

## **Ingénierie Pédagogique pour une formation à la Transition Écologique et Sociale dans une école d'ingénieur (IPN7-TES)** Application à un cas d'école : projet Centrale Toulouse

Le groupe de travail IPN7-TES de Toulouse INP- ENSEEIHT  
Version 06 du 8 novembre 2023

**Animateurs du groupe de travail :** Olivier THUAL et David BRUNET, IPN7

**Membres actifs :** Valentine BREGOT, Arthur CREOLA, Paul DURU, Naïla EVEN, Ben HANSON, Katia JAFFRES-RUNSER, Ludivine LAVAL, Olivier LEFEBVRE, Jennifer MATTALIA, Philippe MAURAN, Arthur MICHON, Géraldine MORIN, Marc PANTEL, Nicolas ROUX, Léo SEUGNET, Ethan SURIN, Roman TEISSERENC, Mirella VERZA et Emeric YEOU.

**Résumé :** Le Groupe de Travail « Ingénierie Pédagogique pour une formation à la Transition Écologique et Sociale » (GT IPN7-TES) s'est réuni neuf fois sur une période de deux mois pour proposer les modalités d'engagement d'une école d'ingénieur dans la formation à la transition écologique et sociale. Le cas de la création d'une École Centrale s'appuyant sur une partie des domaines scientifiques de Toulouse INP – ENSEEIHT est examiné, en réponse à la commande de son Conseil d'École. En s'appuyant sur de nombreux rapports et retours d'expériences, une série de recommandations pour les établissements soucieux de s'engager dans la mise en place de cette formation sont explicitées. Le syllabus de quatre Unités d'Enseignement (UE) de 50h chacune, répartie sur les trois années d'une formation d'ingénieur recrutant à Bac+2 est esquissé. La généralisation de ces travaux à d'autres formations d'ingénieurs est facilement envisageable.

**Abstract:** The "Pedagogical Engineering for Training in Ecological and Social Transition" Working Group (GT IPN7-TES) met nine times over a two-month period to propose ways in which an engineering school could become involved in training for ecological and social transition. In response to a request from the Toulouse INP - ENSEEIHT School Council, the group examined the possibility of creating an École Centrale based on part of Toulouse INP - ENSEEIHT's scientific fields. Drawing on numerous reports and experience feedback, a series of recommendations for establishments wishing to set up such a training program are set out. The syllabus of four Teaching Units (TU) of 50 hours each, spread over the three years of an engineering course recruiting at Bac+2 level, is outlined. This work could easily be applied to other engineering courses.

## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
1.1 UN GROUPE DE TRAVAIL .....	3
1.2 NEUTRALITE DES MEMBRES DU GT .....	3
1.3 CONTENU DU RAPPORT .....	3
<b>2. RECOMMANDATIONS POUR UN ETABLISSEMENT ENGAGE.....</b>	<b>4</b>
2.1 GOUVERNANCE ET STRATEGIE .....	4
2.2 FORMATION ET ENSEIGNEMENT .....	6
2.3 CONCLUSION .....	8
<b>3. VERS UN SYLLABUS POUR QUATRE UNITES D'ENSEIGNEMENTS DE 50H.....</b>	<b>8</b>
3.1 ORGANISATION GENERALE DES QUATRE UE DE 50H .....	9
3.2 CONTENUS DES QUATRE UES .....	10
<b>4. PRISE EN COMPTE DES ENJEUX TEDS DANS LES AUTRES UES.....</b>	<b>11</b>
4.1 ÉTAPE 1 : FORMATION DE BASE DES ENSEIGNANTS AUX TES.....	12
4.2 ÉTAPE 2 : ANALYSE DES MAQUETTES EXISTANTES.....	13
4.3 ÉTAPE 3 : ACCOMPAGNER LA TRANSFORMATION DES ENSEIGNEMENTS.....	13
4.4 ÉTAPE 4 : CREER UN REFERENTIEL D'EXEMPLES D'OUTILS .....	15
<b>5. CONCLUSION .....</b>	<b>15</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>16</b>
<b>ANNEXE : SYNTHÈSE DES PRINCIPALES SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>18</b>
5.1 LE SCHEMA DIRECTEUR DD&RSE DU MINISTERE .....	18
5.2 LES DEUX RAPPORTS JOUZEL .....	18
5.3 LES RAPPORTS DU SHIFT PROJECT .....	19
5.4 LES DIX MESURES DU MOUVEMENT « POUR UN REVEIL ECOLOGIQUE ».....	20

## 1. Introduction

### 1.1 Un groupe de travail

Le Conseil d'École (CE) de Toulouse INP – ENSEEIHT (N7) du 30 juin 2023 a voté la création de groupes de travail (GT) pour étudier un projet de création d'une École Centrale à Toulouse, constituée d'un ensemble de domaines issus des formations d'ingénieurs actuelles. Le groupe de travail « Ingénierie Pédagogique pour la formation à la Transition Écologique et Sociale » (IPN7-TES) s'est réuni neuf fois sur une période de deux mois. Un point d'étape des travaux de ce GT a été réalisé lors du CE du vendredi 17 octobre et le présent rapport est transmis en amont du CE du 17 novembre. Il décrit la mise en œuvre et le contenu d'Unités d'Enseignement (UE) dans le cadre d'une formation d'ingénieur en trois ans, en lien avec les domaines techniques susceptibles d'être intégrés dans ce projet d'École Centrale.

### 1.2 Neutralité des membres du GT

Dans le cadre de liberté d'expression, les membres du GT IPN7-TES ont le droit d'exprimer leur opinion personnelle sur les différents projets de transformation ou de créations des établissements, dans le respect des opinions d'autrui. Néanmoins, elles et ils se sont engagés à participer aux réflexions du groupe de travail en toute neutralité, dans le respect des objectifs de formation à la Transition Écologique et Sociale définis dans des rapports faisant autorité. En contrepartie de cette neutralité, les membres du groupe de travail demandent :

- que leur implication ne puisse pas être interprétée comme apportant un quelconque soutien au projet de création d'une École Centrale ;
- que toute référence à leurs travaux cite leur rapport et mentionne les recommandations de mise en œuvre qui y sont exprimées.

### 1.3 Contenu du rapport

En se basant sur les recommandations concordantes de plusieurs rapports reconnus ([1]-[6], voir leurs résumés dans l'annexe de ce rapport), un volume d'environ 200h d'enseignements dédiés aux enjeux de la transition écologique et sociale est proposé dans ce rapport pour une formation d'ingénieur en trois ans, à travers quatre Unités d'Enseignement (UE) de 50h. Ce syllabus est précédé d'un ensemble de recommandations visant une adéquation entre la politique générale de l'établissement et les enjeux socio-écologiques enseignés. Un dernier paragraphe aborde la prise en compte de ces enjeux dans les autres UE de la formation d'ingénieur.

## 2. Recommandations pour un établissement engagé

En se basant sur les références documentaires ([1]-[6]) décrites dans l'annexe de ce rapport, le groupe de travail propose neuf recommandations pour permettre la **construction collective d'un établissement engagé** dans les enjeux de la Transition Écologique et du Développement Durable (TEDS). Ces éléments ne sont évidemment pas exhaustifs et sont le résultat d'un travail qui s'est déroulé sur la période limitée de septembre à novembre 2023.

Ces recommandations, de nature à guider une équipe de gouvernance pour conduire des actions concrètes de changement, s'articulent autour des deux axes suivants du Schéma Directeur DD&RSE ([1]) du MESR : « Gouvernance et Stratégie » et « Formation et enseignement ».

### 2.1 Gouvernance et Stratégie

Les recommandations 1 à 4 entrent dans le cadre l'axe Gouvernance et Stratégie qui consiste à :

- créer une organisation pour incarner et mettre en œuvre la stratégie ;
- renforcer la présence des parties prenantes pour construire une société durable.

#### 2.1.1 Recommandation 1 : Créer un comité de pilotage mixte en charge de la définition et du suivi de la stratégie TEDS

Afin d'incarner la vision stratégique et de créer une dynamique collective, il est nécessaire que l'établissement se dote d'un **comité de pilotage mixte** regroupant à la fois des personnels (administratifs et techniques, enseignants, enseignants-chercheurs, chercheurs et doctorants), des étudiants et des partenaires externes (alumni, associations, experts, acteurs du monde socio-économique, etc.).

Ce comité aura en charge la définition de la **stratégie TEDS** qui engagera l'établissement à tous les niveaux institutionnels. Pour assurer la mise en œuvre opérationnelle des actions qui découleront de la stratégie, le comité devra s'associer à l'ensemble des parties prenantes (internes et externes).

Il sera nécessaire de partager, avec l'ensemble des acteurs, les valeurs portées par l'école. C'est pourquoi, le comité pourra élaborer une **Charte éthique** établissant les principes éthiques à respecter en rapport avec les enjeux TEDS. Elle pourrait couvrir la Formation, la Recherche et les fonctions supports. Elle s'adressera aussi bien aux personnels qu'aux étudiants, mais également aux partenaires pour favoriser la présence d'acteurs engagés/vertueux au sein de l'établissement.

Le comité de pilotage devra désigner un **porteur** qui siègera au Conseil d'École (CE) comme membre invité permanent. Il pourra également participer au Comité de formation (COFOR). Ce porteur aura pour rôle d'assurer un lien fort entre le comité de pilotage, l'équipe de gouvernance et les instances de l'établissement. Enfin, le comité devra produire un **rapport annuel** des actions conduites et des ressources (humaines et financières) mobilisées.

### 2.1.2 Recommandation 2 : Allouer un budget annuel au Comité de pilotage

La mise en œuvre d'une stratégie TEDS ambitieuse dans l'établissement ne pourra être enclenchée que si le comité de pilotage dispose d'un **budget annuel** lui permettant de conduire son plan d'actions. Les moyens financiers devront être révisés chaque année car les besoins seront probablement plus importants lors de la phase de démarrage de cette stratégie.

Ce budget pourrait couvrir à la fois :

- des **investissements** sur des projets stratégiques (en matière de recherche, d'enseignement et de partenariats responsables) ;
- des **moyens humains** (cf. *Recommandation 8*) nécessaires à la mise en œuvre de certaines actions ;
- des **financements pour accompagner les étudiants** (par ex. : aides pour favoriser une mobilité internationale bas carbone au cours de leurs études, aides à l'entrepreneuriat en plaçant les enjeux TEDS au cœur de la création d'entreprise, cf. *Recommandation 6*) ;
- des **dispositifs pour valoriser les engagements des enseignants et des personnels** (cf. *Recommandation 3*).

### 2.1.3 Recommandation 3 : Mettre en œuvre des dispositifs pour faciliter et valoriser les engagements des enseignants et des personnels

Un des engagements forts du comité de pilotage sera la mise en œuvre de dispositifs facilitant et valorisant les engagements des enseignants et des personnels. Pour faciliter et valoriser ces engagements, le comité de pilotage se devra de proposer des mesures claires et variées, afin que tous puissent se sentir concernés et puissent agir.

Le but de ces dispositifs sera de créer un environnement de travail collaboratif et de repenser la transmission de connaissances. Un exemple de dispositif serait la mise en place de formations aux enjeux TES pour les enseignants et personnels afin qu'ils puissent disposer de compétences solides qu'ils pourront transmettre aux étudiants.

### 2.1.4 Recommandation 4 : Assurer la présence de partenaires acteurs des transitions dans l'établissement

Dans le cadre de partenariats mis en place entre l'établissement et les industriels, de nouvelles stratégies et des critères d'évaluation, à définir, devront être mis en place afin de créer une cohésion avec la démarche TEDS.

La référence à la transition écologique devra être présente dans les partenariats à venir en demandant pour chaque entreprise les actions en adéquation à la stratégie TEDS mises en place, en prenant en compte la taille de l'entreprise. Cette référence devra aussi se manifester au travers de différentes actions qui lient l'établissement et ses partenaires industriels, telles que des conférences, des « afterworks » ainsi qu'un forum spécifique où les enjeux TEDS devront spécifiquement être représentés. Ces différentes rencontres pourront être réalisées, organisées soit par les étudiants ou par l'école. De même, favoriser la présence d'acteurs de la transition écologique dans des actions existantes, telles que les forums, PFE et PME-ETI.

## 2.2 Formation et enseignement

Les recommandations 5 à 9 entrent dans le cadre l'axe Formation et enseignement qui consiste à :

- répondre aux besoins des apprenants en matière de transitions et de développement soutenable ;
- faciliter et encourager les engagements des personnels et élèves ;
- revisiter les pratiques pédagogiques.

### 2.2.1 Recommandation 5 : Intégrer les enjeux TEDS dans tous les cursus

Les établissements d'enseignement supérieur doivent régulièrement renouveler leur offre de formation. Le contexte actuel est donc une véritable opportunité de refondre l'offre de formation et d'intégrer les enjeux TEDS dans tous les cursus Ingénieurs en formation Initiale sous statut étudiant (FISE) et apprenti (FISA).

Ainsi, la nouvelle offre pourrait intégrer les enjeux TEDS en alternance avec des enseignements scientifiques spécifiques tout au long du cycle Ingénieur. L'objectif est d'impulser un changement qui permettra progressivement d'inciter les enseignants à intégrer d'avantage ces enjeux directement dans leurs cours. Le programme pourrait donc contenir une base de **200h de cours obligatoires** sur les enjeux TEDS (cf. propositions du paragraphe 3) pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur. Ces 200 heures pourraient être déclinées en 4 unités d'enseignement (UEs) de 50h chacune réparties sur les semestres 5, 6, 7 et 8 de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année de formation du cycle Ingénieur. De plus, les enseignements devront s'appuyer sur une approche par projets et offrir des **sujets orientés sur les questions des enjeux TEDS** (cf. *Recommandation 4*).

Pour opérer cette transformation, l'établissement devra donc **accompagner les enseignants** (cf. *Recommandation 8*) et pouvoir compter sur une **mobilisation des compétences** internes (enseignants-chercheurs, Ingénieurs pédagogiques, etc.) et externes (experts, associations, acteurs du monde socio-économique, etc.).

Cette refonte permettra ainsi à chaque élève de disposer de connaissances (anthropocène, biodiversité, préservation des ressources, énergie, etc.) et compétences (éthique, systémique, analyse de cycle de vie, enjeux, etc.) lui permettant d'agir pour la transition. L'école formera ainsi des ingénieurs responsables et compétents en capacité de contribuer à répondre aux problématiques actuelles et futures en matière de TEDS et capable de saisir les grands enjeux de société.

### 2.2.2 Recommandation 6 : Accompagner les Ingénieurs à penser différemment, revoir leur manière de concevoir et produire

L'enseignement supérieur arrive à un moment charnière où il est essentiel d'adopter un changement de paradigme pour opérer une transition vers la sobriété écologique. Comme le met en avant le Shift Project ([4]-[5]), il devient impératif d'inciter les ingénieurs à repenser leur manière de concevoir et de produire. Ce changement profond nécessite une révision des pratiques courantes des ingénieurs, en faveur de procédés plus respectueux de l'environnement.

Le manifeste "Pour un réveil écologique" ([6]) souligne l'urgence de cette transformation et l'importance d'agir immédiatement pour la préservation de la planète. En encourageant les ingénieurs à intégrer ces principes dans leur formation et leur pratique professionnelle, l'enseignement scolaire joue un rôle clé dans la création d'un avenir plus durable et équilibré pour l'ensemble de la société. Pour ce faire, il s'agira par exemple d'encourager l'acquisition de compétences interculturelles et faciliter les expériences internationales bas-carbone.

Par ailleurs, les activités sollicitant la réflexivité des étudiants seront développées, les invitant à questionner le sens de leur activité (« pourquoi je fais ça ? », « pour quoi je fais ça ? ») et ses effets (« est-ce qu'on fait vraiment ce qu'on dit qu'on fait ? », « quelle est la finalité réellement poursuivie et s'oriente-t-on bien vers elle ? »).

### **2.2.3 Recommandation 7 : Former l'ensemble de la communauté aux enjeux TEDS et permettre aux étudiants de mesurer les impacts physiques et sociaux dans leur environnement de travail**

Pour pouvoir transmettre un socle de savoir, lié au enjeux TEDS il est nécessaire de fournir aux étudiants et personnels des outils et documents permettant de mesurer leurs impacts. Une offre de formation adaptée aux différentes cibles (personnels, élèves) devra donc être proposée au sein de l'établissement. Il faudra permettre aux personnels de libérer du temps pour suivre ces formations

Penser à l'impact physique et social dans le cadre du travail collectif impose une réflexion sur les évaluations de compétences auprès des élèves. En effet les enseignements pourront être pensés en lien avec les 17 Objectifs du Développement Durable (ODD) et même se trouver en accord avec les recommandations du label DDRS.

### **2.2.4 Recommandation 8 : Disposer de moyens humains pour accompagner les enseignants et faire évoluer les pratiques d'enseignement**

Le plan de transition TEDS exigeant une modification des manières d'enseigner, il est indispensable que le personnel enseignant soit accompagné. Pour cela il faudra mettre en place une **équipe dédiée** dans le but d'organiser la réflexion et de conduire une aide auprès des enseignants pour transformer les formations. Cette équipe sera formée **d'ingénieurs pédagogiques et d'ingénieurs de formation** et/ou de membres du comité de pilotage élu.

Ces changements dans les méthodes d'enseignement pourront être proposés par le comité de pilotage TEDS. Pour apporter un caractère concret à ces propositions le rapport Jean JOUZEL ([2]-[3]), propose une approche par compétence divisée compétence majeur dont certaines sont notamment : développer des approches systémiques et développer une analyse prospective.

### **2.2.5 Recommandation 9 : Faciliter et encourager l'engagement des étudiants**

Le changement vers des pratiques d'actions durables ne pourra avoir lieu que si celui-ci est impulsé par les étudiants. C'est pourquoi des moyens et fonds devront être alloués pour que les



étudiants puissent se sentir valorisés et aidés lorsqu'ils voudront s'impliquer dans des projets liés aux enjeux TEDS.

Ceci peut passer par une présentation annuelle des enjeux TEDS illustrée par des **exemples d'actions étudiantes réalisables** sans braquer les idées. Ils pourront également être encouragés à rejoindre des associations/collectifs liés à ces enjeux et valorisés si possible.

L'engagement des étudiants étant décuplé lorsqu'ils sentent avoir un impact et qu'ils apportent de la connaissance à un public, il peut être pensé, en accord avec le personnel enseignant, que certains cours prennent la forme de pédagogie ascendante (cours renversés) où ils seront incités à façonner le cours autour de certains enjeux qui leurs tiennent à cœur tout en étant encadré par un enseignant. L'implication étudiante ne pouvant pas seulement être réduit à des activités intra-scolaires, il serait également nécessaire de valoriser leur implication dans des actions extérieures à l'école, par exemple par le biais de crédits ECTS.

### 2.3 Conclusion

L'ensemble de ces recommandations ont été le fruit d'une réflexion collective entre élèves et personnels autour de rapports existants, résumés dans l'annexe de ce rapport. Afin d'enclencher la démarche de transition, la création du comité de pilotage (cf. *Recommandation 1*) doit être rapidement mise en œuvre. Le processus devra ensuite passer par la prise en compte des recommandations citées ci-dessus et par une évaluation (à minima annuelle) de l'avancée de cette transformation par le biais du comité de pilotage.

## 3. Vers un syllabus pour quatre unités d'enseignements de 50h

La plupart des rapports consultés recommandent un volume de 200h d'enseignements dédiés aux enjeux de la Transition Écologique et du Développement Soutenable (TEDS). Le guide méthodologique du rapport 2022 du Shift Project ([5]), propose un découpage en plusieurs modules bien identifiés (Figure 1).

Ce volume de 200h est proposé dans le présent rapport, avec un découpage en quatre unités d'enseignements (UE) de 50 heures chacune, réparties sur les trois années d'une formation d'ingénieur. Le temps imparti n'a pas permis de finaliser les syllabus détaillés des quatre UEs proposées. Ainsi, les contenus et les volumes des différents modules devront être définis ultérieurement. Le groupe de travail s'est concentré sur la définition des objectifs principaux, ainsi que les modes d'évaluation qui pourraient être mis en œuvre.



<b>Introduction à l'anthropocène</b>		20
<b>Contraintes physiques</b>	Énergie	20
	Climat	20
	Ressources	20
	Biodiversité	20
	Systèmes alimentaires	10
<b>Moyens institutionnels et techniques</b>	Formations d'ingénieur	20
	Gouvernance	20
	Système industriel	10
	Économie & finance	10
	Législation et normes	10
<b>Objectifs sociétaux</b>	Paix & Justice	20
	Santé	
	Éducation	
	Réduction des inégalités	
<b>Total volume horaire tronc commun</b>		<b>200</b>

Figure 1 : Recommandations de volumes horaires du rapport 2022 ([5]) « Former les ingénieurs à la transition » du Shift Project. Page 30 du guide méthodologique.

### 3.1 Organisation générale des quatre UE de 50h

Le chapeau des quatre unités d'enseignement (UEs) de 50h pourrait être formulé de la manière suivante : “Former des ingénieurs conscients, critiques et acteurs de leur environnement professionnel sur les enjeux de Transition Écologique et Sociale (TES)”.

La **chronologie** suivante pour ces quatre UEs est proposée :

- Deux UEs (une par semestre) en première année (1A), qui poseront les bases.
- Une UE en début de deuxième année (2A)
- Une UE en début de troisième année (3A)

L'**évaluation** doit se faire de manière globale par UE, si possible à travers une restitution de la part des étudiants. Cela pourrait avoir différentes formes :

- Restitution d'un projet réalisé intégrant les notions abordées dans l'UE devant les autres étudiants suivi d'un débat. Afin de traiter le grand nombre de projets, tirage au sort, le jour J, des étudiants qui présentent, mais tous participent au débat.
- Utilisation d'un e-portfolio que les étudiants remplissent soit à partir de leur projet ou du ressenti qu'ils ont des modules abordés.
- Présentation de posters par les étudiants devant les autres étudiants.

Les **formes pédagogiques** à déployer doivent tenir compte des retours des étudiants. Le groupe de travail a estimé que les cours magistraux n'étaient pas un format adapté aux enseignements

TES. Le recours aux classes renversées, décrites dans la Recommandation 9 du paragraphe précédent, demandent beaucoup de travail en amont aux étudiants et des actions de motivation doivent être mise en place pour qu'un travail soit réalisé avant les séances. Les enseignements qui ont les meilleurs retours des étudiants sont ceux qui sont interactifs, avec des échanges et des débats.

### 3.2 Contenus des quatre UEs

Le contenu des quatre unités d'enseignement (UEs) est esquissé ci-après. Certains éléments peuvent aussi apparaître dans les UEs de « Sciences Humaines et Sociale » (SHS) et une coordination entre les enseignants impliqués dans ces modules sera donc nécessaire.

De manière générale les UEs doivent couvrir les trois aspects suivants des enjeux TEDS :

- constat de la situation socio-environnementale (biodiversité, climat, ressources naturelles, limites planétaires, inégalités sociales, etc.) ;
- analyse des causes (historiques, économiques, politiques, sociologiques, etc.) ;
- scénarios futurs et projection en tant qu'acteur de la transition (scénarios énergétique et socio-économiques, freins/leviers à l'action, politiques publiques, greenwashing, droit environnemental, nouvelles organisations économiques, solutions concrètes).

#### 3.2.1 Contenu des deux UEs de 1A

Le découpage des deux UE de première année (1A) n'a pas été fait mais voici les éléments qui devraient s'y retrouver :

- Rôle de l'ingénieur dans la société et lien entre société et technologie (champ académique des Sciences, Techniques et Société).
- Philosophie de l'environnement (histoire du concept de nature, différentes éthiques environnementales, histoire de l'écologie et de la protection de l'environnement, etc.)
- Enjeux de l'expérience à l'international (+ (intérêt) et – (impact)).
- Limites planétaires : énergie, ressources, nourriture, biodiversité. Ces thèmes doivent être associés à la géopolitique et en quoi cela forge les sociétés (par exemple, si la terre est stérile, on peut peut-être avoir une solution technologique miracle mais à quel coût environnemental). Cela permet d'introduire la critique de la problématique posée à l'ingénieur.
- Enjeux sur les organisations des sociétés : inégalités sociales, organisation de l'économie, débats sur les limites à la croissance, écologie et démocratie, etc.
- Aspect historique : revenir aux origines des écoles d'ingénieur et les modèles économiques développés. Ce point doit être limité en nombre d'heures.
- Comment changer de route ? (Ce point sera plus développé dans l'UE de 2A).
- Éthique : éléments de contexte en introduction puis étude de cas sous forme de controverse.
- Quelques outils d'évaluation des solutions (afin de faire de l'évaluation par les étudiants). Ce point sera plus développé dans l'UE de 2A.
- Introduction à la systémique complexe avec un exercice appliqué.

Il est important d'avoir un **thème fil rouge** qui puisse servir d'illustration de la plupart des modules évoqués. Il faut que ce thème parle à l'ensemble des étudiants quels que soient les options qui pourraient les intéresser dans les années 2 et 3. L'**outil numérique** étant présent partout, il sera utilisé par les futurs diplômés quel que soit leur choix. Ainsi, il est proposé que cela soit le fil rouge. Sa déclinaison dans les divers modules n'a pas été explicitée.

### 3.2.2 Contenu de l'UE 3 de début de Semestre 7

La troisième UE est proposée pour le premier semestre de la deuxième année, c'est-à-dire au semestre 7. Les grandes lignes de son contenu sont les suivantes :

- Accompagnement au changement : théorie du changement de l'innovation et de la mise en action, gestion des projets socio-écologiques et environnementaux, théorie d'analyses sociologiques des organisations, modélisation prospective. Ces différents éléments sont des exemples et la liste n'est pas exhaustive.
- Outils d'évaluation des solutions (exemples : bilans carbone et énergétique, analyse cycle de vie, innovation et soutenabilité, droit de l'environnement).

Ce placement au début du semestre doit permettre aux étudiants d'appliquer ce qui sera vu dans les projets menés durant leur 2A.

### 3.2.3 Contenu de l'UE 4 de début de Semestre 9

La quatrième UE est proposée pour le premier semestre de la troisième année, c'est-à-dire au semestre 9. Les grandes lignes de son contenu sont les suivantes :

- Traitement de la complexité : analyse des systèmes complexes, conduite de projet en complexité, analyse multi-échelle.
- Economie de l'environnement, économie circulaire.
- Organisation des communs.

Ce placement au début du semestre doit permettre aux étudiants d'appliquer ce qui sera vu dans les projets menés durant leur 3A. Par rapport à la 2A, l'ajout du traitement de la complexité qui nécessite un peu de maturité, va permettre aux étudiants d'aller plus loin dans les projets menés.

## 4. Prise en compte des enjeux TEDS dans les autres UEs

La prise en compte de enjeux de la Transition Écologique et du Développement Soutenable (TEDS) ne doit pas se limiter aux quatre unités d'enseignement UE spécifiques du tronc commun, esquissées dans le paragraphe 3. Il convient pour cela d'identifier une méthodologie pour accompagner tous les enseignants dans la prise en compte de ces enjeux. Le présent paragraphe leur propose de mener une réflexivité globale autour des enseignements techniques pour intégrer et mieux les lier avec le contenu du tronc commun TEDS.

Cet accompagnement permettra de développer une acceptabilité des enseignants aux changements et alignements des maquettes pédagogiques, pour répondre aux enjeux futurs

TEDS et de valeurs communes : relation au vivant ([11]), résilience future, impacts de l'homme sur l'environnement et la société (biodiversité, vivant, ressources, justice sociale). La méthode proposée se base sur les recommandations de plusieurs sources documentaires ([1]-[6] et [11]-[13]) et s'articule en trois étapes.

## 4.1 Étape 1 : Formation de base des enseignants aux TES

### 4.1.1 Sonder les enseignants

Sonder afin d'évaluer les intérêts, attentes, autoévaluation sur leur capacité d'enseignement des enjeux TES sur leurs attentes / niveau de connaissances sur divers sujets TES. L'objectif de ce sondage peut être double :

- orienter vers des formations adaptées ;
- créer un réseau interne d'enseignants pour alimenter la dynamique. Cette action peut être mutualisée avec les recommandations des paragraphes 2 et 3.

Exemples de méthodologie :

- passage de test d'auto-évaluations (UVED, Sulitest, ou test sur mesure INP ... )
- sondages d'opinions créé par un collectif de direction TES (ou cabinet extérieur d'accompagnement à la transition) utilisant des outils interne limesurvey
- entretiens (cabinet extérieur d'accompagnement à la transition)

### 4.1.2 Former les enseignants

Thèmes recommandés par le Shift project ([4]-[5]) pour former les enseignants :

- introduction aux enjeux (énergie, biodiversité, climat, ressource) ;
- approche systémique (ODD, réglementations...) ;
- évolution des techniques (Histoire de la technique, ...) ;
- éthique et épistémologie (Histoire des sciences) ;
- approches pédagogiques (facilitation, controverses, approche systémique, interdisciplinarité, design thinking).

Exemples de contenus utilisables directement :

- modules S3C de l'UVED ([11]) ;
- ateliers TES de l'INP : Fresques du climat, numériques, Ateliers 2tonnes, etc., formations à l'intelligence collective ;
- ateliers pédagogiques de l'UFT (formation à la pédagogie du SIUP) ;
- ateliers pédagogiques de la DYP (formations ateliers) ;
- services de la bibliothèque (veille éditoriale, acquisition des ouvrages, organisation des tables thématiques, recherches bibliographiques, etc.) ;
- participation à des débats interactifs (exemple : le théâtre forum « Imaginaires interdits »).

## 4.2 Étape 2 : Analyse des maquettes existantes

Afin de créer de la cohérence et du lien entre les enseignements obligatoires en tronc commun et les enseignements spécifiques, il est recommandé d'établir un état des lieux de l'existant en collectif et avec l'adhésion des enseignants sur la transformation ([4]-[5]). Exemples de méthodologie :

- dresser un recensement complet des cours dédiés ou non aux TES (filière/cours obligatoire ou facultatif, nom de l'UE, volume horaire, etc.) en lien avec référentiel de compétences et métiers.
- utiliser le référentiel de compétence existant N7 et des fiches ECTS. Un travail de liens sur deux variables est nécessaire :
  - lien avec le contenu des cours du tronc commun (SGT2) ;
  - lien avec les compétences et liens avec les métiers (ou tâches métiers) d'avenir visés par l'école (à redéfinir en collectif).
- organiser des ateliers interactifs de toute l'équipe pédagogique autour des contenus existants ou en cours de développement dans le tronc commun et croiser avec les compétences (métiers) d'avenir.

## 4.3 Étape 3 : Accompagner la transformation des enseignements

Cette étape consiste à accompagner des équipes enseignantes, lors de temps déchargé d'enseignement, pour construire des enseignements mélangeant les aspects techniques et la prise en compte des enjeux socio-écologiques.

Le groupe de travail propose la création d'une grille d'aide à la construction de tels enseignements, en se basant sur des valeurs / critères / compétences d'avenir TES, construits à partir des différents rapports ([1]-[6]).

En parallèle, des grilles critériées peuvent être envisagée pour évaluer la prise en compte des enjeux TES dans des projets étudiants. Quelques exemples de critères sont indiqués ci-dessous.

Critère éthique :

- Responsabilité sociale : Est-ce que le projet respecte les droits fondamentaux des individus, y compris l'équité, la non-discrimination, et la dignité humaine ?
- Responsabilité environnementale : Est-ce le projet respecte la préservation de la biodiversité et prend en compte la durabilité environnementale (réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la déforestation, etc...) ?

Critère de ressource :

- Économie circulaire : Est-ce que le projet prend en compte le fait de réduire, réutiliser et recycler les ressources naturelles nécessaires à la réalisation du projet ?
- Énergie et ressources renouvelables : Est-ce que le projet utilise des sources d'énergie et de ressources renouvelables ?

Critère d'impact dans la Transition Environnementale et sociale (TES) :

- Est-ce que le projet a une réelle utilité dans le cadre de la TES ?

À titre d'exemple, ces critères peuvent être utilisés pour nourrir une grille d'évaluation de projets ou de rapport d'étudiants, comme montré sur la Figure 2.

Type de critère	Critère	0	1	2	3	4
Éthique	Responsabilité sociale					
	Responsabilité environnementale					
Ressources	Économie circulaire					
	Énergie et ressources renouvelables					
Impact	Impact					

Figure 2 : Exemple de grille critériée pour l'évaluation de la prise en compte des enjeux TES dans un projet.

L'examen approfondie de la « Théorie du donut » (Figure 3) de Kate Raworth ([14]) pourra être utilisé pour enrichir les différentes grilles à construire. Enfin, il convient de dédier quelques heures pour chaque UE au lien entre l'UE technique concerné et l'UE TES.

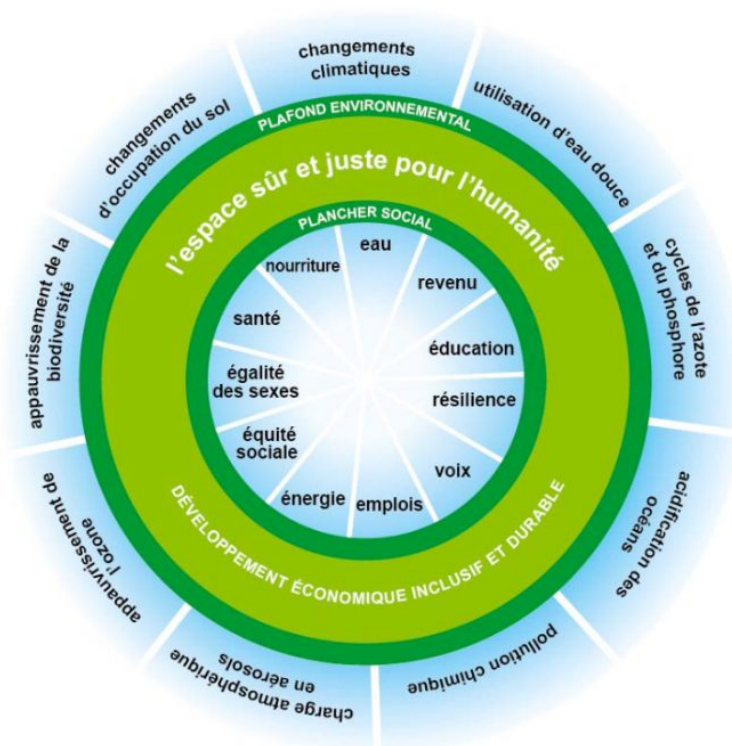


Figure 3 : Schéma de la « Théorie du Donut » ([14]) ou « comment allier les enjeux de justice sociale aux enjeux environnementaux, pour orienter l'économie en faveur d'un développement durable et juste ? ».



#### 4.4 Étape 4 : Créer un référentiel d'exemples d'outils

Cette étape consiste à proposer aux enseignants un référentiel d'exemples d'outils prêts à l'emploi, à utiliser pour faciliter l'enseignement des enjeux environnementaux.

Plusieurs formats de séances d'enseignement sont proposés dans ce référentiel, comme les suivants :

- formats pédagogie actives (Ateliers participatifs, types fresques, jigsaw classroom) ;
- théâtre forum ;
- débat ;
- controverses ;
- story telling ;
- Design Fiction et design thinking et Créativité ;
- approches systémiques.
- jeux sérieux et ludopédagogie
- capsules vidéos (voir par exemple [12]).

Une série d'activités étudiantes sont à décrire, comme les suivantes :

- approche par projet ;
- tables rondes ;
- rédaction de rapports.

Enfin plusieurs outils pratiques complèteraient le référentiel, comme :

- grille critériée pour évaluer les projet étudiants ;
- cartes mentales (approche systémiques) ;
- création de jeux ;
- création de questions.

## 5. Conclusion

Les paragraphes rédigés dans ce document constituent le rapport du Groupe de Travail « Ingénierie Pédagogique pour une formation à la Transition Écologique et Sociale » (GT IPN7- TES) de Toulouse INP- ENSEEIHT, qui s'est réuni entre le 7 septembre et le 8 novembre 2023. Ce rapport répond à la commande du Conseil d'École de l'ENSEEIHT, qui a souhaité l'étude d'un projet de création d'une École Centrale à Toulouse, tout en étant pertinent pour toute formation d'ingénieur souhaitant intégrer les enjeux de Transition Écologique et Sociale (TES) dans son cursus.

À partir de l'analyse de plusieurs rapports majeurs publiés depuis 2022 ([1]-[6]) le groupe de travail propose neuf recommandations pour une mise en œuvre sincère et pertinente d'une formation d'ingénieur intégrant les enjeux de Transition Écologique et de Développement Durable (TEDS). Conformément aux recommandations de ces rapports, la création de quatre



unités d'enseignement (UE) de 50h, répartie sur les trois années d'une formation d'ingénieur a été esquissée. De plus, une méthodologie visant à intégrer les enjeux TEDS dans les UEs des options techniques a été proposées.

Quelle que soit l'issue du projet de création d'un École Centrale à Toulouse, ce rapport pourra nourrir le Plan de transition écologique et sociale de Toulouse INP ([7]), en cours de rédaction dans le cadre des travaux de la vice-présidence « Écologisation ». Plusieurs retours d'expérience pourront compléter ce rapport, à commencer par la mise œuvre, pour l'année 2023-2024, des trois UEs « Enjeux socio-écologiques et transitions » de 25h à La Prépa « Toulouse Transition » ([8]) pour trois semestres consécutifs. Il convient également de recueillir les retours d'expérience des écoles d'ingénieurs qui affichent la mise en place opérationnelle de leurs formations aux enjeux socio-écologiques, comme les écoles du Groupe INSA ([9]) ou l'ISAE-Supaéro ([10]).

## Bibliographie

[1] Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR), Schéma Directeur "Développement Durable – Responsabilité Sociétale et Environnementale" (SD DD&RSE), juin 2023.

<https://is.gd/R9QFJJ> (<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/schema-directeur-developpement-durable-responsabilite-societale-et-environnementale-sd-ddrse-91289>)

[2] Jean Jouzel et Luc Abbadie, Enseigner la transition écologique dans le supérieur, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2020

<https://is.gd/PCfuj9> (<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/enseigner-la-transition-ecologique-dans-le-superieur-51505>)

[3] Jean Jouzel, Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2022

<https://is.gd/k3iRw9> (<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/sensibiliser-et-former-aux-enjeux-de-la-transition-ecologique-dans-l-enseignement-superieur-83888>)

[4] Le Shift Project, Mobiliser l'enseignement supérieur pour le climat, 2019

<https://theshiftproject.org/?p=14767> (<https://theshiftproject.org/mobiliser-lenseignement-superieur-pour-le-climat/>)

[5] Le Shift Project, Former les ingénieurs à la transition, 2022

<https://theshiftproject.org/?p=15912> (<https://theshiftproject.org/former-les-ingenieurs-a-la-transition/>)

[6] Pour un réveil écologique, 10 mesures pour transformer l'enseignement supérieur

<https://is.gd/bbkb7g> (<https://pour-un-reveil-ecologique.org/fr/plaidoyer-transformer-son-etablissement/>)

[7] Vice-Présidence « Transition Écologique et Sociale » de Toulouse INP, Plan de transition écologique et sociale de Toulouse INP, draft de septembre 2023.

<https://is.gd/MvnLCf>

(<https://docs.google.com/document/d/1pBy3ts1QB2jWrTJgIelwxlfMAk7cPY73nyEQdEXnsx0/edit#heading=h.c6x6a5jiuiv>)

[8] La Prépa Toulouse INP, UEs « enjeux socio-écologiques et transitions », draft de septembre 2023.

<https://is.gd/p8F2ve>

(<https://docs.google.com/document/d/1RCJF9IVgjSbmN390PQ6U7oyGxNxjtEQ1EIC0zJpiew4/edit#heading=h.5al2npq56p22>)

[9] Groupe INSA, projet INSA Climat, consulté septembre 2023

<https://is.gd/6QH0EZ> (<https://www.groupe-insa.fr/nos-actualites/shift-project-groupe-insa-lancent-climatsup-insa>)

[10] ISAE Supaéro, Relever le défi de la transition aéronautique et spatiale, consulté septembre 2023

<https://is.gd/tkVpx2> (<https://www.isae-superaero.fr/fr/horizons-186/relever-le-defi-de-la-transition-aeronautique-et-spatiale-190/relever-le-defi-de-la-transition-aeronautique-et-spatiale/>)

[11] Fondation Université Virtuelle Environnement et Développement Durable (UVED). L'Université Numérique. <https://www.uved.fr/>

[12] Dossier pédagogique, 68 vidéos pour mieux comprendre et enseigner les enjeux environnementaux, UVED.

<https://is.gd/hx7EBP>

([https://www.uved.fr/fileadmin/user\\_upload/Documents/pdf/Dossier\\_Pedagogique\\_UVED\\_Problematiques\\_environnementales.pdf](https://www.uved.fr/fileadmin/user_upload/Documents/pdf/Dossier_Pedagogique_UVED_Problematiques_environnementales.pdf))

[13] Objectifs de développement durable (ODD). Nations Unies.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>

[14] Kate Raworth, La théorie du donut : une nouvelle économie est possible. Oxfam France, 7 décembre 2020.

<https://www.oxfamfrance.org/actualite/la-theorie-du-donut-une-nouvelle-economie-est-possible/>

## Annexe : Synthèse des principales sources bibliographiques

De nombreux rapports, à commencer par ceux que le MESR a commandés et publiés, décrivent les préconisations pour une prise en compte des enjeux socio-écologiques par les établissements d'enseignement supérieur. Les principales sources bibliographiques sur lesquels s'est appuyé le GT IPN7-TES sont résumées ci-après.

### 5.1 Le Schéma Directeur DD&RSE du Ministère

Le MESR a publié, en juin 2023, un document de 12 pages ([1]) constituant son Schéma Directeur (SD) "Développement Durable – Responsabilité Sociétale et Environnementale" (DD&RSE). Ce SD met en avant le caractère global et transversal d'une stratégie DD&RSE qui doit s'opérer au plus niveau de la gouvernance d'un établissement d'enseignement supérieur, en embrassant la totalité des activités et en mobilisant tous ses acteurs. Il est précisé que le SD DD&RSE de l'établissement doit contenir des thématiques obligatoires telles que la décarbonation, la sobriété énergétique et la gestion durable de la biodiversité, en s'inscrivant dans le cadre de la circulaire « Service Public Écoresponsable » du gouvernement. Cinq axes sont à prendre en compte :

- Stratégie et gouvernance, avec les ressources humaines et financières nécessaires.
- Enseignement et formation, développement de compétences pour tous les personnels.
- Recherche et innovation, avec un dispositif de réflexion éthique et déontologique.
- Réduction de l'impact environnemental, décarbonation et préservation du vivant.
- Politique sociale et qualité de vie au travail, avec une politique d'égalité des chances.

### 5.2 Les deux rapports Jouzel

Le MESR a publié en 2020 ([2]) puis en 2022 ([3]), deux rapports issus de groupes de travail présidés par Jean JOUZEL. Le rapport de 2022 complète celui de 2020 dans la préconisation d'une intégration de la transition écologique à tous les niveaux : gouvernance, enseignement, vie étudiante, recherche, innovation, entrepreneuriat et autres projets. Parmi les nombreuses recommandations de ces rapports, on peut noter les actions suivantes :

- Mobiliser l'ensemble des personnels administratifs, techniques et enseignants.
- Valoriser l'intégration des enjeux de la transition écologique à tous les niveaux.
- Renforcer le soutien administratif, pédagogique et technique de proximité.
- Recruter des ingénieurs pédagogiques spécialisés.
- Allouer des moyens financiers et de temps supplémentaires.
- S'appuyer sur des associations d'étudiants.
- Associer les apprenants dans l'élaboration de nouvelles maquettes.
- Systématiser la référence à la transition écologique dans les contrats avec les opérateurs.
- Innover de manière compatible avec les dynamiques planétaires et les exigences d'équité.
- Favoriser la présence d'acteurs de la transition écologique dans les forums métiers.

### 5.3 Les rapports du Shift Project

L'association « The Shift Project » a publié, en 2019, le rapport « Mobiliser l'enseignement supérieur pour le climat » ([4]) mettant en avant la nécessité former les étudiants aux problématiques aux enjeux climat-énergie. Le rapport « Former les ingénieurs à la transition » de 2022 ([5]) élargit le champ de formation aux enjeux sociaux-écologiques (SE) à travers quatre documents très complets développés en collaboration avec le Groupe INSA : une synthèse, un guide méthodologique, un manifeste à destination des équipes enseignantes et un recueil de retours d'expériences (Figure 4).

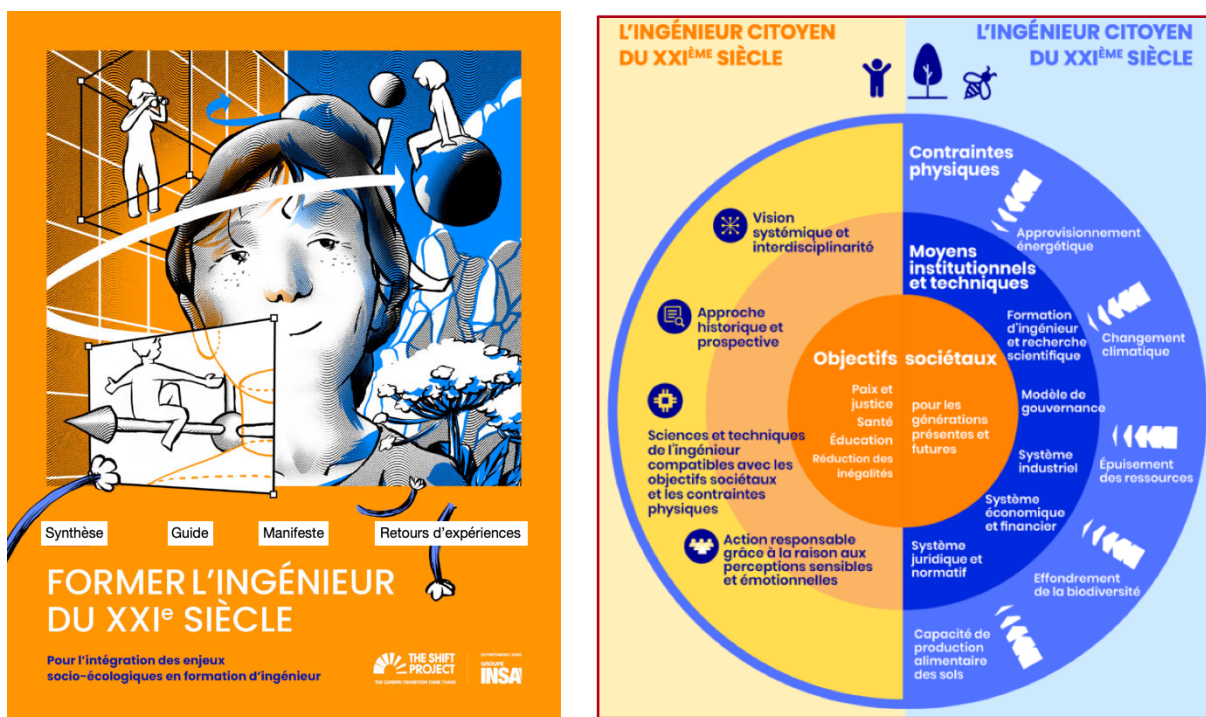


Figure 4 : Les quatre tomes du rapport 2022 ([5]) « Former les ingénieurs à la transition » du Shift Project et son schéma de synthèse du référentiel de connaissance et de compétences de l'ingénieur.

Le rapport insiste sur la nécessité d'une stratégie d'établissement qui intègre, dans ses analyses et décisions, les changements climatiques à l'œuvre, l'effondrement de la biodiversité, la raréfaction des ressources disponibles, notamment énergétiques, ainsi que les conséquences sociales de ces bouleversements. Le guide méthodologique développe une série de recommandations pour la prise en compte de ces enjeux socio-écologiques (SE) dont voici quelques extraits significatifs regroupés par thèmes.

#### 5.3.1 Une formation de l'ingénieur privilégiant les enjeux socio-écologiques (SE)

- Intégrer les enjeux SE dans tout le cursus sans hésiter à remplacer certains enseignements.
- Former rigoureusement l'ingénieur à mesurer les impacts physiques et sociaux de son activité, tout au long des cycles de vie.
- Enjoindre les ingénieurs à revoir leur manière de concevoir et produire.

### 5.3.2 Une stratégie inclusive de l'établissement

- Associer et mobiliser tous ses personnels pour une vision fondée sur des préférences collectivement définies.
- Organiser la définition collective des objectifs et de la stratégie.
- Organiser le pilotage et la mise en œuvre opérationnelle avec toutes les parties prenantes.

### 5.3.3 Une mobilisation de moyens conséquents

- Consacrer 3% du budget de fonctionnement à la transformation pendant 3 ans au moins.
- Se faire accompagner par des acteurs extérieurs (associations, experts, institutions, etc.).
- Recruter des salariés dédiés à la transformation des formations.

### 5.3.4 Un accompagnement des enseignants

- Faciliter et valoriser les engagements des enseignants.
- Libérer des heures de cours dans les formations.
- Accompagner les enseignants dans le changement et promouvoir les approches pédagogiques innovantes et actives.

### 5.3.5 Mobilisation des étudiants

- Faciliter et valoriser les engagements des étudiants.
- Encourager les étudiants à s'impliquer dans les actions d'associations qui traitent des enjeux SE et à créer ou rejoindre des collectifs dédiés à ces enjeux.
- Encourager les étudiants à agir dans les cours pour mettre les enjeux SE en lumière et hors des cours pour organiser des activités de sensibilisation.

### 5.3.6 Une sélection de partenariats en cohérence avec les enjeux SE

- Définir une nouvelle stratégie de partenariat selon des critères SE et organiser des rencontres avec des acteurs qui traitent spécifiquement des enjeux SE.
- Proposer aux étudiants des stages et projets sélectionnés selon des critères SE.
- Accompagner les étudiants dans leur recherche d'emploi en lien avec les enjeux SE.

## 5.4 Les dix mesures du mouvement « Pour un réveil écologique »

Le collectif « Pour un réveil écologique », né en 2018 à la suite d'un manifeste signé par plus de 30 000 étudiants issus de 400 établissements, a synthétisé les principaux rapports publiés en 10 mesures pour transformer l'enseignement supérieur ([6]). On y retrouve tout d'abord la plupart des recommandations des rapports cités ci-dessus, comme :

- Mettre à jour l'ensemble de la maquette pédagogique de l'établissement pour l'adapter au contexte de l'anthropocène et aux besoins sociétaux induits.
- Dédier 200 h de cours obligatoires aux enjeux socio-écologiques (SE) pour l'obtention de tout diplôme niveau Master.
- Dédier des moyens humains et financiers pour enclencher une transformation profonde de l'établissement et libérer du temps aux enseignants chercheurs.
- Former l'ensemble des personnels dirigeants, enseignants, de soutien et administratifs aux enjeux SE.

- Associer les étudiants aux personnels enseignants et administratifs pour coconstruire des documents structurant pour l'évolution de l'établissement.
- Créer une dynamique collective de transition impliquant l'ensemble des parties prenantes de l'établissement.
- Limiter les partenariats aux organismes réellement engagés dans la transition socio-écologique.

La mise en œuvre de ces dix mesures précise un certain nombre de dispositions concrètes et opérationnelles qui méritent d'être prises en compte et dont voici quelques exemples :

- Dédier un poste de direction à la « transition socio-écologique » de l'établissement et recruter une personne à temps plein pour 500 étudiants pour l'accompagner.
- Publier une feuille de route chiffrée explicitant l'intégration des enjeux SE dans la stratégie globale de l'établissement à court, moyen et long terme.
- Questionner les besoins sociétaux auxquels répond chaque cursus, repenser les compétences transmises aux étudiants et décliner les enjeux SE en fonction de leurs spécificités.
- Lutter contre la privatisation des établissements d'enseignement supérieurs et l'augmentation des frais de scolarité.
- Limiter les financements externes aux fondations reconnues d'utilité publique (FRUP) et aux associations.
- Se doter d'une charte éthique pour refuser le financement d'organisations condamnées pour crimes graves ou n'ayant pas de stratégies bas-carbone et socio-écologique ambitieuse.
- Publier tous les ans un bilan des ressources (organismes et mécanismes de financement) et de leur usage (avec un suivi des dépenses utiles à la transition écologique).
- Supprimer les obligations d'échanges internationaux tout en encourageant l'acquisition de compétences interculturelles et en facilitant les expériences internationales bas-carbone.
- Mettre en place des dispositifs pour que tous les étudiants, quelles que soient leur situation financière et origine sociale, puissent opter pour des mobilités bas carbone (train, bus).