherche A-STEP 2030⁷ ; Accords de Grenoble⁸).

2. Problématiques pour les formations d'ingénieurs

Entre engagements citoyens, développements de programmes et innovations pédagogiques, prescriptions institutionnelles et injonctions politiques, la formation des futurs ingénieurs pour leur permettre de comprendre et d'agir face aux enjeux environnementaux et sociétaux, ainsi que les moyens pour l'élaborer et la déployer, sont devenus des questions centrales de l'enseignement supérieur aujourd'hui. Les approches pédagogiques de la formation à l'environnement sont multiples (voir entre autres Bolivar, 2008 ; Diemer et Marquat, 2014 ; Lemaître, 2021 ; Shift Project, 2022, plateforme UVED⁹) et les choix sont peu aisés. De nombreuses initiatives existent (conférences, séminaires, cours ou modules spécifiques, projets, clubs étudiants...) mais restent souvent isolées.

² <https://www.ifees.net/>

³ Global Engineering Deans Council <https://www.gedcouncil.org/>

⁴ European Commission, Joint Research Centre, GreenComp, the European sustainability competence framework, Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/13286>

⁵ <https://www.label-ddrs.org/>

⁶ Audencia, Rapport d'étude – Mieux comprendre la quête de sens au travail, [Etudes | Chaire Impact Positif \(audencia.com\)](#)

⁷ Projet Erasmus + Attracting diverSe Talent to the Engineering Professions of 2030, <https://www.astep2030.eu/fr>

⁸ Les « accords de Grenoble » rédigé par la *Convention pour la transition des établissements du supérieur*, ex-COP2 étudiante, <https://la-ctes.org/>

⁹ Université virtuelle Environnement et Développement durable <https://www.uved.fr/>

Au travers de l'analyse croisée de trois initiatives spécifiques qui prennent ancrages dans trois institutions de formation d'ingénieurs différentes en France, l'ambition de ce symposium est de décrire et d'analyser la conception et la mise en œuvre de dispositifs concrets pour répondre à ces enjeux, d'apporter des éléments de compréhension pour les acteurs de ces formations aux différents niveaux des curricula (macro – les institutions, méso – les programmes et dispositifs, micro – les acteurs). Dans la continuité d'échanges nationaux (via Riposte créative¹⁰), il s'agit d'une prise de recul sur nos pratiques de terrain et d'ouverture à la discussion sur les manières d'aborder la transition socio-écologique dans l'enseignement supérieur, de concevoir et de développer des formations dédiées qui accompagnent l'apprentissage pour relever les défis de demain.

3. Approche écosystémique de dispositifs de formation

Alors que l'on demande désormais aux futurs ingénieurs d'acquérir des compétences pour accompagner les « transitions écologique et énergétique » (CTI, 2022) via une « approche systémique » (*ibid.*), devenue un critère majeur pour la formation à la *Responsabilité Sociétale et Environnementale* (*ibid.*), une transformation des pratiques de formation et des dispositifs pédagogiques pour y parvenir semble être une nécessité.

Suivant une définition écologique, un écosystème est constitué de l'ensemble des êtres vivants qui le composent, de facteurs physiques et de flux chimiques, reliés interdépendants¹¹. Par analogie, étudier les formations comme des écosystèmes revient à les observer, analyser et concevoir comme des systèmes complexes composés de l'ensemble des acteurs de ces formations (tant formés que formateurs, formels ou informels), des espace-temps/environnements formatifs spécifiques (facteurs physiques), et de leurs interrelations et interdépendances (flux chimiques). Cette conception nous apparaît heuristique pour identifier les leviers et les freins des dispositifs développés ainsi que pour faire émerger d'autres perspectives et hypothèses de développement via une approche globale, en tenant compte de l'ensemble des éléments du système, leurs interrelations et interdépendances. Ce travail d'analyses croisées à partir de données empiriques s'insère ainsi dans une réflexion scientifique plus vaste, portée par la coordinatrice de ce symposium (voir notamment Adam et Bombaron, 2021, Adam et Plaud, 2023), autour de la conception des formations, des adultes

¹⁰ <https://www.ripostecreativepedagogique.xyz/?SuiteEnseignertransition>

¹¹ https://www.dictionnaire-environnement.com/ecosysteme_ID275.html

notamment, en tant qu'écosystèmes complexes. Se dessine alors une manière spécifique de concevoir la formation autour du paradigme de la complexité. Au-delà de « situations complexes », d'activités ou de « relations complexes », la complexité peut être déterminée comme un cadre de référence pour penser la formation, pour l'analyse et pour l'action. La complexité, en tant que paradigme épistémologique (Sallabery, 2000 ; Morin, 1990 ; Morin et Le Moigne, 1999), devient une manière de concevoir les processus de formation et de transformation des individus. Ce travail permet de porter un regard autre sur les processus de (co-)construction de tels dispositifs et de ré-interroger les processus d'apprentissage, l'approche épistémologique (Lison et Bédard, 2014), ou l'accompagnement à la subjectivation (Bourgeois, 2019), alors même que les objectifs et finalités visés y sont par nature en constante évolution, et souvent incertains.

Tout comme les écosystèmes naturels « peuvent être d'étendue très variable : une petite mare temporaire [...] au même titre qu'une forêt de quelques milliers d'hectares ¹²», le regroupement de ces trois communications vise à expliciter les ressorts de ces écosystèmes complexes à différentes échelles tant en termes de modalités (un parcours transversal et interdisciplinaire, un semestre de projet dédié, un pôle de formation spécifique), de durée (heures, semestre, années, etc.), de temporalités, de public, d'espaces (dans et hors les murs) et d'objectifs visés. Ce symposium sera ainsi structuré autour de trois communications croisées, ponctués d'échanges structurants avec le public. La discutante pressentie, elle-même ingénieure pédagogique en charge de nombreux projets de formation au sein de l'Ecole universitaire de recherche ISblue apportera un regard expert et favorisera la mise en débat et les controverses constructives en vue de prolonger les réflexions pédagogiques et scientifiques impulsées et/ou suscitées.

Références bibliographiques

Adam, C., & Bombaron, E. (2021, September). Symposium "Se (co-) construire avec ces « autres » en formation". In La Biennale internationale de l'éducation et de la Formation et des pratiques professionnelles. Chaire Unesco « Formation professionnelle, Construction Personnelle, Transformations sociales » ; ICP, Paris, France.

Adam C., & Plaud C., (2023), « Quand un projet de recherche international se fait accompagnateur d'un parcours doctoral : retours d'expériences des actrices », *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur, L'accompagnement doctoral pour l'écriture de la recherche et la professionnalisation des doctorants.*

¹² <https://www.cnrtl.fr/definition/%C3%A9cologie>

Amdouni, S., Gardelle, L., Benguerna, M. & Ajana, S. (2022). Les formations d'ingénieurs face aux enjeux environnementaux au Maghreb. *Champ social*. <https://doi.org/10.3917/chaso.amdou.2022.01>

Bolivar J.G. (2008). Comment intégrer les questions d'environnement et de développement dans l'ensemble des méthodologies de la gestion de projet : une démarche conceptuelle orientée vers un modèle de la planification de projet basé sur l'approche cadre logique.

Bourgeois, E. (2019). *Le désir d'apprendre, formation et construction du sujet*. PUF, coll. Formation & pratiques professionnelles.

Commission des Titres d'Ingénieur (2022). *Références et orientations . Référentiel, critères majeurs d'accrédiation, version 2022*, <https://www.cti-commission.fr/>

Diemer A. et Marquat Ch. (dir.) (2014). *Education au développement durable. Enjeux et controverses*. De Boeck, pp. 163-182

Jouzel J. (dir.). (2022). *Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur. Rapport pour le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Paris, 90p.*

Lemaître D. (2021). « La mobilisation des SHS dans la formation des ingénieurs au développement durable. » (hal-03152075)

Le Moigne, J. L., et Morin, E. (1999). *L'intelligence de la complexité*. Paris: l'Harmattan.

Lison, C., & Bédard, D. (2014). Développement de la posture intellectuelle d'étudiants universitaires dans un programme innovant. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 30(30 (1)).

Morin, E. (2005 [1990]). *Introduction à la pensée complexe*. Paris: Editions du Seuil.

Sallaberry, J. C. (2000). Complexité des situations d'éducation et théorie des systèmes. *Les Dossiers des sciences de l'Education*, 3(1), 11-25.

Shift Project. (2022). *Former l'ingénieur du XXIème siècle. Manifeste pour l'intégration des enjeux socio-écologiques en formation d'ingénieur*, INSA, 106p. <https://theshiftproject.org/article/publication-rapport-former-ingenieur-du-21esiecle/>

UNESCO. (2021). *L'ingénierie au service du développement durable: réaliser les Objectifs de développement durable*, 198 p., ISBN : 978-92-3-200236-5 (UNESCO).

Une expérience d'apprentissage systémique durant un semestre : vivre la transition socio-écologique en tant que futur ingénieur

FANNY POINSOTTE

Grenoble INP- Phelma, 3 parvis Louis Néel - 38000 Grenoble, fanny.poinsotte@grenoble-inp.fr

AURELIE FERON

Grenoble INP-DET PerForm, 701 rue de la piscine - 38400 St Martin d'Hères, aurelie.feron@grenoble-inp.fr

LAURENT JOSSIC

Grenoble INP-Ense3, 21 rue des Martyrs - 38000 Grenoble, laurent.jossic@grenoble-inp.fr

TYPE DE SOUMISSION

Symposium

RESUME

La formation P.I.S.T.E., un semestre complet en dernière année de formation d'ingénieurs à Grenoble INP, propose une vision systémique prenant en compte les limites planétaires et les impacts environnementaux et sociétaux. Les enseignements sont conçus autour de projets fil rouge : ils viennent apporter au fil du semestre des éléments utiles pour ces projets ou d'autres projets de transition.

L'ensemble des parties prenantes s'est placé depuis le début dans une démarche de co-construction de la formation, des contenus et des projets. Les relations interpersonnelles, les postures professionnelles, les modalités pédagogiques et les rapports habituels au savoir en sont pleinement modifiés : nous constatons que ce type de formation nécessite, tant sur le fond que sur la forme, un changement de paradigme épistémologique et pédagogique.

SUMMARY

The PISTE curriculum, which lasts one semester in the final year of engineering studies at Grenoble INP, offers a systemic vision, taking into account planetary limits and environmental and societal impacts. The courses are designed around the red thread projects: they provide useful elements for the projects throughout the semester.

All the stakeholders are involved in a process of co-construction of the training, the contents and the projects. Interpersonal relations, professional postures, pedagogical methods and the usual approach to knowledge are fully modified: we note that this type of training requires a change of epistemological and pedagogical paradigm, both in terms of content and form.

MOTS-CLES

approche systémique, co-construction, postures, transformations, transition socio-écologique

KEY WORDS

systemic approach, co-construction, postures, transformations, socio-ecological transition

1. Introduction

La prise de conscience des rapides transformations de notre environnement global est de plus en plus forte chez les jeunes et notamment chez les élèves ingénieurs de Grenoble INP. Ils et elles se montrent très demandeurs de réponses à des questions prégnantes comme : « quel rôle aura l'ingénieur demain ? », « quelle posture adopter ? », « comment mettre les compétences déjà acquises au service de la transition socio-écologique ? ». Nous observons une envie de sortir du paradigme de l'innovation à tout prix, de la croissance sans limite.

Suite à la forte demande étudiante (enquête réalisée auprès de l'ensemble des élèves ingénieurs de Grenoble INP en novembre 2020¹³) et dans la continuité de plusieurs initiatives portées par des étudiant.es, des enseignant.es, des équipes de Grenoble INP, l'établissement a ouvert, en septembre 2021, la formation PISTE¹⁴ : un semestre complet permettant à une trentaine d'élèves en dernière année d'études de vivre les questions liées à la transition socio-écologique. Le semestre est ouvert aux 8 écoles de Grenoble INP et porté par l'une d'elles (Grenoble INP ENSE3). Le semestre cherche à proposer une expérience d'apprentissage permettant de vivre l'aspect systémique nécessaire à tout projet de transition, c'est-à-dire en ressentir toute la complexité, être confronté à la pluralité des acteurs et prendre part à leurs relations et interdépendances. Il s'agit également de permettre d'expérimenter une nouvelle posture et de proposer des outils et méthodes adaptés. L'ensemble du semestre est structuré par une vision systémique prenant en compte les limites planétaires, les impacts environnementaux et sociétaux et l'ensemble des parties prenantes d'un problème.

En parallèle, un travail est réalisé autour du nouvel imaginaire de l'ingénieur. Il vise à penser la place à prendre pour l'ingénieur dans un monde en transition, au service de projets locaux, ancrés dans l'environnement et la société.

Pour former les futurs ingénieurs aux compétences associées à la résolution des défis de la transition socio-écologique, nous postulons la nécessité :

- de projets concrets, issus du monde réel (Hoinle et al., 2021), au cœur de la formation

¹³ 733 réponses, 91% pense qu'il est important d'être formé aux enjeux environnementaux, 36% estime être bien formé à ces enjeux

¹⁴ PISTE : Pour une Ingénierie Sobre Techno- et Éco-responsable

- d'une vision systémique, interdisciplinaire, globale, indispensable à la compréhension des enjeux de transition (Hoinle et al., 2021)
- d'une co-construction des contenus entre intervenant·e·s pédagogiques et étudiant·e·s et d'une démarche collective de partage des ressources, dans un climat de gouvernance partagée : la formation se veut transformative et émancipatrice (Papenfus et al., 2019) pour ces futurs ingénieurs, aux niveaux de leur identité professionnelle, de leurs comportements, de leur conception du monde, de leurs imaginaires et de leur pouvoir d'agir.

Des ajustements réguliers en cours de semestre sont également réalisés en fonction des observations de chaque partie prenante et ce dans une volonté d'amélioration et de co-construction permanente et vivante de la proposition pédagogique.

Dans cet article, nous présentons cette expérience pédagogique d'un semestre en nous concentrant sur deux de ses points forts : d'abord l'isomorphisme voulu entre l'aspect systémique de la formation et l'approche systémique nécessaire pour aborder les enjeux de transition ; puis la nouvelle place donnée aux différentes parties prenantes du semestre et les nécessaires changements de posture associés.

2. Une pédagogie adaptée pour faire vivre l'aspect nécessairement systémique de la transition

Nous détaillons ici les éléments de cette expérience pédagogique qui selon nous permettent aux étudiant·e·s de vivre une expérience systémique autour des transitions. Pour obtenir des éléments sur l'atteinte de nos objectifs, nous avons récolté à plusieurs moments des retours des différentes parties prenantes. A la fin de la 1^{ère} et de la 2^{ème} édition, nous avons soumis un questionnaire d'analyse approfondie (94 questions fermées et 36 ouvertes, 25/28 réponses). Nous avons également récolté des retours spontanés, des retours au questionnaire d'évaluation institutionnelle (13/28 réponses ; pour chaque UE 1 question ouverte et 1 fermée), et effectuer des entretiens. Un questionnaire sur l'identité ressentie à l'entrée et à la sortie a été soumis à la 2^{ème} promotion. Dans la suite de cette communication, nous nous appuyons sur les résultats du questionnaire d'analyse approfondie de la 1^{ère} promotion.

2.1. Projets fil rouge au cœur du semestre PISTE

Pour permettre l'expérience systémique, des projets fil rouge sont au cœur du semestre et représentent un tiers du programme (10/30 ECTS). Les projets sont réalisés en groupes de 4 à

6. L'objectif est de repenser la conception, les usages d'un produit, d'un composant, d'un système ou d'une organisation. Les sujets sont proposés pour un tiers par des collectivités locales et des laboratoires, pour un tiers par des associations liées aux thématiques de la transition et des low-techs et pour un tiers par des entreprises. Les sujets retenus répondent à des besoins réels et sortent du « business as usual ». Les groupes doivent analyser, concevoir, réaliser et documenter en science ouverte des solutions et stratégies sobres, durables et accessibles au plus grand nombre. Par rapport au prototypage classique en ingénierie, ces solutions et stratégies sont mises en place dans des démarches de co-construction (démarche citoyenne, partant des besoins des usagers) et elles doivent s'insérer dans un modèle d'économie circulaire, ouvrant sur une société plus conviviale au sens d'Ivan Illich. Une analyse du cycle de vie et un bilan carbone du prototype doivent être réalisés et exploités par les étudiants pour une analyse critique de la solution proposée.

Les différents autres enseignements viennent nourrir les projets fil rouge : ils sont directement exploités et appliqués dans chaque projet.

2.2. Approche systémique, globale et interdisciplinaire

Dans cette proposition pédagogique, considérant que les questions de transition socio-écologique méritent une approche systémique, interdisciplinaire et globale, une attention particulière a été portée sur la variété des points de vue, à tous niveaux. Celle-ci se reflète dans la diversité des acteurs et des apprentissages visés, leurs interrelations et interdépendances.

La formation étant ouverte à l'ensemble des composantes de Grenoble INP, les étudiant·es ne se connaissent pas au départ. Leurs points communs sont d'être en dernière année et d'avoir envie d'élargir le spectre de leur formation en approfondissant les questions de transition socio-écologique et en s'outillant pour répondre aux enjeux liés. Leurs formations initiales sont diverses allant de l'informatique aux matériaux, en passant par le génie industriel ou la papeterie.

Un réel travail de constitution d'une équipe pédagogique aux profils divers a été réalisé durant la mise en place du semestre et ses deux premières années d'existence. L'équipe se réunit trois fois par an. Elle compte 33 personnes qui ont soit des statuts d'enseignement-recherche issus de différentes disciplines de Grenoble INP et de l'Université Grenoble Alpes, soit sont des partenaires locaux. Chaque membre de l'équipe est impliqué dans les questions de transition socio-écologique à titre personnel et/ou professionnel et y accorde une importance particulière (Hoinle et al., 2021).

Les projets fil rouge sont portés, comme précisé précédemment, par des partenaires représentant la diversité de notre société.

Les apprentissages visés sont interdisciplinaires (sans barrière disciplinaire ou thématique), systémiques (considérant l'ensemble des parties prenantes) et globaux (vue complète du besoin aux impacts de la solution), tant en termes de connaissances que de compétences et de "posture" d'ingénieur.

Les enseignements¹⁵ qui viennent alimenter les projets traitent :

1. des enjeux et du contexte de l'environnement global
2. d'outils d'ingénierie
3. de méthodes d'ingénierie

3 ateliers abordent également les questions cruciales des émotions et de l'éco-anxiété.

L'ensemble est pensé en accord avec la démarche compétence portée par Grenoble INP (Poumay et al., 2017).

2.3. Expérience d'apprentissage participative

La démarche pédagogique est conçue en adéquation avec la volonté de proposer une nouvelle vision du métier d'ingénieur, c'est-à-dire quelqu'un capable d'aborder des problèmes complexes de façon systémique, interdisciplinaire, et globale. Le modèle de Papenfus et al. (2019) (fig.1) est particulièrement intéressant pour analyser un dispositif de formation sur les questions de transition socio-écologique.

Il est construit sur deux axes :

- L'axe horizontal porte sur la conception pédagogique. A l'extrémité gauche, les apprentissages sont très structurés avec des objectifs précis. A l'extrémité droite, les apprentissages sont très libres avec une forte implication des apprenants dans les choix d'apprentissage.
- L'axe vertical porte sur la conception épistémologique. A l'extrémité haute, l'attention est portée sur les contenus qui sont transmis tels quels, ils sont objectifs. A l'extrémité basse, l'attention est portée sur l'apprentissage, les contenus sont (co-)construits, ils ne pré-existent pas forcément et sont subjectifs.

¹⁵ Programme complet en annexe

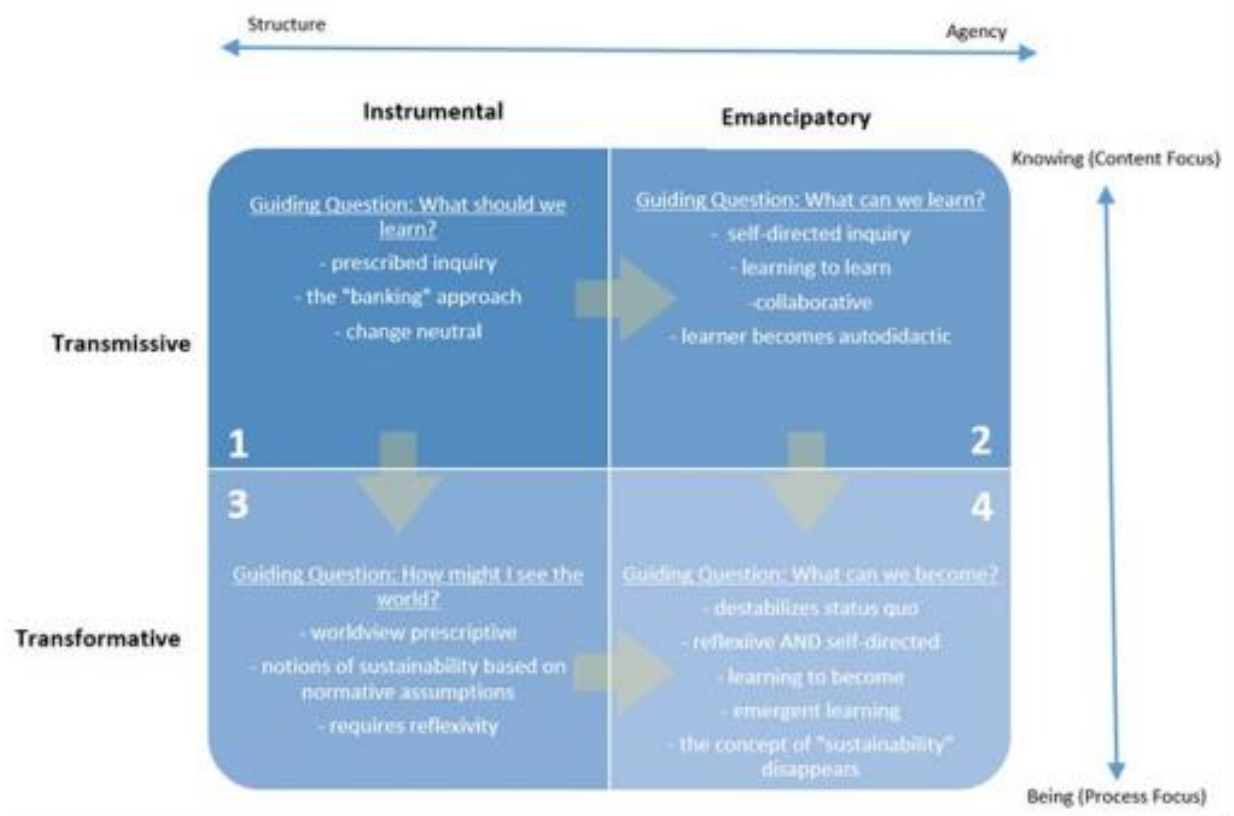


Figure 1. « The interacting pedagogy framework for sustainability education » de Papenfus et al. (2019)

Nous considérons que la majeure partie de PISTE se situe dans les quadrants 2 (projets, résolution de problèmes, application, sens critique) et 3 (apprentissage expérientiel, transformation de la posture et de la conception de son rôle).

Les projets sont ancrés dans l'environnement direct. Ils nécessitent de sortir de la salle de classe, du campus pour rencontrer les partenaires locaux et les usagers potentiels des solutions proposées : ils répondent à des besoins réels et les solutions sont co-construites avec l'ensemble des parties prenantes. Les solutions doivent être à la fois sobres et documentées en science ouverte pour être (ré)utilisables, répliquables, améliorées et réparées directement par les utilisateurs. Les apprentissages sont réalisés dans un environnement authentique, complexe et systémique.

Les enseignements sont très majoritairement interactifs, visant à inclure et engager l'ensemble des étudiant.es (Hoinle et al., 2021 ; Papenfus et al., 2019). Dans le questionnaire de fin de semestre 2021-2022, 92% estime qu'une part importante des cours propose des activités autres que l'écoute d'exposés magistraux ; parmi les exemples les plus cités : débats, discussions ouvertes, ateliers d'écriture, ateliers manuels, applications, mini-projets, jeux sérieux. 56% estime que les enseignant.es ont veillé à leur engagement dans les activités pédagogiques.

Une part moins conséquente du semestre, constituée d'exposés magistraux, se situe plutôt dans le quadrant 1.

Une autre part, également moins conséquente mais néanmoins importante, se situe dans le quadrant 4 : le cadre instauré durant la première semaine du semestre perdure tout au long du semestre, selon 84% des réponses au questionnaire de 2021-2022. Il est détaillé plus loin.

2.4. Évaluation réflexive des apprentissages

L'évaluation des apprentissages a été pensée pour être alignée aux méthodes et aux intentions pédagogiques (Biggs and Tang, 2011).

Les projets fil rouge sont évalués via un rapport complet et un prototype (physique ou méthodologique) de la solution retenue.

Pour les enseignements qui alimentent le projet fil rouge, l'évaluation s'appuie sur une réflexion individuelle des apprentissages et de leur ré-investissement : il s'agit de répondre pour chaque UE à la question : « Qu'avez-vous appris dans cette UE qui alimente votre projet ou un autre projet équivalent ? Comment l'avez-vous mis en œuvre ? ». Ce travail est ensuite discuté lors d'un oral. Plusieurs ateliers spécialement conçus pour sensibiliser à l'approche réflexive sont proposés.

76% des répondants au questionnaire 2021-2022 estime que la méthode d'évaluation est cohérente avec les intentions pédagogiques. Suite aux retours collectés et notamment aux commentaires libres, différents points ont été retravaillés : les consignes ont été éclaircies et expliquées régulièrement ; la méthode d'évaluation a été restructurée et harmonisée au sein de l'équipe pédagogique ; les enseignant-es sont davantage accompagné-es à cette nouvelle évaluation.

3. Une nouvelle place pour les acteurs

Nous avons choisi de proposer une autre place aux étudiant-es que celle qui est généralement la leur. La décision de créer un tel dispositif a d'abord été prise politiquement, puis pour assurer la congruence du semestre, l'intégralité de la proposition pédagogique a été co-construite avec l'ensemble des acteurs concernés (un ensemble d'intervenants potentiels, de personnes concernées par ces questions, de partenaires notamment du LowTech Lab Grenoble, d'élèves ingénieurs et une accompagnatrice pédagogique).

La place des étudiant·es reste privilégiée tout au long du semestre : ils peuvent contribuer à la construction des apprentissages autant que les enseignant·es (64% de réponses le confirme en 2021-2022).

3.1. Changement de contrat didactique

Le cadre global du semestre vise des apprentissages transformationnels (Papenfus et al., 2019 ; Hoinle et al., 2021) et émancipateurs (Papenfus et al., 2019), de compréhension mutuelle, d'empathie et de confiance. Un cadre favorable à ces apprentissages repose sur un ensemble de valeurs, principalement issues des courants de l'éducation populaire, de la gouvernance partagée et de l'intelligence collective : bienveillance, respect, souveraineté, co-responsabilité, co-construction, humilité et auto-critique.

Ce cadre est installé dès la première semaine du semestre qui a été pensée pour permettre de découvrir les valeurs portées par le semestre, les sujets abordés, mais aussi pour permettre à la nouvelle promotion de se rencontrer, pour créer un groupe prêt à construire des solutions ensemble et définir en commun le cadre dans lequel évoluer. La promotion est immergée dans un « projet intégrateur », conçu et animé par des personnes du Low Tech Lab Grenoble et par des enseignants. Le cahier des charges est de préparer un repas, partagé avec l'équipe pédagogique à la fin de la semaine. Le menu doit être défini ensemble (pour sensibiliser aux prises de décision et consensus au sein d'un groupe), être en accord avec des critères de sobriété (apports d'une diététicienne et d'un restaurateur engagé) et surtout, être cuit sur les low-tech réalisées au FabLab de l'école durant la semaine. Toutes les constructions réalisées sont documentées en science ouverte et proposées dans les communs. Le cadre des échanges entre étudiant·es et avec les animateurs de cette semaine cherche à poser les fondements du semestre. Il modifie les rôles communément admis pour aller vers plus d'horizontalité entre étudiant·es et enseignant·es. Comme le suggèrent Papenfus et al. (2019), ce cadre reste difficile à maintenir car ni les enseignantes ni les étudiantes ne sont habituées à des relations quasi horizontales. Ce changement de relation et de posture a dû être travaillé avec chacun :

- Certain·es enseignant·es ont des difficultés à mettre durablement de côté leur position de sachants.
- Les enseignant·es doivent parfois (se) rappeler l'asymétrie qui perdure (garantie des conditions d'apprentissage et responsabilité de l'évaluation).

- Certain-es étudiant-es ont besoin de rappel du cadre global de la formation dans l'enseignement supérieur (responsabilité de leurs apprentissages et respect du cadre établi en début de semestre).

C'est un changement du contrat didactique pour tout le monde.

3.2. Changement de paradigme

Le modèle de la science post-normale (Silvio, 1993 cité dans Flandrin et Verrax, 2019, pp.173-174) se décline en deux axes : celui du degré d'incertitude scientifique ou technique et celui de l'ampleur des enjeux. Dans ce modèle, des questions aux enjeux et incertitudes faibles peuvent être répondues par une diffusion de connaissance. A mesure que les enjeux et incertitudes augmentent, le débat devient nécessaire pour confronter les points de vue et prendre en compte la complexité, comme ce serait le cas des questions de transition socio-écologique.

Il nous semble alors que ces questions qui restent pour la plupart non résolues nécessitent de quitter une posture enseignante de sachant ou d'expert, car les contenus ne peuvent être conçus comme prédéfinis et stables. Une pédagogie transformationnelle, dans laquelle le rôle de l'enseignant-e est plutôt de faciliter les apprentissages pour co-construire un contenu a minima réfutable au sens de K. Popper, nous semble appropriée pour préparer les futurs ingénieurs à relever les défis d'ingénierie dans un monde en transition, avec les outils et méthodes nécessaires à l'action.

Il nous semble également difficile de prévoir et définir précisément et définitivement les contenus de formation car les savoirs, les méthodes et outils nécessaires mais aussi les compétences, les rôles et postures professionnels sont susceptibles d'évoluer.

Dans ce contexte, il semble opportun de permettre à chaque personne impliquée de co-construire la formation dans la forme et dans le fond pour ouvrir sur le champ des possibles et réinventer l'imaginaire autour du métier d'ingénieur.

Une pédagogie également émancipatrice, dans laquelle les activités pédagogiques offrent des occasions de confronter les arguments dans une vision systémique, pour co-construire les apprentissages, nous paraît donc cohérente pour former les ingénieurs du monde de demain.

Cela se traduit dans le semestre de différentes manières. Comme exemple, des étudiant-es qui avaient acquis des compétences particulières en dehors de l'école ont été invité-es à prendre le rôle d'enseignant-es pour des enseignements spécifiques (autour des outils pour la coopération, de l'utilisation d'outils informatiques libres ...).

Ce changement de conception à la fois épistémologique et didactique implique des changements de contrat didactique, comme dit plus haut, et le développement de nouvelles méthodes pédagogiques, de nouvelles postures.

4. Conclusions et perspectives

Le semestre PISTE est un exemple de formation aux questions de transition socio-écologique pour des élèves ingénieurs, qui a été pensé de manière systémique, c'est-à-dire dans toute sa complexité. L'équipe complète (étudiant-es et intervenant-es) entretient des relations d'interdépendance profondes. Leurs postures peuvent être plurielles et changer au cours du semestre. Un changement de paradigme épistémologique et un changement de contrat didactique associé ont été constatés.

Le travail conséquent d'analyse mené sur cette expérience pédagogique nous permet de dire que les objectifs visés lors de la mise en place ont été majoritairement atteints.

Plusieurs questions restent cependant encore en suspens et nous semblent intéressantes voire cruciales à explorer d'avantage, autour de :

- La place accordée aux émotions dans le dispositif et la prise en compte de l'éco-anxiété. L'objectif est d'accompagner l'équipe complète dans l'accueil des émotions et ce afin d'être en mesure de s'en saisir pour agir. Différentes sensibilisations et accompagnements ont été proposés, notamment un atelier d'écosophie et plusieurs ateliers d'accueil des émotions. Il nous semble cependant important de proposer en plus un dispositif individuel ouvert selon les besoins, pour répondre à la très forte charge émotionnelle que peuvent soulever, pour certains, les thématiques abordées.
- L'inclusion de l'ensemble des étudiant-es, avec leurs différences de fonctionnement, de prérequis, d'ambitions (écoute, échanges, participation, soutien, ...). La sélection pour ce semestre de formation se fait uniquement sur la motivation. Nous accueillons à la fois des personnes déjà très sensibilisées et impliquées, mais aussi des personnes concernées n'ayant pas encore eu l'occasion de découvrir ces problématiques et qui souhaitent le faire. Il est indispensable de travailler l'ensemble des propositions pédagogiques pour permettre à chacun-e de trouver sa place et d'apporter sa pierre dans la co-construction.
- Un éventuel passage à l'échelle. Les personnes concernées par le semestre PISTE sont volontaires et motivées. Elles font partie des « primo-adoptants » (les premiers

adeptes, déjà acquis à la cause) des problématiques liées aux transitions socio-écologiques. (Hoinle et al., 2021). Des questions restent en suspens : Comment passer des « primo-adoptants » à une « éducation de masse », doit-on le rechercher ? Et la même solution pédagogique peut-elle être adaptée à différents contextes et publics ? Aujourd'hui, nous nous appuyons sur l'attente forte des étudiant.es sur leur volontarisme et leur ouverture d'esprit. Une autre forme de contrat didactique devrait sans doute être imaginé si le type de public devait évoluer.

Plutôt que d'augmenter le nombre d'élèves et la taille de l'équipe pédagogique, la proposition a été faite de dupliquer des dispositifs de petite taille, comme PISTE, de créer de nouveaux semestres avec des éclairages légèrement différents. Un exemple sera testé prochainement, porté par une autre école de Grenoble INP avec un centre de gravité autour de l'informatique et du verdissement du numérique.

Références bibliographiques

- Biggs, J. and Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. McGraw-Hill and Open University Press, Maidenhead, 95-110.
- Flandrin, L. et Verrax, F. (2019). *Quelle éthique pour l'ingénieur ?* Charles Léopold Mayer
- Hoinle, B., Roose, I. and Shekhar, H. (2021). Creating Transdisciplinary Teaching Spaces, Cooperation of Universities and Non-University Partners to Design Higher Education for Regional Sustainable Transition, *Sustainability*, 13 (7), 3680.
- Panissal, N., Jeziorski, A et Legardez, A. (2016). Une étude des postures enseignantes adoptées lors des débats sur des questions socialement vives (QSV) liées aux technologies de la convergence (NBIC) menés avec des élèves de collège, *DIRE*, 8.
- Papenfuss, J., Merritt, E., Manuel-Navarrete, D., Cloutier, S., and Eckard, B. (2019). Interacting Pedagogies: A Review and Framework for Sustainability Education, *Journal of Sustainability Education*, 20.
- Poumay, M., Tardif, J. et Georges, F. (dir.). (2017). *Organiser la formation à partir des compétences*. De Boeck.

Annexe : Programme du semestre PISTE

ECTS	Modules
10	UE : Projet d'ingénierie sobre techno- et éco-responsable
	Projet intégrateur Low-Tech (semaine d'intervention)
	Projet fil rouge
	Conférences d'ouverture
6	UE : Enjeux et contexte
	Limites planétaires et (in)soutenabilité
	Introduction à la gestion intégrée des ressources et aux solutions d'adaptation au changement climatique
	Introduction à l'histoire de l'industrialisation
	Sociologie des techniques, usages et innovation
	Introduction à la sobriété numérique
	Formulation politique des enjeux environnementaux : Instruments et modalités d'action publique
	Incitation et obligations en matière de fiscalité verte : analyse économique
	Modèle World 3
6	UE : Outils pour l'ingénieur
	Bilan Carbone
	Analyse de Cycle de Vie
	Low-Tech et right tech via le prisme des besoins
	Performance énergétique en milieu industriel
6	UE : Méthodes pour l'ingénieur
	Méthodes multicritères d'aide à la prise de décision
	Méthodes centrées sur l'expérience utilisateur
	Méthodes d'analyse de risques
	Science ouverte : Communs et documentation appropriable
	Réponse à des appels d'offres
	Ateliers pragmatistes – gestion de projets
2	UE : Cours de spécialité
	Gestion énergétique et intégration des critères environnementaux
	Recyclabilité et matériaux
	Traitement de l'eau
	Ateliers pédagogiques et de gestion des émotions

Concevoir un écosystème de formation à la transition socio-écologique : le cas du projet HOLI-D Blue

CATHERINE ADAM

Laboratoire Formation et apprentissages professionnels (UR 7529), ENSTA Bretagne, 2 rue François Verny 29200 Brest – France, catherine.adam@ensta-bretagne.fr

TYPE DE SOUMISSION

Symposium

RESUME

Cette étude s'intéresse à la conception et la mise en œuvre d'un projet de formation et de recherche, dénommé HOLI-D Blue, qui a pour ambition de développer un dispositif holistique de formation d'ingénieurs pour comprendre et répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux des domaines maritimes. En pratique, il s'agit de la création d'un parcours transversal et interdisciplinaire, intégré au cursus de formation initiale d'étudiants de 3^{ème} cycle, à commencer par l'ENSTA Bretagne pour le dispositif-test. Partant d'une approche systémique, HOLI-D Blue repose sur une pédagogie de projet transverse qui cherche à relier l'ensemble des espace-temps et des modalités de formation, académiques et non-académiques sur l'ensemble d'un cursus en trois ans, en impliquant une diversité d'acteurs à différentes échelles du curriculum. A mi-parcours de ce projet, cette communication est l'occasion de présenter et de questionner les modalités de co-construction de ce parcours, ainsi que les 1ers résultats de la mise en œuvre du dispositif-test conçu : les freins et leviers identifiés, les questions et perspectives soulevées. Ce travail réflexif se focalise sur deux aspects spécifiques : (1) la valeur heuristique de penser et concevoir ce type de formation comme des écosystèmes, (2) la contribution de ce dispositif à l'accompagnement des étudiants dans leur émancipation et leur pouvoir d'agir.

SUMMARY

This study focuses on the design and implementation of a training and research project, called HOLI-D Blue, which aims to develop a holistic training system for engineers to understand and respond to environmental and societal issues in the maritime fields. In practice, it is the creation of a cross-disciplinary and interdisciplinary specialisation, integrated into the curriculum of initial training of postgraduate students, starting with ENSTA Bretagne for the test device. Starting from a systemic approach, HOLI-D Blue is based on a transverse project pedagogy that seeks to link all the time-spaces and training modalities, both academic and non-academic, throughout a three-year curriculum, by involving a diversity of actors at different levels of the curriculum. At the halfway point of this project, this paper is an opportunity to present and question the modalities of co-construction of this pathway, as well as the first results of the implementation of the test device designed: the brakes and levers identified, the questions and perspectives raised. This reflective work focuses on two specific aspects: (1) the heuristic value

of thinking and designing this type of training as ecosystems, (2) the contribution of this device to the accompaniment of students in their emancipation and their power to act.

MOTS-CLES

Formation d'ingénieurs, Transition socio-écologique, Ecosystème, Complexité, Transformations

KEY WORDS

Engineering education, Socio-ecological transition, ecosystem, complexity, transformations

1. Introduction

Face à la crise écologique et sociale au niveau planétaire, des transformations sont indispensables dans toutes les sphères de la société. Parmi les leviers d'action principaux, l'éducation joue un rôle incontournable. En France, comme ailleurs, l'Enseignement cherche des réponses éducatives (Barthes, 2022) et les établissements du supérieur se saisissent de cette problématique (Jouzel, 2022). En son sein, les formations d'ingénieurs y tiennent une place particulière (voir entre autres-Shift Project, 2022 ; Amdouni et al., 2022) . En effet, pour relever les défis de la transition socio-écologique, les ingénieurs sont perçus comme ayant une fonction déterminante (Unesco, 2021, CTI, 2022). Cependant, le caractère évolutif, multiforme, et incertain des enjeux et des défis à relever rend la tâche d'autant plus difficile et la question des modalités pédagogiques extrêmement complexe pour les communautés éducatives.

Cette étude s'intéresse alors à la conception et la mise en œuvre d'un projet de formation et de recherche, dénommé HOLI-D Blue¹⁶, qui s'est fixé pour objectif de développer un dispositif holistique de formation d'élèves-ingénieurs et d'étudiants de 3^{ème} cycle pour comprendre et répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux des domaines maritimes. En pratique, il s'agit de la création d'un parcours transversal et interdisciplinaire, intégré au cursus de formation initiale d'élèves-ingénieur sur 3 ans de l'ENSTA Bretagne pour le dispositif-test. Ce projet émane de résultats de recherche d'une équipe de chercheur.e.s en sciences de l'éducation et de la formation spécialisée dans la formation et la professionnalisation des ingénieurs (FPI),

¹⁶ HOLI-D Blue est l'acronyme pour « Dispositif holistique de formation des ingénieurs pour répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux maritimes ». Ce travail est soutenu par le projet ISblue "Interdisciplinary graduate school for the blue planet" co-financé par une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme « Investissements d'avenir » intégré à France 2030, portant la référence ANR-17-EURE-0015.

de mes propres investigations sur les approches (éco-)systémiques en formation et d'analyses d'expériences de terrain, partagées dans l'enseignement supérieur en France et à l'international.

Dans sa constitution, ce projet a pour vocation de partager et de mutualiser les résultats obtenus avec l'ensemble des communautés éducatives et scientifiques investies dans le développement de formations relatives à l'environnement et la transition socio-écologique¹⁷, à commencer par ceux des domaines maritimes. Aussi, à mi-parcours de son développement, cette communication est l'occasion d'échanger avec des professionnels et des chercheurs du champ investigué et investi, les modalités spécifiques de co-construction de ce parcours, ainsi que les 1^{ers} résultats de la mise en œuvre du dispositif-test conçu : les freins et leviers identifiés, les questions et les perspectives soulevées. Ce retour d'expérience réflexif focalisera sur deux aspects spécifiques à interroger :

- la valeur heuristique et les effets de ce type de formation, pensé et conçu comme un écosystème complexe ;
- l'accompagnement de ce type de dispositif à la subjectivation des étudiants « au sens , [de] chemin par lequel l'individu devient 'sujet' » (Bourgeois, 2019 : 7), pour leur permettre « d'agir en « je » dans le monde et en relation aux autres » (ibid.) vis-à-vis des enjeux environnementaux et sociétaux, et au-delà.

Ce travail s'appuie sur une description fine des modalités de construction de ce dispositif et de son contenu ainsi que l'analyse des premières observations et retours des acteurs (enseignants, personnels, étudiants) collectés lors de la phase de co-construction et des premiers mois d'expérimentation du dispositif.

2. Genèse du projet : dialogue entre recherche et formation

Cette expérimentation prend forme au sein de l'Ecole nationale supérieure de techniques avancées (ENSTA) Bretagne, établissement de formation d'ingénieurs tournée vers l'innovation et la recherche dans le secteur maritime, la défense et les hautes technologies (l'aéronautique, l'aérospatiale, l'automobile, les énergies, les technologies numériques et de l'information). Elle forme environ mille étudiants par an via deux cycles d'ingénieur en trois

¹⁷ Parmi les différentes dénominations usitées (éducation à l'environnement, au développement durable, etc), nous avons choisi d'employer ce terme à ce stade du projet en référence aux « Accords de Grenoble », émanation d'actions étudiantes en faveur de transformations de leurs formations, <https://la-ctes.org/>.

ans (cycle FISE – Formation d’ingénieur sous statut étudiant ; cycle FIPA – Formation d’ingénieur par alternance), des Masters, des Mastères spécialisés et des formations doctorales. Elle est constituée de trois départements de formation et de recherche en sciences et technologies mécaniques, sciences et technologies de l’information et de la communication et sciences humaines et sociale (SHS). Son département SHS a ceci de spécifique, pour une école d’ingénieurs, qu’il comprend une équipe de recherche en sciences de l’éducation et de la formation spécialisée sur la formation et la professionnalisation des ingénieurs, constituée de 9 chercheurs permanents du laboratoire *Formation et apprentissages professionnels* (UR7529). Le déploiement du projet HOLI-D Blue s’inscrit dans la continuité des travaux de recherche de cette équipe dont je suis membre et pour laquelle la formation à la responsabilité sociale et environnementale est un axe de recherche depuis plus 5 ans.

2.1. Résultats de recherches

Plusieurs projets de recherche internationaux et nationaux complémentaires sur la formation à l’innovation (projet ANR Innov’ING 2020¹⁸), l’orientation et l’attractivité des formations d’ingénieurs (projet Erasmus +A-Step 2030¹⁹ et projet ATTRANAV²⁰) et la formation des ingénieurs du Maghreb face aux enjeux environnementaux (projet PHC Maghreb RIIME²¹), nous ont ainsi mené à établir un certain nombre de constats quant à la formation des futurs ingénieurs en lien avec les défis de la transition socio-écologique et des recommandations pour impulser et accompagner des changements à plusieurs niveaux du curriculum (macro – les institutions, méso – les programmes de formation, micro – les acteurs, étudiants et enseignants). Entre autres, ces recherches ont permis d’objectiver certains aspects du phénomène d’évolution des formations d’ingénieur sur la planète en lien avec le cadre des objectifs du « développement durable » fixés par l’ONU²². Ainsi, la nécessité de développer des formations appropriées pour répondre à ces enjeux est désormais un objectif de plus en plus largement partagé (Unesco,

¹⁸ Les ingénieurs et l’innovation : nouveaux métiers, nouvelles formations <https://innoving2020.ensta-bretagne.fr/>

¹⁹ Attracting diverse Talent to the engineering professions of 2030 <https://www.astep2030.eu/fr>

²⁰ Attractivité des formations et métiers du naval

²¹ Recherche sur les ingénieurs et la formation à l’innovation au Maghreb face aux enjeux environnementaux <https://www.ensta-bretagne.fr/fr/projet-riime>

²² 17 objectifs définis par l’ONU <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>

2021 ; International Federation of Engineering Education Societies, 2021²³ ; GreenComp, 2022). Parallèlement, de plus en plus de jeunes semblent exprimer le souhait de s'orienter vers des formations qui leur permettent de comprendre et d'agir en faveur des grands enjeux socio-écologiques, dont ceux du changement climatique (Audencia, 2022²⁴ ; projet de recherche A-STEP 2030) et le font savoir (*Accords de Grenoble, Pour un réveil écologique*²⁵). Face à la multiplicité des approches pédagogiques relatives à l'environnement, liées à des conceptions et visées diverses (Barthes, 2022 ; Tabas et al. 2019), ces travaux ont mis en lumière la difficulté des écoles d'ingénieurs à effectuer des choix stratégiques en la matière, adaptés à leurs contextes, et à mettre en œuvre des formations concrètes à l'échelle de leurs établissements (Amdouni et al., 2022). De nombreuses initiatives existent (conférences, séminaires, modules spécifiques, projets, clubs étudiants...) pour transmettre des connaissances relatives à l'environnement et former à la responsabilité environnementale et sociétale. Cependant, elles restent trop souvent isolées ou cantonnées à une seule discipline. Malgré la qualité de ces activités, deux écueils du point de vue des apprentissages peuvent être identifiés : (1) perpétuer une vision disciplinaire, en silo, qui freine la préhension d'une approche systémique pour résoudre des problèmes complexes ; (2) entraver la capacité à se saisir de ces problématiques, à identifier des enjeux locaux dans leur environnement géographique proche (Grövel et al, 2022) et à développer des compétences en ce sens. Cette partition a aussi des effets sur les visées transformatives des pratiques d'enseignement.

Ces résultats conduisent à repenser les pratiques pédagogiques dédiées et à faire émerger de nouvelles approches éducatives inter-actives et actionnelles. Parmi les pistes d'amélioration identifiées, la première correspond à l'approche socio-située, c'est-à-dire la nécessité d'une relocalisation de questions environnementales et sociétales, pouvant passer par un accompagnement des étudiants sur le terrain. Par l'observation et l'analyse détaillées et étayées, les étudiants sont guidés vers l'identification et la résolution de problèmes socio-situés, dans leur complexité (aspects techniques, économiques, sociaux, politiques, écologiques, éthiques, culturels, etc.). La seconde, complémentaire, repose sur une approche *sociotechnique*, qui vise à ne pas décorrélérer le technique du social, essayer de les penser ensemble (Lemaitre 2018,

²³ <https://www.ifees.net/>

²⁴ Audencia, Rapport d'étude – Mieux comprendre la quête de sens au travail, [Etudes | Chaire Impact Positif \(audencia.com\)](#)

²⁵ <https://manifeste.pour-un-reveil-ecologique.org/fr>

2021), pour traiter des problèmes complexes (Fabre, 2017), par une approche qui allie les apports des SHS et des sciences de l'ingénieur. Par la prise de recul et l'approche globale proposée, les compétences techniques et transversales acquises par les étudiants au cours du processus de formation devraient être transférables à d'autres contextes, en situation professionnelle. S'y ajoute des recommandations en termes de développement d'une conscience épistémologique et d'une démarche réflexive, qui peuvent être rendues possibles notamment par les approches critiques de l'anthropocène (Devleeshouwer & Ravachol, 2022) et l'initiation à la recherche.

2.2. Expériences de terrain

Malgré ces connaissances, via nos pratiques enseignantes, nous faisons, pour partie, les mêmes constats pour nos curricula et nos enseignements que dans la plupart des établissements se saisissant de cette question : difficultés de choix, de transformation et de mise en œuvre. L'une des contraintes majeures pour faire évoluer les formations se situe au niveau du temps à accorder pour le développement et la mise en œuvre de nouvelles pratiques et de nouveaux enseignements. Le volume horaire d'enseignement est déjà très fourni et contraint dans les formations d'ingénieur. Il ne s'agit donc pas de développer un programme supplémentaire qui vienne se surajouter mais de partir de l'existant et de repenser les contenus, les modalités, les interactions possibles, et les transversalités. Les enseignants et personnels n'ont que très rarement du temps dédiés au développement de nouvelles approches pédagogiques, la co-création avec les différents acteurs impliqués peut être une piste en ce sens.

2.3. Approche par la complexité

A titre individuel, mes recherches et mes pratiques enseignantes sont abondamment imprégnées des travaux d'Edgar Morin sur la *complexité*. *La pensée complexe* (1990) a nourri mes réflexions dès le début de mes recherches, en particulier le principe « hologrammique » qui définit qu'au sein d'un système « tout est à la fois plus et moins que la somme des parties » (Morin, 1990 : 114), et dans lequel, chaque partie, interdépendante, participe de l'ensemble. L'adaptation du concept de « complexité » au champ de l'éducation et ses travaux les plus récents donnent des clés pour penser des dispositifs de formation dédiés aux questions environnementales et sociétales (voir entre autres Morin et al. 2003). Ses écrits sur l'interdisciplinarité, au-delà de la pluridisciplinarité, ont alimenté de nombreux travaux en éducation et actions de développements pédagogiques, y compris au niveau de la formation d'ingénieurs « éco-citoyens » (Gondran & Kammen, 1999).

A l'aune de ces connaissances et de travaux sur les formations des ingénieurs (cf. supra), mes recherches me mènent désormais à penser les (dispositifs de) formations comme des écosystèmes complexes reposant sur l'interdisciplinarité (Adam & Coco, 2018 ; Adam, 2022) les bienfaits de l'altérité et la coopération (Adam & Bombaron, 2021), la nécessité de développer des pédagogies de l'accompagnement à la réflexivité, d'améliorer les processus de transmission-appropriation pour l'émancipation des étudiants (Adam et al. 2022). Au contact de biologistes, d'océanographes et de chercheurs en sciences de l'environnement, depuis quelques mois, cette conception s'affine et se rapproche d'une perception écologique des écosystèmes comprenant tout à la fois des êtres vivants (l'ensemble des acteurs de ces formations, tant formés que formateurs, formels ou informels), des facteurs physiques (des espace-temps/environnements formatifs) et de flux chimiques (l'ensemble des interrelations et interdépendances de ces éléments). Cette conception écosystémique de la formation préside au développement du projet HOLI-D Blue.

Fort de l'ensemble de ces constats et résultats de recherche, le projet HOLI-D Blue naît de la volonté d'un collectif de faire évoluer ses pratiques et de développer une approche concrète d'écosystème de formation des ingénieurs à l'échelle de son établissement avec une visée transformative pour les apprenants et les équipes pédagogiques. L'ambition majeure relève de l'amélioration de la contribution des systèmes éducatifs (grandes écoles, universités) à la transition socio-écologique et à la responsabilité sociétale. L'objectif fixé est le développement d'un dispositif holistique de formation (interdisciplinaire, transversal, multimodal et interactionnel) qui permette aux étudiants, formés en ingénierie maritime, d'identifier et de mieux comprendre les défis environnementaux et sociétaux qui les entourent, de s'en saisir et d'agir de manière socio-située et responsable par l'acquisition de compétences appropriées pour répondre à des problématiques complexes.

3. La co-construction comme modalité de renouvellement pédagogique

Dans cette optique, HOLI-D Blue s'appuie sur une démarche de co-construction d'approches pédagogiques ouvertes et flexibles, développées avec l'ensemble des acteurs de la formation d'ingénieurs (enseignants et enseignants-chercheurs, étudiants, ingénieurs pédagogiques, responsables de formation, partenaires du monde socio-économique dont les entreprises locales et associations étudiantes), qui soient adaptables ensuite à d'autres écoles d'ingénieurs et universités partenaires.

3.1. Modalités de co-construction

La méthodologie adoptée repose sur une démarche de co-conception à plusieurs dimensions avec les différents acteurs qui ont des rôles différents, des attentes différentes, des visions différentes et qui choisissent de se rassembler pour atteindre un but commun via la coopération et la transversalité des activités. Le processus de co-construction se décline dans l'ensemble des grandes composantes du projet :

1. la constitution d'une équipe et la co-coordination
2. la conception de l'environnement de formation par co-construction en année 1 et 2 du projet : définition du processus de co-construction, des modalités générales du dispositif, identification des compétences visées par la formation, détermination du processus de valorisation académique et professionnelle des compétences acquises, etc.
3. la co-conception de l'environnement d'apprentissage en année 1 : avec la co-construction de la maquette du dispositif-test, l'identification des enseignements et activités existantes, la mise en lumière des liens à établir et activités complémentaires à développer, la co-création d'outils de suivi et d'animation du dispositif-test
4. la co-évaluation, et l'amélioration continue des modalités et du parcours produits sur la durée du projet.

Pour ce faire, différents types d'actions ont été menées pour impliquer et fédérer les différents acteurs, faciliter les interactions, co-créer et mettre en application le dispositif-test. La première année du projet, des workshops thématiques (connaissances, compétences, modalités pédagogiques, valorisation) ont été organisés une fois par mois sur un semestre. Ils se sont imposés comme un temps fort de la co-construction interdisciplinaire. En parallèle, des entretiens individuels ou collectifs ont été réalisés auprès des personnels de l'école, ainsi qu'auprès de partenaires de l'enseignement supérieur et du monde socio-économique (36 entretiens ont permis de rencontrer 57 personnes). Les objectifs de ces entretiens étaient de présenter le projet HOLI-D Blue, de collecter des réactions et des données sur lesquelles impulser les premières réflexions, et de susciter l'adhésion, ou à tout le moins la curiosité. Un questionnaire « l'Océan » a également été diffusé au début du projet à l'ensemble des acteurs de l'établissement, pour collecter des informations complémentaires sur les cours et activités existants, et pouvant intégrer le parcours HOLI-D Blue (seules 26 réponses ont été obtenues : 20 personnels et 6 étudiants). Il a toutefois permis un recueil d'idées quant au cours et/ou activités académiques et non-académiques à inventer, de repérer des liens à faire entre ces cours

et des activités informelles ou de pré-professionnalisation, et des points de vigilance. Les réponses sont exploitées dans la construction du dispositif-test.

Un espace de travail numérique commun a été activé avec l'ensemble des supports développés. Il contient notamment un espace ressource sur la thématique de la formation des étudiants aux enjeux environnementaux et sociétaux. A ce stade, ils doivent être améliorés pour répondre aux attentes et aux usages de ce type d'outils par le collectif. Enfin, des actions de communication régulières ont été mises en place dont des publications régulières dans les *Actualités* de l'établissement et des présentations des avancées du projet dans les différentes instances de l'école (Direction, Conseil de la formation, etc.) afin d'informer et d'engager l'ensemble des personnels et étudiants de l'école.

3.2. Une équipe plurielle au sein de l'écosystème

La composition de l'équipe pédagogique fait partie intégrante de la méthodologie du projet HOLI-D Blue. Dans sa première année de fonctionnement, ce projet a été impulsé et est piloté par 4 enseignants-chercheurs et 2 enseignants du département de SHS et une ingénieure pédagogique. Dans l'idée de représenter la diversité des personnes impliquées et attentes formulées, le comité de pilotage a progressivement évolué et a été renforcé par deux enseignants-chercheurs des départements de mécanique et STIC, une doctorante et un étudiant du cycle FISE participant au dispositif-test. Le projet repose ensuite sur un réseau d'acteurs volontaires qui s'étoffe à chaque étape depuis son démarrage et reflète le fort intérêt et l'implication de l'ensemble de la communauté éducative quant à cette thématique. L'équipe est d'ores et déjà composée d'un réseau d'enseignants, d'enseignants-chercheurs de tous les départements, d'étudiants, de responsables de formation et de personnels, d'associations et de partenaires du monde socio-économique locaux (plus de 70 participants aux derniers workshops). Ils sont sollicités à chaque étape du projet, en fonction de leur expertise et de leurs disponibilités, pour co-construire cette formation transversale. Des membres d'autres établissements partenaires (responsables de formations, des ingénieurs pédagogiques, enseignants, etc.) et des acteurs du monde socio-économique contribuent aussi afin de multiplier les angles de vue, partager et mutualiser des idées, favoriser une prise de hauteur et tenir compte des contextes culturels et sociaux.

3.3. Premiers retours et amélioration continue

Cette conception du projet HOLI-D Blue en tant qu'écosystème, cherchant à relier et améliorer l'existant et lui donner sens avant même de transformer les pratiques a eu un certain nombre

d'effets bénéfiques en termes de leviers d'action pour la co-création et de questions identifiées à résoudre pour avancer.

Assurément, l'approche écosystémique, dès la phase de co-construction permet de relier les acteurs et les activités de formation dédiées. Proposer de partir de l'existant, pour remodeler et renouveler, et de tisser des liens a favorisé l'adhésion et l'implication d'un grand nombre d'acteurs. Ce processus permet de ne pas « effrayer », ne pas trop « bousculer » au départ et d'engager les participants dans la phase 1. Cependant, pour mener à des transformations majeures des pratiques d'enseignement et des modalités structurelles d'un établissement (comme par exemple l'augmentation du temps alloué dans les programmes pour former aux enjeux de la transition socio-écologique), cela nécessite plus de temps et le déploiement d'ingénierie de formation à destination des personnels. Il faut alors souligner la nécessité dans ce type de démarche d'avancer à tous les niveaux du curriculum (gouvernance, programmes de formation, formation continue des enseignants, implications des étudiants, etc.), en parallèle. Cela pose aussi la question des moyens humains et financiers accordés. Pour notre cas, l'ENSTA Bretagne a inscrit son « engagement sur les enjeux environnementaux et sociétaux » comme l'un des 5 points principaux de son contrat d'objectifs et de performance 2022-2026. Le développement d'une feuille de route de mise en œuvre opérationnelle de celui-ci, en parallèle de la construction du projet HOLI-D Blue est un signe fort pour la pérennité des actions menées.

Par ailleurs, l'analyse des rencontres avec les enseignants dévoile des questions et inquiétudes, qui semblent être communes à un certain nombre de communautés pédagogiques. Ils s'interrogent notamment sur les compétences à viser pour les étudiants et comment enseigner la transition (« de quelles compétences parle-t-on ? sont-elles nouvelles ? supplémentaires ? S'agit-il de compétences ou de connaissances ? Quelles approches pédagogiques en conséquence ? »). Ils questionnent les processus d'apprentissage et d'appropriation (« Est-ce que les étudiants identifient ces compétences ? Est-ce qu'ils seront en capacités de les valoriser et de les remobiliser dans d'autres contextes ? »). Ils nous rapportent leurs inquiétudes quant à leurs propres compétences et formation à ces enjeux, avec parfois un sentiment d'illégitimité (« je ne suis pas suffisamment formé, comment être légitime par rapport à nos étudiants qui en savent énormément ? Je n'ai pas les connaissances les échelles de grandeur, Est-ce notre rôle ? Oui, mais comment se former ? »). Bien entendu d'autres sont plus avancés, apportent des solutions. De plus en plus d'entre nous souhaitent faire du commun. Nous avons donc décidé de créer les *Rendez-vous HOLI-D Blue* pour l'année 2 du projet. Ce sont des temps de

découvertes, de rencontres et de formation à destination des personnels, co-construits, et parfois animés, avec les étudiants.

4. Un dispositif-test d'écosystème de formation

Après un an de co-construction, le dispositif-test HOLI-D Blue pour les élèves-ingénieurs volontaires a démarré à la rentrée.

4.1. Descriptif du contenu et des modalités pédagogiques

Il ne s'agit donc pas d'un programme supplémentaire mais bien d'un parcours transversal et interdisciplinaire, intégré au cursus de formation FISE sur trois ans.

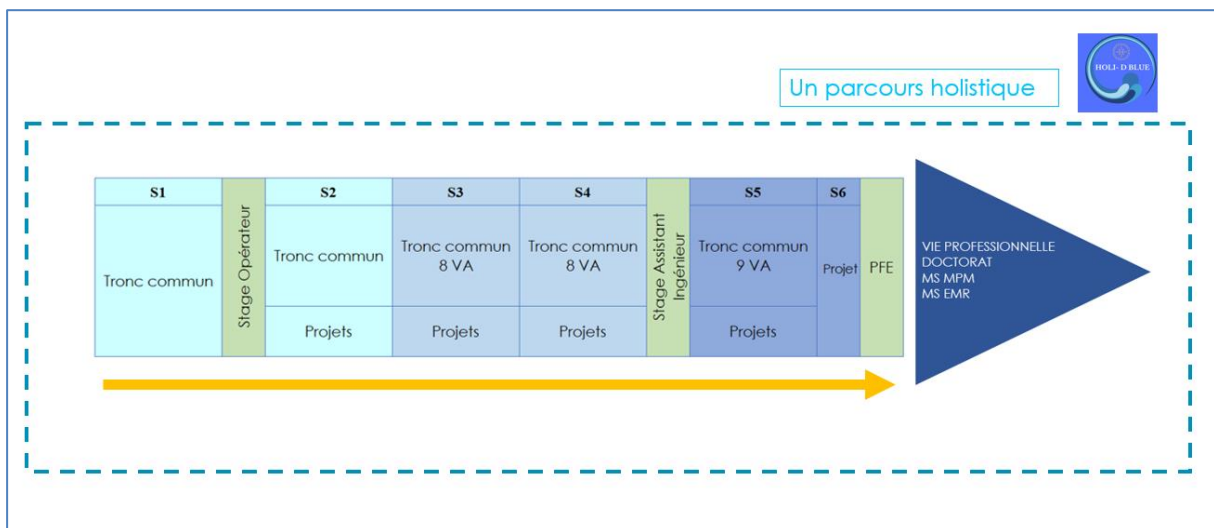


Figure 2-schéma du dispositif-test HOLI-D Blue

Ce parcours comprend :

- Des cours et des projets fléchés sur l'ensemble du cycle

Pour les cours, il y a la phase de sensibilisation dans le tronc commun pour tous les étudiants, avec des connaissances générales, des échelles de grandeur, et la création *d'ateliers de la transition socio-écologiques* (trois demi-journées : la *fresque du climat*, une conférence-débat et le jeu *2 tonnes*). Puis, des cours plus spécialisés composent le parcours en fonction de leur voie d'approfondissement (en matériaux, marée, météorologie, en transmission de puissance, droits de la mer, plateforme navale et offshore, conception de navires, cycle de vie des produits, etc.). Parfois les cours et projets sont à option. Ce sont des choix que les étudiants inscrits peuvent privilégier, par exemple lors du projet *Découverte des systèmes* en 1^{ère} année de formation, ou la prise en compte des impacts environnementaux de leur projet technique en 2^{ème} année.

- Des temps de formation en contexte professionnel reliés (stages et rencontres de professionnels)
- Des temps formatifs hors programme, associés, accompagnés et valorisés (engagements étudiants, activités associatives ou collaboratives avec des étudiants d'autres établissements ISblue, en biologie, sciences de l'environnement marin, etc).

En complément, l'approche écosystémique, nous mène à déployer des outils d'accompagnement à la réflexivité et à la professionnalisation (co-construction avec les étudiants d'un outil de réflexivité – portfolio ; réflexion sur la mise en place d'un *Open Badge*)

4.2. Premiers essais : résultats et perspectives

35 élèves de 1^{ère} année du *cycle ingénieur* se sont portés volontaires pour ce test (sur 180), dix en 2^{ème} année, et 5 en 3^{ème} année. Parmi eux, une dizaine est également volontaire pour participer à l'amélioration continue du dispositif, qui se poursuit en parallèle. Il y a aussi une forte adhésion des acteurs de la formation, en particulier des enseignants, même au-delà des domaines maritimes. Il y a donc un grand intérêt mais aussi de nombreuses questions soulevées. L'approche écosystémique, avec un balisage des items HOLI-D Blue dans leur parcours et des actions enseignantes pour établir les liens, permet aux étudiants de mieux percevoir le sens, la cohérence d'ensemble et de leur montrer concrètement ce que peut être une approche systémique de problèmes complexes. Alors que les problématiques environnementales et sociétales traversent les disciplines et l'ensemble des sphères de la société, les retours des étudiants continuent à nous interpeller sur leur pouvoir d'agir, l'engagement et l'émancipation. Les premiers travaux sur l'outil réflexif font percevoir leur capacité d'évaluation des formations proposées, leur approche critique constructive mais aussi leurs difficultés à identifier, s'appropriier les compétences visées (au-delà des apprentissages dans le cadre scolaire) et à les valoriser. La subjectivation (Bourgeois, 2019) et le développement de pédagogie de la réception représente une perspective et un des chantiers majeurs sur lesquels nous avons à travailler dans les mois à venir.

5. Conclusion

A mi-parcours de ce projet, les premières analyses du dispositif HOLI-D Blue montrent les bénéfices d'une approche écosystémiques tant dans les modalités de conception que de contenu et de mise en œuvre du dispositif, à considérer comme un environnement capacitant (Fernagu-Oudet, 2012). A l'instar de Delplancke et al. (2022), nous postulons que les formations aux

enjeux de la transition socio-écologique et à la manière de s'en saisir représentent « un double enjeu pédagogique : d'une part de repenser la façon de construire et de transmettre le savoir au niveau de l'équipe pédagogique et d'autre part de repenser les modalités de co-construction de la connaissance et de l'action chez les élèves » (*ibid.*). A cet égard, le tissage de liens et les allers-retours entre recherche et formation se révèlent foncièrement féconds pour la connaissance et pour l'action.

Références bibliographiques

- Adam, C. (2022). Fiche 3. Développer des parcours transversaux- Eco-systèmes de formation à l'innovation responsable. In : Coadour, D., Adam, C., Grövel, A. & Djennadi, L. (2022). Livret RIIME de recommandations et de bonnes pratiques: Pour mieux former les ingénieurs aux enjeux environnementaux. *Champ social* (93-96). doi : [10.3917/chaso.amdou.2022.01.0188](https://doi.org/10.3917/chaso.amdou.2022.01.0188)
- Adam, C., Plaud, C. & Ait Haddouchane, Z. (2022). Chapitre 6. Former des ingénieurs à la responsabilité environnementale au Maghreb ? Points communs, divergences et interstices heuristiques. Dans S. Amdouni éd., *Les formations d'ingénieurs face aux enjeux environnementaux au Maghreb*. *Champ social*, 157-174, doi : [10.3917/chaso.amdou.2022.01.0157](https://doi.org/10.3917/chaso.amdou.2022.01.0157)
- Adam, C., & Bombaron, E. (2021, September). Symposium Se (co-) construire avec ces «autres» en formation. *La Biennale internationale de l'éducation et de la Formation et des pratiques professionnelles*. Chaire Unesco «Formation professionnelle, Construction Personnelle, Transformations sociales »; ICP, Paris, France.
- Adam, C. et Coco, S. (2018), Developing Methods and programs for teaching Innovation to Engineers: Toward Eco-Innovation? in D. Lemaitre (eds.). *Training Engineers for Innovation*, ISTE-Wiley, 225-251.
- Amdouni, S., Gardelle, L., Benguerna, M. & Ajana, S. (2022). Les formations d'ingénieurs face aux enjeux environnementaux au Maghreb. *Champ social*. doi : [10.3917/chaso.amdou.2022.01](https://doi.org/10.3917/chaso.amdou.2022.01)
- Barthes, A. (2022). Quels curricula d'éducation au politique dans les questions environnementales et de développement ? *Éducation et socialisation* [En ligne], 63 | 2022, doi : 10.4000/edso.18744
- Bourgeois, É. (2018). *Le désir d'apprendre*. Presses Universitaires de France.
- Commission des Titres d'Ingénieur (CTI). (2022). Référentiel et critères majeurs d'accréditation (R&O), <https://www.cti-commission.fr/fonds-documentaire> .
- Delplancke, M., Picard, S., Patillon C., Kervarrec, M., et Vimal, R. (2021). Transition écologique : du défi scientifique au défi pédagogique, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], 21(3), doi : 10.4000/vertigo.34621.
- Devleeshouwer, P. et Ravachol, D. (2022). Présentation. *Spirale - Revue de recherches en éducation*, 70, 3-12. doi : [10.3917/spir.070.0003](https://doi.org/10.3917/spir.070.0003)
- European Commission, Joint Research Centre. (2022). GreenComp, the European sustainability competence framework, *Publications Office of the European Union*, doi : [10.2760/13286](https://doi.org/10.2760/13286)
- Fabre, M. (2017). *Qu'est-ce que problématiser ?* Paris : Vrin.
- Gondran, N., et Kammen, D. M. (2004). De la pluridisciplinarité pour des ingénieurs généralistes vers une interdisciplinarité à la mesure d'ingénieurs éco-citoyens. *Didaskalia*, 24(1), 65-80.

- Grövel, A., Bylykbashi, S. & Gardelle, L. (2022). Chapitre 4. Pratiques et formation aux défis environnementaux : une enquête auprès des élèves-ingénieurs en Algérie, au Maroc et en Tunisie. in S. Amdouni éd., (101-130). *Champ social*. doi : [10.3917/chaso.amdou.2022.01.0101](https://doi.org/10.3917/chaso.amdou.2022.01.0101)
- Jouzel, J. (dir.). (2022), Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur. Rapport pour le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Paris, 90p.
- Lemaître, D. (2021). La mobilisation des SHS dans la formation des ingénieurs au développement durable. [hal-03152075](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03152075)
- Lemaître, D. (2018). Formation des ingénieurs à l'innovation. ISTE Group.
- Morin E., Motta R. & Ciurana E.-R. (2003) Éduquer pour l'ère planétaire. La pensée complexe comme méthode d'apprentissage dans l'erreur et l'incertitude humaines. Paris : Balland.
- Morin, E. (1990). Introduction à la pensée complexe, 158 p. Paris: Editions du Seuil.
- Oudet, S. F. (2012). Concevoir des environnements de travail capacitants: l'exemple d'un réseau réciproque d'échanges des savoirs. *Formation emploi. Revue française de sciences sociales*, (119), 7-27.
- Shift Project (2022). Former l'ingénieur du XXI^{ème} siècle. Manifeste pour l'intégration des enjeux socio-écologiques en formation d'ingénieur, INSA, 106p. <https://theshiftproject.org/article/publication-rapport-former-ingenieur-du-21esiecle/>
- Tabas B., Beagon U., Kövesi K., (2019). Report on the future role of engineers in society and the skills and competences engineering will require, A-STEP2030 (en ligne). <https://www.astep2030.eu/fr/rapports-de-projet>
- UNESCO. (2021). L'ingénierie au service du développement durable : réaliser les Objectifs de développement durable, 198 p., ISBN : 978-92-3-200236-5 (UNESCO).

Mobilisation autour du renforcement de la formation à la Transformation Écologique et Sociétale à IMT Atlantique : un retour d'expérience

ERIC COUSIN, NADIA ZEINI

Pôle formation TES, IMT Atlantique, F-29238 Brest, France
eric.cousin@imt-atlantique.fr, nadia.zeini@imt-atlantique.fr

TYPE DE SOUMISSION

Symposium

RESUME

Cet article décrit un processus de mobilisation à IMT Atlantique en vue de renforcer la thématique Transformation Écologique et Sociétale (TES) dans ses formations, et notamment sa formation d'ingénieur. Il témoigne des modalités d'émergence d'une communauté d'acteurs de la formation TES au sein de cet établissement. Les dynamiques à l'œuvre, les liens avec et entre les différentes parties prenantes, les choix pédagogiques sous-jacents et les contraintes propres à l'établissement sont également analysés.

SUMMARY

This article describes the engagement process at IMT Atlantique in view of enhancing the theme of Environmental and Social Transformation in the curriculum, especially in engineering studies. It mentions the way a community of 'TES actors' emerged within this institution. The dynamics at work, the bonds between the various stakeholders, the underlying pedagogical choices and the institution's specific constraints are also described.

MOTS-CLES

Formation, Transformation, Ingénieur, Communauté, Co-construction

KEY WORDS

Teaching, Transformation, Engineer, Community, Co-building

1. Introduction

Le mythe de la croissance infinie est tombé ; il est aujourd'hui impossible d'ignorer la crise multi-dimensionnelle à laquelle les êtres humains sont confrontés (Persson et al., 2022). Changement climatique, perte de biodiversité, pollution chimique, raréfaction des ressources naturelles (eau, minerais et pétrole entre autres), pour ne citer que les plus médiatisés, tous ces maux de l'Anthropocène et corrélés à notre boulimie énergétique ont été démultipliés par les nouvelles technologies et notamment celles du numérique. Cette "grande accélération" est

mortifère : l'humanité doit au plus tôt interroger ses pratiques, son mode de vie, ses valeurs, ses aspirations et identifier/apporter les changements possibles.

En tant que vecteurs de l'évolution de nos sociétés, les ingénieurs sont directement concernés par cette interrogation globale. C'est en tous cas l'opinion des auteurs de cet article, en total accord avec le Shift Project (<https://theshiftproject.org/article/publication-rapport-former-ingenieur-du-21esiecle/>) ou le Manifeste étudiant pour un réveil écologique lancé en 2018 (<https://manifeste.pour-un-reveil-ecologique.org/fr>). Les ingénieurs ne doivent plus être seulement des ambassadeurs des (nouvelles) technologies et de l'innovation, avec une responsabilité restreinte aux seuls aspects techniques ; ils doivent évoluer vers une vision systémique permettant de saisir l'impact de leurs actions sur l'ensemble des parties prenantes. Les cursus de formation doivent donc changer assez drastiquement et surtout rapidement, ce qui pose de nombreuses difficultés aux institutions de formation : nous abordons cette problématique à travers notre propre expérience de formation à IMT Atlantique.

2. Éléments de contexte

2.1. À propos des auteurs

Nous sommes enseignants-chercheurs en informatique (Eric Cousin) et en cultures et langues internationales (Nadia Zeini). Comme la plupart des acteurs de la formation à la Transformation Écologique et Sociétale (TES) de l'établissement, nous n'avons pas à la base un profil universitaire spécifiquement tourné vers la TES, mais nous nous sommes progressivement impliqués dans la mise en place de dispositifs de formation en lien avec ces enjeux. Nous sommes maintenant particulièrement investis dans la conception, la coordination et l'animation d'enseignements TES à IMT Atlantique, dans l'animation de sa communauté « formation TES », et plus généralement dans l'accompagnement de la transformation de l'école au regard de ces grands enjeux.

2.2. IMT Atlantique

IMT Atlantique (<http://www.imt-atlantique.fr>) est une grande école d'ingénieurs du ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique. Elle offre notamment un parcours de 3 ans pour former des ingénieurs au profil généraliste pour les métiers du numérique, de l'énergie et de l'environnement. Membre de l'Institut Mines-Télécom (IMT, <http://www.imt.fr>), elle est issue de la fusion en 2017 de deux écoles d'ingénieurs, Télécom Bretagne et Mines Nantes, afin notamment de « *Conjuguer le numérique, l'énergie et*

l'environnement pour transformer la société et l'industrie par la formation, la recherche et l'innovation ». Dès sa création, elle se présente comme une « école consciente de sa responsabilité environnementale et sociétale », et parmi ses 6 orientations stratégiques, il en est une qui résonne directement avec le contenu du présent article : « Former des acteurs du changement reconnus pour leurs aptitudes scientifiques et techniques, leur compréhension systémique des enjeux sociétaux, leur esprit d'entreprendre et leur capacité à prendre du recul[...] leur sens des responsabilités » (IMT Atlantique, s.d.).

Précisons enfin qu'IMT Atlantique a une approche pédagogique fondée sur les compétences, et est implantée sur 3 sites géographiques (Brest, Nantes et Rennes). Cette dispersion géographique, avec des personnels qui ne se connaissaient pas au départ, constitue une difficulté supplémentaire dans la création d'une dynamique d'établissement autour de la TES.

2.3. La formation TES à IMT Atlantique

Avant la fusion, Télécom Bretagne et Mines Nantes étaient déjà engagées depuis plusieurs années dans une démarche TES, alors plutôt désignée par l'acronyme DDRS – Développement Durable et Responsabilité Sociétale. Elles avaient par exemple toutes deux obtenu le label DD&RS (<https://www.label-ddrs.org/>), respectivement en 2016 et 2015. Elles avaient aussi toutes deux comme particularité de disposer, et ce depuis plusieurs années, d'une Mission DDRS rattachée à la Direction de l'école, et d'une unité d'enseignement (UE) de première année explicitement dédiée à cette thématique via un projet d'engagement citoyen. Ces deux UE – seuls enseignements de tronc commun explicitement ciblés sur la TES de ces écoles – ont fondé l'UE DDRS programmée sur les 2 premiers semestres (donc toujours en tronc commun) du cursus IMT Atlantique. Selon le « grand baromètre de la transition écologique » (<https://pour-un-reveil-ecologique.org/fr/grand-barometre>) réalisé en 2020, très peu d'écoles d'ingénieurs intègrent ainsi les enjeux de la TES dans leur tronc commun :

« les établissements ont encore du mal à intégrer ces enjeux de façon obligatoire au sein des enseignements existants. Les questions écologiques sont souvent traitées à part, dans des options ou cursus spécialisés, et ne touchent ainsi qu'une partie des étudiant.e.s. Or, l'urgence écologique est l'affaire de tous et nous avons tous besoin d'outils pour y faire face, quel que soit notre futur métier » (Pour un réveil écologique, 2021, p.4).

C'est sur cette UE et 2 autres UE dédiées à la TES qui ont été ensuite rajoutées au cursus (mais en dehors du tronc commun cette fois) que nous basons notre témoignage. En voici une brève

description, sachant que les problématiques en lien avec la TES sont également abordées dans d'autres UE hors du tronc commun.

UE DDRS : Cette UE fait donc partie du tronc commun et s'adresse aux 350 élèves de première année (répartis équitablement entre les campus de Brest et Nantes) avec une séance hebdomadaire tout au long de l'année scolaire. Elle comprend des apports de connaissances via des activités de type conférence, fresque, *world-café*, ou débat. Elle s'appuie surtout sur un travail réflexif et d'engagement dans des projets « à impact positif sur l'environnement et/ou la société ». Chaque équipe (6 à 9 élèves) définit son propre projet ou en choisit un parmi une liste de propositions. Les actions menées peuvent s'adresser à des bénéficiaires hors campus (par exemple de l'aide au devoir, des contributions à des causes caritatives ou environnementales), ou viser plus spécifiquement le bien-être au sein même des campus (aide sociale, animations, biodiversité...). Ces projets donnent lieu à la production de rapports / vidéos / posters, et un effort est mis sur la formalisation et la réalisation d'une étude d'impact des actions menées.

UE Face Cachée Du Numérique : cette UE optionnelle créée en 2020 vise à plonger les élèves dans les problématiques environnementales, sociales et sociétales liées à l'essor des technologies numériques. Elle s'adresse pour l'instant à un petit effectif (une vingtaine d'élèves). Numérique et environnement, éthique du numérique, numérique et géopolitique, numérique responsable, numérique et travail... les élèves doivent s'engager dans la compréhension de ces thèmes et s'interroger sur les perspectives de solutions et de décisions, en vue de leurs futures actions professionnelles et personnelles. Ils travaillent sur les notions d'économie circulaire, d'éco-conception, d'analyse du cycle de vie (ACV), de métaux rares, de numérique responsable ou encore de *digital labor*. Ils doivent ensuite choisir une problématique en lien avec leur propre parcours de formation, et doivent élaborer un poster de synthèse. À titre d'exemple, voici des travaux réalisés en 2022 : « *l'exportation des déchets électroniques* », « *plates-formes : qui est au service de qui ?* » ou encore « *la consommation d'écran nuit-elle à la santé ?* ».

UE Perspectives DDRS : cette UE permet à chaque étudiant de mener un travail de recherche et de synthèse sur une problématique orientée TES qu'il a lui-même formulée, souvent en lien direct avec sa spécialisation. Voici quelques exemples de sujets (2022) : « *Une monnaie locale peut-elle permettre de réduire l'impact environnemental d'une communauté ?* », « *5G : nécessité ou luxe ?* » ou encore « *L'impact des institutions financières sur le climat* ». Chaque élève doit donc mobiliser des connaissances et compétences acquises dans sa formation et les coupler à des connaissances à acquérir et consolider dans le domaine de la TES pour construire

un point de vue personnel et argumenté sur le sujet. Cette parenthèse TES peut s'insérer dans n'importe quelle spécialisation, mais nécessite un tuteur par élève, ce qui limite la taille des effectifs envisageables. Elle a été imaginée par le collectif ForTES que nous allons maintenant évoquer.

3. ForTES, le pôle formation TES

Issu d'un précédent groupe d'échange sur les pratiques TES au sein de l'école, le pôle formation TES (ForTES) est une communauté d'acteurs de la formation qui s'est spontanément constituée en 2020 pour se focaliser sur la formation à la TES. Les membres sont des volontaires, c'est-à-dire qu'ils participent à ce pôle de leur plein gré, sans injonction ou cadrage hiérarchique notamment. Une quinzaine d'enseignants-chercheurs ou assimilés et quelques étudiants engagés se réunissent ainsi régulièrement, typiquement un après-midi par mois, pour partager expériences et actualités sur le sujet (et elles sont très nombreuses !), et travailler à « *recenser, renforcer, élargir et diversifier les aspects TES dans les formations IMT Atlantique* ». Il ne s'agit pas d'assurer les enseignements mais de faciliter leur conception, selon plusieurs modalités opérationnelles :

- des enseignements dédiés (socle de connaissance, pensée critique, questionnement, etc.) ;
- l'injection d'aspects TES dans les enseignements dits « disciplinaires » (ceux qui ne sont pas dédiés) ;
- des projets d'application de contenus disciplinaires ayant une dimension TES ;
- la découverte de la TES dans le monde professionnel (stages, visites en entreprise, témoignages d'alumni/de professionnels) ;
- la vie associative des étudiants et leurs engagements.

Le déploiement de formation TES dans des formations pré-existantes tel que c'est le cas à IMT Atlantique est un processus complexe, aux multiples facettes. Il ne suffit pas de déterminer ce qu'on souhaiterait aborder (ce qui est déjà difficile), mais il faut arriver à lui trouver de la place au sein des cursus. Les emplois du temps des élèves sont déjà saturés, et la crainte s'exprime que la prise en compte de la TES ne se fasse qu'au détriment des disciplines. C'est pourquoi ForTES s'est notamment donné pour rôle de *convaincre* et *aider* les enseignants-chercheurs à embarquer dans la TES : c'est une démarche entre pairs, très *horizontale*, qui ne présume en rien des décisions prises par la Direction de l'école.

4. Le pôle et ses parties prenantes

La TES nous concerne tous : les acteurs et parties prenantes du pôle ForTES sont donc très nombreux (c'est une difficulté). Évoquons les principaux :

- Le pôle ForTES est ouvert à toute personne concernée (directement ou indirectement) par la formation TES de l'école. Il est donc essentiellement constitué d'*enseignants-chercheurs* et de personnels amenés à intervenir dans la formation ; on essaie d'avoir la *représentativité* (département, spécialité) la plus large possible. Des *élèves* font également partie du pôle : ils y apportent leurs souhaits de formation et sont des contributeurs à part entière dans certains groupes de travail. On entre ainsi dans une logique de *co-construction* des cursus, dans la lignée de l'initiative « Pour un réveil écologique ».
- Les *enseignants-chercheurs* qui ne font pas partie de ForTES constituent bien évidemment des interlocuteurs de première importance pour notre mission de recensement, de stimulation et d'élargissement de la formation à la TES.
- Les élèves, et notamment leur bureau du développement durable (BDD), sont des interlocuteurs privilégiés : il est important de synchroniser nos actions respectives et de créer une synergie.
- La formation à la TES est un des 4 axes stratégiques de la politique TES de l'École à l'horizon 2027. À ce titre, la *Mission DDRS* de l'école, plutôt centrée sur l'axe « fonctionnement de l'école », est une partie prenante de première importance pour le pôle. Sa responsable fait partie du pôle ForTES ; de même, le pôle est représenté dans des réunions de la mission DDRS. On garantit ainsi une bonne circulation de l'information entre ces deux sphères complémentaires.
- La *Direction de la Formation* (DF) est également directement concernée par le travail du pôle. Elle l'est d'autant plus qu'elle vient d'engager une remise à plat du parcours commun de la formation d'ingénieur, dans lequel une plus grande présence de la TES est visée. Elle souhaite s'appuyer sur ForTES pour pouvoir préciser les modalités de cette évolution.
- La *Direction* de l'école elle-même, depuis que la stratégie de l'école comporte une dimension TES, est concernée par le travail de ForTES. Les échanges se font indirectement via la mission DDRS ou la DF déjà évoquées, ou par des invitations plus ciblées. Des membres du pôle contribuent régulièrement aux groupes de réflexion sur

la stratégie TES ou sur les actions à déployer. Là encore, il s'agit de favoriser la synergie entre ForTES et d'autres sphères de l'école.

- IMT Atlantique fait partie du *groupe IMT*, qui regroupe plusieurs écoles en France, toutes confrontées à la nécessité d'adapter leurs formations à la TES. Pour lancer une dynamique inter-école, la Direction Générale de l'IMT a lancé fin 2020 un groupe de travail, nommé ComForTES (Compétences et formation à la transition écologique et sociétale), avec de fait un peu les mêmes objectifs que ForTES mais au niveau IMT. Deux membres ForTES y sont directement impliqués, ce qui permet là encore de créer des liens avec des pairs des autres écoles et de travailler en réseaux. ComForTES (2022) a notamment produit un référentiel de compétences pour la TES et a organisé une première école d'été « *Enseigner à l'heure des enjeux planétaires* » (<https://www.imt.fr/ecole-dete-transition-ecologique/>).
- De manière plus large encore, l'ensemble du dispositif d'enseignement supérieur en France est concerné par la TES. En termes de partage d'expérience et de pratiques, ForTES entretient également des liens avec des *acteurs extérieurs* engagés eux aussi dans la formation à la TES. Signalons en particulier le groupe Transitions du réseau Riposte créative (<https://www.ripostecreativepedagogique.xyz/?GroupeTransition>) qui fédère des échanges au niveau national.

5. Analyse de la démarche

Même si la TES apparaissait dans les textes fondateurs d'IMT Atlantique, l'initiative est plutôt venue d'en bas : ce sont les acteurs du terrain, ceux qui animent les enseignements, qui ont décidé de créer une communauté autour de la formation TES, dans une perspective d'information mutuelle, de partage et de mise en synergie. Cela est possible dans la mesure où ils disposent d'une certaine liberté dans leur travail (gestion du temps, choix des enseignements, choix dans le contenu des enseignements) et dans le déploiement des enseignements. Ils peuvent ainsi modifier assez substantiellement le contenu d'UE existantes ou en tester de nouvelles dans des espaces spécifiques (intersemestres) ; ils peuvent prendre du temps avec leurs pairs (évidemment au détriment d'autres activités, notamment la recherche) pour partager et consolider leur expérience au sein de ForTES. Un cursus trop verrouillé ou trop de contraintes par ailleurs pourraient donc être des obstacles à la diffusion de la TES dans la formation. En d'autres termes, à IMT Atlantique, l'initiation de la réflexion concernant le déploiement de la TES dans les formations est donc au départ une démarche *bottom-up* (et non une injonction de

la Direction) basée sur l'envie et favorisée par la souplesse du cadre global de l'institution : si celle-ci n'est pas l'instigatrice du mouvement, elle garde une certaine bienveillance sur ces activités exploratoires qui permettent une mise en synergie des acteurs de la formation TES. Notons ici qu'en raison du caractère volontariste de la participation au pôle ForTES, celui-ci ne peut prétendre regrouper tous les acteurs de la formation TES de l'école : certains enseignements de l'école peuvent très bien contribuer à la formation TES des élèves sans pour autant y être représentés.

Par percolation interne et pressions externes, la TES est ensuite devenue un objectif stratégique pour l'établissement, et le temps des choix opérationnels et des décisions est venu, rappelant le système vers une dynamique plus hiérarchique et descendante. De nouveaux besoins ont émergé dans les directions, des questions très concrètes sont apparues. Ainsi, dans la perspective d'une réforme du tronc commun de la formation d'ingénieur, la DF exprime des attentes spécifiques vis-à-vis du pôle ForTES, ce qui amène le pôle à se questionner sur ses propres intentions et capacités. La suite du processus reste à écrire, mais le souhait d'une plus forte *institutionnalisation* du pôle apparaît clairement du côté de la DF.

Le projet ClimatSup lancé en 2020 par le groupe INSA (<https://www.groupe-insa.fr/nos-actualites/shift-project-groupe-insa-lancement-climatsup-insa>) constitue bien évidemment une source d'inspiration intéressante. Cette initiative est un peu différente, car elle est consécutive à une décision radicale de sa Direction, et elle s'appuie sur un partenaire expert, *The Shift Project*.

6. Retours d'expérience

Afin de favoriser les échanges lors du symposium, nous évoquons ici quelques retours d'expérience en lien avec la formation à la TES. Les items qui suivent n'ont pas vraiment de liens entre eux et pourront être discutés en fonction des souhaits / intérêts des participants.

- ForTES permet de créer une synergie interne, comme cela était espéré au départ. Mais après 2 ans d'existence, on se rend compte que c'est sans doute le regain de motivation que peut apporter cette communauté qui est le principal atout pour ses membres : on n'est plus seul pour faire face !
- La TES n'est pas une thématique comme les autres : elle engage directement les apprenants en ce qu'elle questionne leurs propres choix de vie, leurs valeurs et habitudes. Il ne s'agit pas seulement de délivrer des connaissances ni même de bâtir des compétences : parler de TES a un impact beaucoup plus profond, et le risque est grand

de déclencher des réactions contre-productives. La posture de l'enseignant, la confiance, les modalités pédagogiques et le temps alloué (« *laisser le temps au temps* ») sont donc particulièrement importants dans la réussite de la formation. Le rôle potentiel des activités artistiques, qui engagent plus intimement, est également à questionner.

- Plus de 33800 étudiants ont signé à ce jour le Manifeste Étudiant pour un Réveil Écologique (<https://pour-un-reveil-ecologique.org/fr/>). Mais quelle proportion de nos nouveaux élèves ont une réelle appétence pour la formation à la TES ? Si on rencontre de plus en plus d'élèves fortement engagés sur le sujet (et très enthousiastes en formation), il nous semble que l'hétérogénéité est bien plus forte que ce que le discours ambiant peut laisser croire : certains élèves se disent « *gavés* » de DDRS, sont ouvertement fatalistes ou sont même carrément dans le déni. Il faut donc être attentif à ne pas s'adresser uniquement aux élèves les plus motivés. Il serait notamment utile de pouvoir estimer l'état d'esprit sur le niveau d'exposition et le niveau de connaissance de nos nouveaux entrants.
- En lien avec le point précédent, dans quelle mesure – et comment – faut-il prendre en compte l'éco-anxiété de nos élèves ? Les jeunes sont en effet de plus en plus touchés par cette angoisse en l'avenir, et notamment par le changement climatique (Marks et al., 2021). En accord avec des études du domaine de la santé (INSERM, 2022) nous misons sur des activités permettant aux élèves de parler, partager, agir concrètement et se projeter (travailler sur une vision positive du futur).
- Les évaluations académiques peuvent poser question aux élèves. Par exemple, faire porter l'évaluation d'une UE principalement sur l'étude d'impact plutôt que sur les actions du projet sur laquelle elle porte n'est souvent pas du goût des élèves les plus engagés. Il existe ainsi une certaine tension entre l'envie d'agir des étudiants (qui leur apporte de la motivation) et les objectifs d'apprentissage d'une formation d'ingénieur.

7. Conclusion

Cet article relate une démarche collective d'acteurs de la formation dans un établissement d'enseignement supérieur pour renforcer la prise en compte de la TES dans les programmes de formation. L'heure n'est plus à questionner la pertinence de ces thématiques dans les tronc communs de formation mais bel et bien de réfléchir à la manière de le faire. En s'impliquant dans une telle transformation, les acteurs de la formation peuvent légitimement se sentir dépassés par l'immensité de la tâche, par l'urgence climatique et par les contraintes de tous

ordres. Notre expérience montre qu'une communauté d'enseignants partageant la même envie d'action en faveur du déploiement de la TES et les mêmes interrogations permet d'apporter du soutien et de la motivation, permet de croiser les points de vue et de s'enrichir mutuellement, et au bout du compte d'avancer. Nous n'avons évidemment pas pu aborder toutes les questions soulevées et freins rencontrés dans cette transformation, mais la réussite passe assurément par des approches moins cloisonnées, moins mono-disciplinaires et beaucoup plus holistiques que pour les programmes de formation actuels.

Dans ce contexte de transformation à marche forcée, les institutions de formation, comme bien d'autres, se trouvent prises dans des tensions multiples, voire des contradictions dans leurs choix à court, moyen et long-terme ; s'opposent d'une part l'envie d'agir, de participer et de mettre en place des dispositifs pour répondre aux enjeux sociétaux et environnementaux, et d'autre part la réalité concrète de la société et du monde de l'entreprise, dont les injonctions de croissance contraignent ou du moins influencent fortement le cadre de pensée et la formation. Cela pose donc la question du rôle citoyen de l'école d'ingénieurs et plus largement de l'école en tant qu'institution.

Références bibliographiques

ComForTES (2022). Guide d'accompagnement du référentiel de compétences de la transition écologique à l'IMT https://www.imt.fr/wp-content/uploads/2022/05/GuideVolume1_accompagnement_referentiel_TE_IMT_Mai2022.pdf

IMT Atlantique (s.d.). Vision et stratégie d'IMT Atlantique. <https://www.imt-atlantique.fr/fr/l-ecole/vision-strategie>

INSERM (2022, 12 janvier). L'éco-anxiété, une maladie mentale, vraiment ? – <https://presse.inserm.fr/leco-anxiete-une-maladie-mentale-vraiment-2/44466/>

Marks, E., Hickman, C., Pihkala, P., Clayton, S., Lewandowski, E., Mayall, E., Wray, B., Mellor, C., et van Susteren, L. (2021, 7 septembre). Young People's Voices on Climate Anxiety, Government Betrayal and Moral Injury: A Global Phenomenon. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3918955> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3918955>

Persson, L., Carney Almroth, B.M., Collins, C.D., Cornell, S., De Witt, C.A., Diamond, M.L., Fantke, P., Hasselhöf, M., MacLeod, M., Ryberg, M.W., Søgaard Jørgensen, S., Villarrubia-Gómez, P., Wang, Z. et Zwicky Hauschild, M. (2022, 18 janvier). Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environ. Sci. Technol.* 2022, 56, 3, 1510–152. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158>

Pour un réveil écologique (2021, février). L'écologie aux rattrapages – l'enseignement supérieur français à l'heure de la transition écologique : état des lieux et revue des pratiques. https://pour-un-reveil-ecologique.org/documents/6/RESUME_Rapport_Ecologie_aux_rattrapages-Pour_un_reveil_ecologique-fev_2021.pdf