

Comment intégrer les enjeux socio-environnementaux dans une formation d'ingénieur

Récit d'une démarche d'encadrement

CAMILLE PEDARRIOSSE

Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers

Camille.pedarriosse@ensam.eu

TYPE DE SOUMISSION

Analyse de dispositif

RESUME

Cet article présente les étapes de construction d'un travail collaboratif d'une équipe d'enseignants du campus de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM) sur l'intégration des enjeux sociaux-environnementaux dans la formation des étudiants ingénieurs en formation initiale. Nous rendons ici compte du chemin parcouru pour répondre aux questions pourquoi et comment intégrer ces enjeux dans notre formation ? Nous avons tenu à préciser le contexte de cette démarche afin de comprendre les attentes des différentes parties prenantes au projet. Chacune des étapes de travail est ensuite présentée de façon détaillée afin de donner à voir de façon très concrète les méthodes d'encadrement mises en œuvre, du bilan des contenus existants jusqu'à la rédaction de plans de cours dédiés. Enfin sont présentés les résultats de la démarche ainsi que les verrous et freins identifiés pour la suite du projet.

Le cheminement présenté ici est une possible forme de travail collaboratif dans la construction de contenus pédagogiques sur les enjeux socio-environnementaux. Notre volonté était de définir avec l'ensemble des équipes pédagogiques, les compétences et contenus de formation nécessaires à l'ingénieur de demain pour prendre des décisions de façon responsable et éclairée. Cette démarche nous semble d'autant plus essentielle que nous faisons face à une jeune génération d'apprenants en quête de sens dans leurs apprentissages et futurs choix professionnels.

SUMMARY

This article presents the stages in the construction of a collaborative work of a team of teachers from the campus of the Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM) on the integration of social-environmental issues in the training of engineering students. We report here on the path taken to answer the questions why and how to integrate these issues into our training? We were keen to specify the context of this approach in order to understand the expectations of the various stakeholders in the project. Each of the work stages is then presented in detail in order to show in a very concrete way the management methods implemented, from the assessment of existing content to the drafting of dedicated lesson plans. Finally, the results of the approach are presented, as well as the obstacles and barriers identified for the continuation of the project.

The path presented here is a possible form of collaborative work in the construction of educational content on socio-environmental issues. Our aim was to define, together with all the educational teams, the skills and training content necessary for tomorrow's engineers to make responsible and informed decisions. This approach seems to us to be all the more essential as we are facing a young generation of learners in search of meaning in their learning and future professional choices.

MOTS-CLES (MAXIMUM 5)

Enjeux socio-environnementaux, interdisciplinarité, pédagogie

KEY WORDS (MAXIMUM 5)

Socio-environmental issues, interdisciplinarity, pedagogy

1. Introduction et contexte

1.1. Des constats scientifiques et un cadre réglementaire qui évolue

De plus en plus d'études scientifiques font aujourd'hui état d'une dégradation de notre environnement due aux activités humaines. Ces constats ne sont pas forcément récents démontre la non-soutenabilité physique de la croissance telle qu'on la connaît [1].

Les derniers travaux publiés par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) font état d'un réchauffement plus rapide que prévu et d'une quantité d'émission de gaz à effet de serre qui ne cesse d'augmenter [2]. On ne parle plus des impacts de ces dérèglements au futur car certains sont déjà visibles notamment sur l'agriculture, la dégradation des sols, la santé humaine et la biodiversité [3] [4].

L'ensemble de ces alertes est venu modifier les attendus des institutions qui chapeautent aujourd'hui le fonctionnement des lieux de formation du supérieur. Le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche du (M.E.S.R.I) et la Commission des Titres d'Ingénieurs (CTI) posent aujourd'hui des attentes claires sur les stratégies de gouvernance des écoles pour réduire l'impact sur l'environnement de leurs activités. Le plan vert du MESRI et la dernière version du référentiel d'accréditation CTI font clairement apparaître dans leurs critères que les écoles doivent former des ingénieurs conscients des enjeux socio-environnementaux actuels afin d'agir de façon responsable. [5]. [6].

1.2. Des attentes de la sphère étudiante

Ces dernières années des étudiants de différentes grandes écoles se sont exprimés en remettant en question des contenus de formation ne prenant pas en compte le contexte social et environnemental actuel. Ils font le constat d'une difficulté pour les institutions d'enseignement supérieur à intégrer des contenus de formation permettant de questionner l'orientation du progrès scientifique et technique [7]. Ce décalage conduit certains étudiants à se positionner de façon très critique vis-à-vis de leur école dont l'orientation des actions leur paraît de plus en plus éloignée de leurs valeurs.

En 2018 a été rédigé le manifeste étudiant pour un réveil écologique [8]. Ce texte, signé par plus de 33 000 étudiants, invite à une prise de conscience des enjeux socio-environnementaux dans les actions citoyennes et les trajectoires professionnelles de chacun.

1.3. Des attentes et interrogations de la sphère enseignante

Les enseignants ne se présentent pas comme un corps réagissant de façon homogène à la question de l'intégration des enjeux socio-environnementaux dans la formation. La question de l'intégration de nouveaux contenus dans une maquette pédagogique déjà extrêmement chargées fait naître la crainte du sacrifice de contenus existants [9]. Un autre sujet de préoccupation est de dénaturer la formation des Arts et Métiers, très orientées sur des savoirs faire techniques, en y intégrant des contenus considérés comme de la culture générale. La question de la légitimité à aborder ces enjeux vient également fragiliser l'implication des enseignants dans nos groupes de travail.

L'intégration de nouveaux contenus de formation interdisciplinaires demande une relecture de la cohérence de nos programmes de formation, l'intégration de contenus sur lesquels nos enseignants ne sont pas experts, un changement dans les pratiques pédagogiques et la nécessité de travailler de façon collaborative et interdisciplinaire.

Se pose donc la double question de :

- Quels contenus intégrer afin de former des ingénieurs conscients et en capacité d'agir face aux enjeux actuels ?
- Comment accompagner sur le terrain les enseignants et enseignants chercheurs dans l'intégration de ces contenus ?

Aujourd'hui, plusieurs acteurs de la formation ou périphériques au monde de l'enseignement supérieur ont construit des modèles d'accompagnement et d'organisation de cette modification de la formation [10] [11].

Le déroulé de notre article se centre au niveau local d'un campus appartenant à une structure multisites. Il décrit une démarche ascendante du terrain en local vers les instances de direction. Notre attention s'est portée sur les échanges entre le personnel d'appui à la pédagogie et les enseignants chercheurs.

Certaines écoles accompagnent ces changements par un travail de recherche [9] et propose leurs premiers retours sur les méthodes de travail mises en place et les principales réalisations [10]. Nous voulons ici apporter un niveau de détail plus fin en donnant à voir, pour chaque étape de travail, le degré de collaboration et la dynamique de travail qui a pu être créée, l'identification de point bloquants et les solutions possibles.

Différents travaux rendent compte des difficultés rencontrées dans l'intégration des sujets d'éthique [12] ou encore de la place des contenus de sciences humaines et sociales dans les formations techniques [7] [13]. Nous voulions ici élargir notre spectre de réflexion à l'ensemble des contenus de formation nécessaires à l'ingénieur de demain.

Nous avons également inclus une réflexion sur les dynamiques de travail des équipes pédagogiques dans l'enseignements supérieur. Aujourd'hui les pratiques d'enseignement se modifient progressivement pour passer d'un enseignement très transmissif [14] à des pratiques de pédagogies actives remettant l'étudiant au centre. Ces évolutions sont nécessaires pour progressivement basculer vers la mise en œuvre de l'approche par compétences [14], de l'approche par programme [15] ou encore pour l'intégration des enjeux socio-environnementaux qui nécessitent des croisements interdisciplinaires [9]. Ces pédagogies engendrent une modification des pratiques de travail des enseignants du supérieur souvent habitués à travailler seuls dans la création et l'animation de leur cours. Nous avons donc orienté cette réflexion sur la création d'une dynamique collaborative entre enseignants [14][15][16] spécifiquement sur l'intégration de contenus sur les enjeux socio-environnementaux.

2. Matériel et méthode

2.1. Un état des lieux

En octobre 2021 ont été menés de courts entretiens individuels avec chacun des quarante enseignants permanents de notre campus. Le but était de savoir si certains de leurs contenus de

cours pouvaient être reliés aux enjeux socio-environnementaux. Si oui nous voulions savoir s’il s’agissait d’un cours dédié, non dédié ou d’une simple évocation et quel était le volume horaire associé.

Chacun des entretiens a duré entre quinze et trente minutes selon l’intérêt des enseignants sur le sujet et les contenus de cours à décrire.

Le bilan final établi en novembre 2021 fait état d’un ensemble de trente-deux heures de cours de troncs commun de la première à la troisième année. La majorité de ces contenus est transmise sous la forme d’évocations (moins de trente minutes sur le sujet). La construction de ces cours n’est pas structurée de façon cohérente mais dépend des intérêts individuels des enseignants sur ces sujets et certaines thématiques ne sont pas abordées (impact sociaux, biodiversité, criticité des ressources, notion d’anthropocène, limites planétaires...etc)[9][7]

2.2. Le travail d’écriture de macro compétences

A la suite du bilan, les ingénieurs pédagogiques ont écrit ces cinq macro compétences ce que pourrait être les cinq macro-compétences ENSAM sur les enjeux sociaux environnementaux. Pour cette écriture nous avons fait se croiser les macro compétences du référentiel CPU-CGE [17], les macro compétences du Shift Project [11] et les éléments théoriques de la thèse de Catherine Perpignan qui a travaillé à la définition de compétences liées à l’ingénierie durable [18].

Cette production a été relue et amendée par un groupe constitué de vingt enseignants chercheurs volontaires lors de deux séances de travail de deux heures.

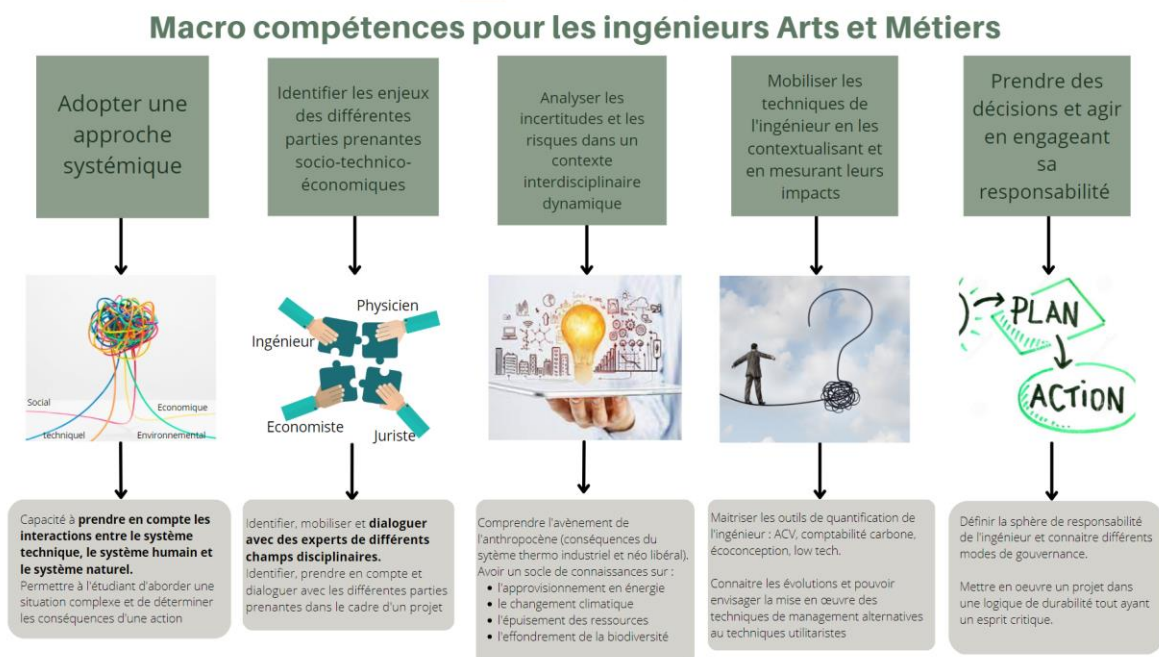


Figure 1. Macro compétence sur les enjeux socio-environnementaux pour l'ENSAM

Ces macro compétences ont permis de définir de façon grossière le bagage minimal de nos étudiants à la fin de leur parcours de formation sur ces enjeux socio-environnementaux.

2.3. Des compétences aux thématiques

Suite à l'écriture des cinq macro compétences nous avons voulu définir un ensemble de compétences plus fines. Nous avons demandé aux enseignants de relire différents référentiels de compétences existants sur les enjeux socio-environnementaux [11] [19] [20] [21] et de retenir celles qui leur paraissaient avoir leur place dans notre formation.

Ce travail a été organisé en trois sessions de deux heures de travail. Nous voulions réfléchir à comment former nos étudiants dès l'entrée à l'école et construire une progression de niveau durant toute la durée de formation en tronc commun. Est ressorti de ce travail un ensemble de trente compétences que l'on arrive à articuler autour de huit thématiques en première et deuxième année de formation.



Figure 2. Articulation des huit thématiques en première et deuxième année de formation

Suite à notre bilan nous avons constaté une absence de contenus plus marquée sur les deux premières années de formation. Les huit thématiques et compétences associées ont donc été réparties sur les deux premières années de formation avec la volonté de transmettre :

- ⇒ En première année, un bagage de connaissances de base et des ordres de grandeurs sur le contexte socio environnemental actuel.
- ⇒ En deuxième année un bagage de connaissances et d'outils plus techniques (des méthodes de mesure d'impacts et de conception) qui leur permettent d'agir en tant qu'ingénieurs.

2.4. La création de groupes de travail et l'écriture collaborative

A la suite de cette classification les enseignants se sont portés volontaires pour participer à la construction de plan de cours dédiés dont le contenu puisse faire écho dans les cours existants [9]. Nous avons pu créer trois groupes de travail qui couvrant six des huit thématiques ciblées. (cf tableau 1). Ces groupes de travail ont été constitués en octobre 2022 avec pour tâche d'avoir complété pour janvier 2023 pour chaque thématique le document présenté ci-dessous (figure 3).

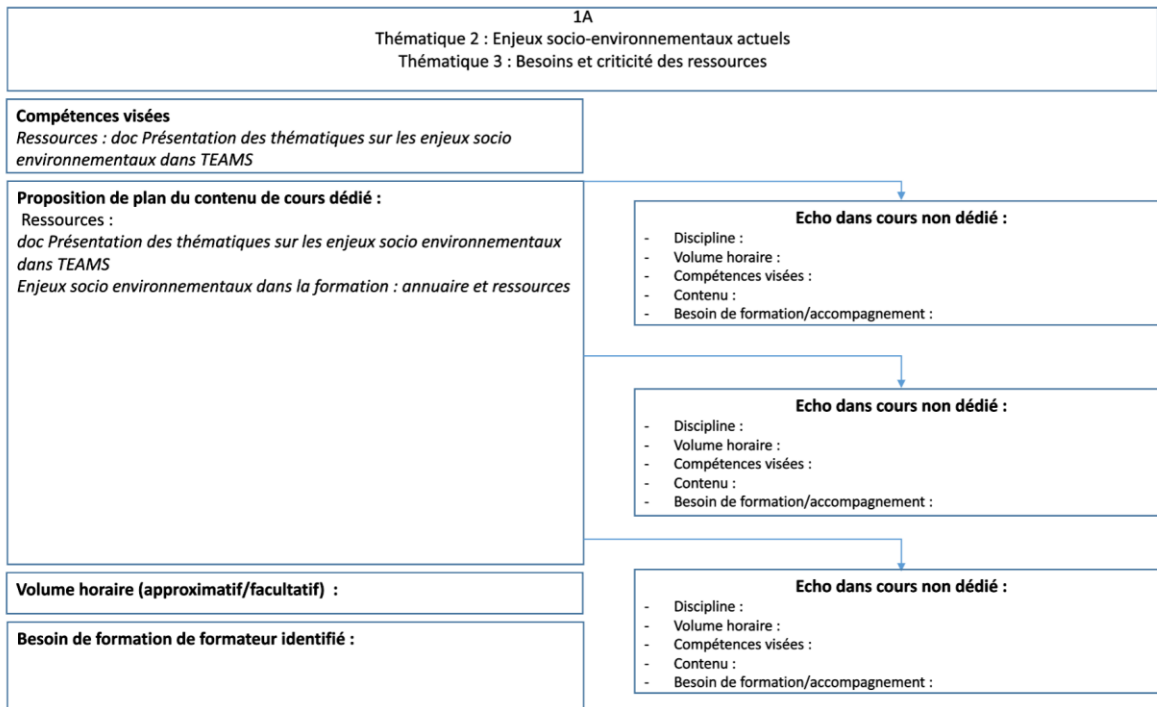


Figure 3. Livrable demandé aux groupes de travail – rentrée 2023

Les réunions régulières en présentielles ont permis d'établir des plans de cours dans les grandes lignes qui étaient ensuite détaillés de façon asynchrone par les différents participants. Pour cela les enseignants avaient accès à un espace de partage des documents en ligne dans lequel ils leur était possible de modifier les plans de cours en construction.

3. Résultats

3.1. Un travail collaboratif

Chacune des étapes de travail présentée a engendré un travail collaboratif entre enseignants volontaires de différentes disciplines.

Tableau 1 Synthèse des travaux de groupe collaboratifs

Étapes de travail	Sous-groupes de travail éventuels	Nbr d'enseignants et chercheurs impliqués	Rythme et durée de travail en synchrone
Écriture des macro compétences		20	2x2heures
Du choix de compétences plus fines à intégrer dans nos enseignements		20	3x2heures
De la création de plans de cours dédiés et non	Figure de l'ingénieur et évolution de la pensée autour de la technique	7	12h

dédiés en lien avec les cours existants	Enjeux socio-environnementaux actuels et besoin et criticité des ressources	10	12h
	Espace d'évaluation et espace de solution	13	12h
Dialogue avec d'autres domaines d'expertises et parties prenantes	Réflexion sur le contenu du livrable du stage de premier année (lien avec 17 ODD de l'ONU)	7	10h
	Actions croisées en l'ESAAIX et ENSAM	3	3h

Chaque groupe était accompagné par un ingénieur pédagogique pour donner un rythme dans les rendez-vous, modifier les plans de cours, proposer des ressources et des formations.

3.2. Thématiques et plans de cours construits

Nous avons à ce jour mis en forme trois plans de cours dédiés.

Tableau 2 Synthèse des objectifs pédagogiques des cours dédiés

Thématique de cours	Figure de l'ingénieur et évolution de la pensée autour de la technique	Enjeux socio-environnementaux actuels et besoin et criticité des ressources	Espace d'évaluation et espace de solution
Objectifs pédagogiques	<p>Décrire les évolutions des représentations des sciences, des techniques, lien Nature/Culture et de la figure de l'ingénieur.</p> <p>Identifier et discuter la non neutralité des objets techniques</p> <p>Se questionner sur la posture actuelle de l'ingénieur</p>	<p>Mémoriser et discuter des ordres de grandeur notamment sur les besoins en énergie de l'humanité</p> <p>Mémoriser et discuter des ordres de grandeurs et des informations sur les neuf limites planétaires</p> <p>Mémoriser et discuter des ordres de grandeurs et des informations sur le climat, la biodiversité, les métaux en tant que ressource non renouvelable, chimie et développement durable et matières radioactives</p>	<p>Décrire les phases du cycle de vie d'un produit</p> <p>Analyser les impacts d'un produit ou d'un service en partant de l'analyse de la valeur jusqu'à la phase de recyclage</p> <p>Collecter des données et les analyser via la maîtrise de certains outils de mesure d'impacts</p>
Apport par rapport à l'existant	Approche en histoire, sociologie et philosophie	Connaissances de base sur les enjeux actuels	Apports théoriques et méthodologiques sur : l'analyse de la valeur, l'analyse du besoin et l'analyse fonctionnelle
Volume horaire nécessaire	10 heures	18 heures	6 heures

3.3. Une liste de formations de formateurs à engager

Les échanges entre enseignants nous ont amené à mieux définir les besoins de formation de formateurs et d'accompagnement attendus afin que chacun puisse se sentir légitime à aborder ces sujets. A chaque plan de cours nous avons associé un ensemble de formations de formateurs à mettre en œuvre tout au long du premier semestre de l'année 2023.

Tableau 3 Formations de formateurs de la rentrée 2023

Thématique de cours	Figure de l'ingénieur et évolution de la pensée autour de la technique	Enjeux socio-environnementaux actuels et besoin et criticité des ressources	Espace d'évaluation et espace de solution
Formations de formateurs	Sociologie et philosophie des sciences et techniques Pédagogies actives : débat, cartographie des controverses, études de cas sur l'éthique	Fresque : climat, Biodiversité, numérique Atelier 2Tonnes	Formation interne sur l'ACV

4. Discussion

4.1. Un niveau d'engagement hétérogène et un besoin d'accompagnement multi-échelles.

A ce jour c'est 50% de l'effectif de notre équipe pédagogique permanente qui a participé aux différentes étapes de construction du projet. Ces moments d'échanges ont permis pour les enseignants impliqués de se sentir moins seuls face à des sujets sur lesquels ils ne sont pas experts, chacun apportant ses idées et ses corrections au travail commun dans une atmosphère respectueuse [16]. Afin de sensibiliser un plus grand nombre de collègues nous avons ouvert les formations de formateurs organisées lors du premier semestre 2023 à l'ensemble des enseignants. Nous constatons cependant que les participants à ces heures de formation sont souvent les plus impliqués dans la construction de cours. Un soutien de la direction en local a donc été nécessaire afin d'organiser un temps d'échange avec l'ensemble des enseignants du campus sur les travaux en cours et demander une implication de tous dans cette réflexion. Ce soutien est nécessaire à l'avancée d'un tel projet. En l'absence de soutien de la direction, le projet d'intégration des enjeux socio-environnementaux dans la formation revient rapidement à un ensemble d'actions menées à l'échelle individuelle. [14]

4.2. La question de la bonne posture d'encadrement

Il est rapidement apparu nécessaire pour les ingénieurs pédagogiques de donner un cadre de travail clair pour chacune des réunions menées avec les enseignants.

Lors du travail sur l'écriture des macro compétences, les cinq macro compétences ENSAM ont été écrites par les ingénieurs pédagogiques pour être relues et amendées par les enseignants.

Lors deuxième phase de travail sur la création de liste des compétences à retenir dans différents référentiels existants pour l'ENSAM, les référentiels qui ont servi de support de travail ont été choisis par les ingénieurs pédagogiques. La lecture et le relevé de compétences ont été effectués par les enseignants lors de plusieurs séances de travail en présentiel. Différents supports de

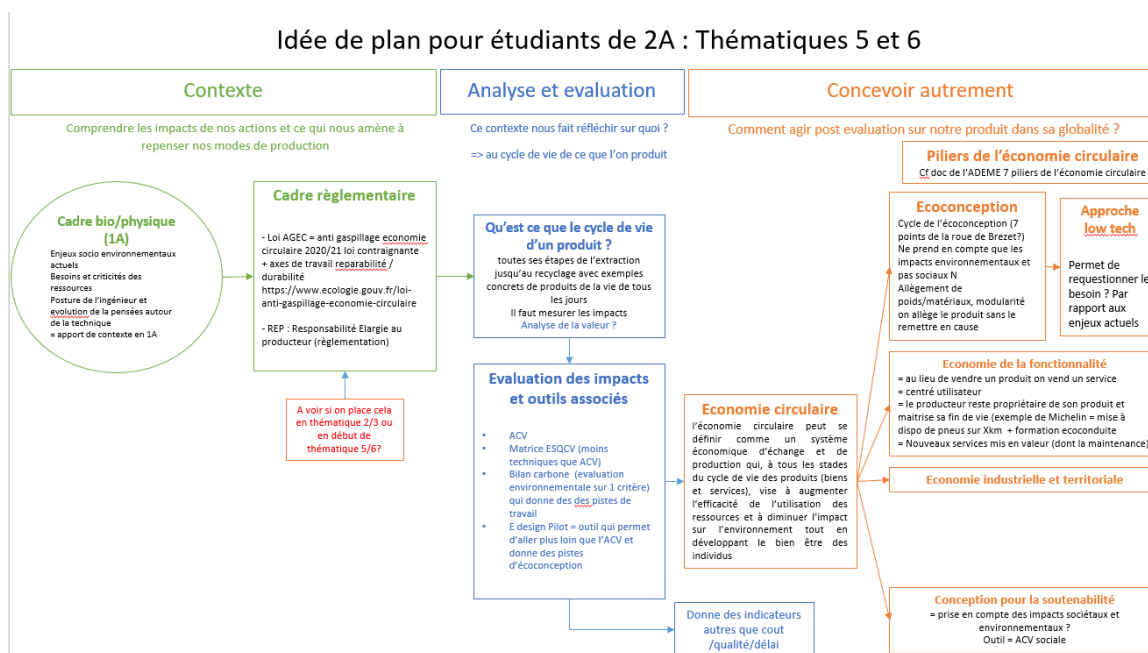
travail ont été produits par les ingénieurs pédagogiques pour permettre un classement de ces compétences par ordre de priorité et par année de formation.

Le lancement du travail en sous-groupes a marqué le passage de la théorie à la pratique pour les membres de l'équipe pédagogique impliqués. Les ingénieurs pédagogiques avaient proposé des idées de sujets abordables pour chacune des thématiques.

Thème 2A	6. Les espaces de solutions : Eco conception, Low tech, économie circulaire, atténuation/adaptation aux changements climatiques....
Idées de sujets abordables (- tous ces sujets ne pourront peut-être pas être abordés, - Il s'agit d'une proposition de sujet et d'autres peuvent être proposés)	<ul style="list-style-type: none"> • Approches alternatives en conception : l'écoconception <ul style="list-style-type: none"> - Définir ce qu'est l'éco conception - Méthodologie • Approches alternatives en conception : le low tech <ul style="list-style-type: none"> - Définir ce qu'est le low tech : les 7 principes du low tech chez P.Bihouix, chez A.Tanguy - L'importance de la recontextualisation des usages (contrairement au high tech dans lequel il y a une uniformisation des usages), - Définition du juste besoin : Former des ingénieurs du pourquoi plutôt que du comment. + Analyse fonctionnelle = demander aux étudiants de justifier le choix de la mise en place de telle ou telle techno - Possibilité de proposer des projets low tech en cours de conception en prenant le temps d'identifier le juste besoin au travers de débat puis aller de la conception à la fabrication d'un produit low tech. • Approches alternatives en économie/Gestion <ul style="list-style-type: none"> - Supplychain durable - Economie circulaire, réparabilité, économie de la fonctionnalité... - Sobriété - Comment refuser de répondre à un besoin en argumentant ? Comment renoncer à certaines fonctionnalités dans une solution techno ? - Comment désinvestir, désinover, désincuber ? • Atténuation/Adaptation aux changement climatique et réduction des GES <ul style="list-style-type: none"> - Définition de l'adaptation / textes associés - Enjeux, Actions possibles et limites • Possible de reprendre et analyser les 4 scénarios de l'ADEME : génération frugale, coopération territoriales, technologies vertes, pari réparateur • Possible de reprendre et analyser les 17 objectifs de développement durable de l'ONU
Je souhaite participer à la réflexion / construction d'un cours « chapeau » dédié et/ou dans mes cours existants	

Exemple de liste de « sujets abordables » sur les thématiques 5 et 6

Cette liste de sujets proposée n'était pas assez structurée pour engendrer un dialogue constructif entre les différents enseignants. Les ingénieurs pédagogiques ont retravaillé les supports d'échanges pour proposer sur chacune des thématiques un plan de cours déjà structuré à discuter.



Plan de cours structuré proposé à la discussion sur les thématiques 5 et 6

Cette proposition de cadre de travail et d'échange pré-structurée s'est avérée être beaucoup plus constructive. Il est à noter que les personnes en charge de cette animation sont souvent des enseignants missionnés, des chargés de projets sur les sujets de développement durable ou des ingénieurs pédagogiques. Ces acteurs ne se sentent pas toujours légitimes à imposer un cadre de travail pré-structuré à un public d'enseignants très attaché à sa liberté de travail en pédagogie et en recherche. Notre expérience nous montre néanmoins que sur ces sujets transversaux, le fait de poser un cadre de travail pré-défini avec des objectifs clairs a permis d'avancer de façon constructive et dans le respect des apports de chacun.

Il est souvent proposé par les institutions de mettre à disposition des enseignants des ressources afin qu'ils puissent s'auto-former ou encore réutiliser des supports pédagogiques existants. Notre constat est que ces ressources sont souvent très peu prises en compte par les enseignants qui ont, du fait de leur activité, une capacité forte à faire l'ensemble de ces recherches par eux-mêmes et à trouver l'information pertinente afin d'alimenter leur cours. Il leur est également souvent très difficile de reprendre le travail écrit par un autre enseignant car les ressources pédagogiques demandent un travail d'appropriation important. Ainsi le fait de reprendre une ressource existante n'apparaît pas comme une solution facilitante.

Ce qui ressort de notre expérience de terrain est que les enseignants ont besoin de moment d'échanges structurés et animés de façon régulière. Plus qu'un ensemble de ressources documentaires et pédagogiques, c'est d'un accompagnement humain dont ont besoin les équipes pédagogiques pour intégrer les enjeux socio-environnementaux dans les programmes de formation.

4.3. La difficulté du dialogue interdisciplinaire

L'ensemble de nos travaux nous amène aujourd'hui à constater une difficulté de désilotage des disciplines dans notre école avec un attachement fort aux contenus existants. Les réunions régulières entre enseignants de différentes disciplines sont nécessaires pour casser ces silos et le sentiment de manque de légitimité à aborder ces sujets complexes. Cependant, sans le support des instances de direction nous n'arrivons pas encore à fluidifier les frontières entre disciplines et à attirer l'ensemble de enseignants dans nos échanges.

Au-delà des difficultés de dialogue entre intervenants des disciplines existantes, nous notons un manque d'expertise en interne pour aborder des contenus de sciences humaines et sociales (SHS). Les matières telles que l'histoire, la philosophie ou encore la sociologie sont aujourd'hui absentes de nos programmes de formation sur le campus d'Aix-en-Provence [7]. L'intégration de ces disciplines amènerait nos étudiants à développer des connaissances leur permettant de prendre en considération les différentes parties prenantes dans le cadre de leur futur travail d'ingénieur et de sortir d'une approche très techno-centrée [13]. Cependant nous ressentons dans le discours d'une partie de l'équipe pédagogique une certaine difficulté à reconnaître l'intérêt de ces disciplines très éloignées de leur champ d'expertise. Les apports possibles des SHS sont souvent dépréciés dans les discours et considérés comme des contenus de culture générale que les étudiants peuvent se forger hors du cadre de leur formation. Cette difficulté à intégrer les SHS s'explique également par une crainte des enseignants d'influencer politiquement les étudiants [9]. Ce travail de dialogue interdisciplinaire et donc encore à

travailler et demandera une longue période de sensibilisation de l'ensemble des collègues enseignants.

5. Conclusion

Cette expérience qui poursuit son cours nous a montré les possibles leviers d'actions en local pour organiser la réflexion autour d'un programme de cours sur les enjeux sociaux environnementaux dans la formation. La dynamique collective et le cadre donné ont permis un travail rapide et collaboratif.

Aujourd'hui nous devons encore travailler sur les méthodes pédagogiques associés à chacun de ces contenus en s'orientant vers des pédagogies actives plus pertinentes pour porter ces sujets interdisciplinaires. Nous avons également un dialogue à mettre en place entre collègues pour savoir comment intégrer une partie des cours construits dès la rentrée de septembre 2023. Notre objectif est de conduire ce projet pas à pas dans une dynamique d'amélioration continues tant sur le fond que sur la forme.

Un effort a été fait tout au long de nos travaux à garantir une cohérence dans les contenus de formation en construction. Nous pensons que cette cohérence devra notamment se faire via les ponts théoriques entre des cours dédiés et les cours existants. Enfin nous n'imaginons pas intégrer ces nouveaux cours en surchargeant le programme existant. La volonté des instances de direction sera donc essentielle dans l'intégration concrète de ces cours dans la maquette pédagogique. Ce soutien nous permettra de ne pas jouer avec les espace-temps interstitiels du programme de formation actuel et de donner une vraie place au développement des compétences nécessaires à l'ingénieur de demain.

Références bibliographiques

1. Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. (2004) Les limites de la croissance, dans un monde, Rue de l'Echiquier. 486 pages
2. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/>. 28 Sept 2022
3. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019) S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
4. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. (2009). A safe operating space for humanity. Nature 461, 472–475 (2009). <https://doi.org/10.1038/461472a>
5. Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/le-mesri-et-le-developpement-durable-49295> . 13 décembre 2022
6. CTI, Références et orientations de la Commission des titres d'ingénieur, Référentiel critères majeurs d'accréditation. (2022) https://www.cti-commission.fr/wp-content/uploads/2022/03/RO_Referentiel_2022_VF_2022-03-15.pdf . 13 septembre 2022
7. Albero, B., Roby, C. (2014). Les enjeux du rapport aux sciences humaines et sociales dans la formation des ingénieurs en France », Revue française de pédagogie, URL <http://journals.openedition.org/rfp/4405> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rfp.4405>
8. Pour un réveil écologique. <https://manifeste.pour-un-reveil-ecologique.org/fr> (16 novembre 2021)
9. Paris, H., Touhami, FS. (2021). Intégrer le DDRS en école d'ingénieur : Un chantier collectif d'évolution des formations nourri par la recherche. 7ème colloque INSA Pédagogie et formation, INSA Hauts de France, Valenciennes, France. hal-03290246
10. Pour un réveil écologique. <https://education.ecological-awakening.org/#/> (16 novembre 2021)
11. The shift projet. Groupe INSA. (2022). Guide former l'ingénieur du XXIème siècle, Pour l'intégration des enjeux socio-écologiques en formation d'ingénieur. <https://theshiftproject.org/former-les-ingenieurs-a-la-transition/>
12. Didier, C., Melin, V., Aiguier, G. (2018). (Se) former à l'éthique : enjeux et perspectives. Spirale - Revue de Recherches en Éducation, hal-01716138
13. Deléage, J-P. (2003). Le philosophe, la baleine et le réacteur, , À propos de la philosophie de Langdon Winner. Cairn.info pour Presses de Sciences Po. DOI 10.3917/ecopo.027.0247
14. Cardenas-Rodriguez, R., Terron-Caro, T., Monreal-Gimenou, C., (2015). An interdisciplinary or a multidisciplinary approach at the university level. Challenges for teaching coordination. Universidad Pablo de Olavide. DOI: 10.13042/Bordon.2015.67309
15. Loisy, C., Raze, A., (2017). Accompagnement des équipes pédagogiques s'engageant dans une approche-programme : DevSup. Relever le défi de l'altérité. IXe colloque QPES - Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur, Grenoble - Ecole de management, Grenoble, France. hal-01494551
16. Lessard, C., Canisius Kamanzi, P., Laroche, (2009). DE quelques facteurs facilitant l'intensification de la collaboration au travail parmi les enseignants : Le cas des enseignants canadiens. Boeck Supérieur « Éducation et sociétés ». DOI 10.3917/es.023.0059
17. Guide CPU CGE : Compétences Développement Durable & Responsabilité Sociétale, 5 Compétences pour un développement durable et une responsabilité sociétale. (2016)

18. Perpignan, C. (2021). Définition d'un cadre de compétences pour intégrer l'ingénierie durable dans les formations technologiques, application à l'écoconception. École doctorale 71, Sciences pour l'ingénieur (Compiègne) , en partenariat avec Unité de recherche en mécanique acoustique et matériaux / Laboratoire Roberval (laboratoire) .
19. Ecole des Ponts (2020). 70 learning outcomes pour former les acteurs de la transition environnementale et énergétique
20. Ecole des Mines. https://www.innovation-pedagogique.fr/IMG/pdf/imt_referentiel_de_compences_v6_6_oct_2021.pdf. 13 janvier 2022
21. Think tank Arts et Métiers. <https://think-tank.arts-et-metiers.fr/fr/node/66>. 13 janvier 2022