UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR
SOUAD TAB

# REPRÉSENTATIONS SOCIALES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE CHEZ DES ÉTUDIANTES ET DES ÉTUDIANTS EN GÉNIE AU PREMIER CYCLE AU QUÉBEC

SEPTEMBRE 2022

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

**REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier chaleureusement la professeure Audrey Groleau, ma directrice de recherche, d'avoir accepté de me prendre sous son aile pendant ma formation. Elle a accompagné ma transition du génie vers les sciences de l'éducation et a guidé mes premiers pas dans le monde de la recherche en didactique des sciences et technologie. Audrey a mis à ma disposition les meilleures conditions pour la réalisation de ce mémoire. Je la remercie également pour sa disponibilité exceptionnelle, le suivi régulier de mes travaux, ses relectures avisées et le lien sensible de mentorat qu'elle a su créer. Elle m'a également aidée financièrement par l'offre de bourses et de clauses de réserve. Elle a cru en moi et m'a beaucoup encouragée et soutenue moralement également.

J'adresse mes sincères remerciements au professeur Ousmane Sy, dont j'ai apprécié les conseils avisés et pragmatiques de didacticien des sciences et technologie lors de l'avant-projet. Je le remercie d'en faire autant pour le mémoire.

Pour avoir accepté de faire partie du jury d'évaluation du mémoire, je tiens à exprimer toute ma gratitude au professeur Marc-André Gaudreau de me faire profiter de son avis en tant qu'enseignant en génie.

Je remercie tous les étudiants et les étudiantes au baccalauréat en génie qui ont participé à mon étude et qui ont, grâce à leur temps offert et aux témoignages qu'ils ont partagés, permis l'aboutissement de ce travail.

Je remercie les collègues Jonathan Drouin et Gabriel Lecompte, qui ont apporté leur soutien technique pour l'utilisation de la BIQ et du logiciel NVivo, et je félicite Audrey d'avoir su instaurer l'esprit de collaboration entre pairs dans son équipe.

Je remercie mon fils Mohammed Benabbassi pour le coup de main organisationnel du mémoire et pour sa bonne compagnie ainsi que pour les fines attentions à mon égard.

J'adresse mes remerciements aux membres du CREAS pour l'accueil dans leurs locaux à l'Université de Sherbrooke lors de la phase finale de rédaction de mémoire.

J'exprime ma gratitude à tous mes professeurs de l'UQTR pour leurs qualités professionnelles et personnelles et pour leur encadrement dans cette belle expérience de la maitrise.

Une pensée spéciale à Carole Dontigny pour sa disponibilité, sa patience et son soutien administratif efficace.

Merci à la fondation de l'UQTR et au décanat des études pour le soutien financier.

Je remercie plus personnellement mes parents, mon frère et mes sœurs pour leur amour inconditionnel, leurs encouragements et leurs nombreuses invocations.

Que mes amis de Trois-Rivières et de Sherbrooke trouvent ma reconnaissance d'être toujours présents et proches pour compenser le manque et l'éloignement spatial de la famille.

J'aimerais témoigner ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail et que j'aurais omis de citer personnellement.

# Table des matières

**LISTE DES FIGURES** ..... **VI**

**LISTE DES TABLEAUX** ..... **VII**

**LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES** ..... **VIII**

**RÉSUMÉ** ..... **IX**

**INTRODUCTION** ..... **1**

**1 PROBLÉMATIQUE** ..... **7**

1.1 HISTORIQUE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ..... 7
1.2 ÉMERGENCE DE L'ÉDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE ..... 8
1.3 INTÉGRATION DE L'EDD AU SUPÉRIEUR ..... 9
1.4 INTÉGRATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LA FORMATION EN GÉNIE ..... 10
1.5 ÉTUDES AYANT ABORDÉ LA PERCEPTION DU DD CHEZ DIFFÉRENTS APPRENANTS ..... 14
1.6 CONCLUSION DE LA PROBLÉMATIQUE ..... 18

**2 CADRE CONCEPTUEL** ..... **20**

2.1 DÉFINITIONS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ..... 20
2.2 DÉFINITION DE L'ÉDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE ..... 22
2.3 DÉFINITION DU DD ET DE L'EDD EN GÉNIE ..... 24
***2.3.1 L'ingénierie durable*** ..... *24*
***2.3.2 La Gérance environnementale*** ..... *25*
2.4 DÉFINITION DES REPRÉSENTATIONS SOCIALES ..... 27
2.5 REPRÉSENTATIONS SOCIALES DANS CETTE RECHERCHE ..... 29

**3 MÉTHODOLOGIE** ..... **30**

3.1 PARTICIPANTS ..... 30
3.2 INSTRUMENTS DE COLLECTE DE DONNÉES ..... 32
***3.2.1 Le questionnaire*** ..... *33*
***3.2.2 L'entrevue de groupe*** ..... *35*
3.3 MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES DONNÉES COLLECTÉES ..... 38
***3.3.1 Analyse des questions spontanées*** ..... *39*
***3.3.2 Analyse statistique du questionnaire*** ..... *41*
***3.3.3 Analyse des données de l'entretien de groupe*** ..... *43*

**4 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS** ..... **51**

4.1 ANALYSE DES QUESTIONS SPONTANÉES ..... 51
***4.1.1 Catégorisation*** ..... *51*
***4.1.2 Hiérarchisation*** ..... *54*
***4.1.3 Structuration*** ..... *55*
***4.1.4 Interprétation des évocations spontanées*** ..... *56*
4.2 ANALYSE STATISTIQUE DU QUESTIONNAIRE ..... 58
***4.2.1 Compréhension du DD*** ..... *58*
***4.2.2 Sensibilisation au DD*** ..... *60*
***4.2.3 Présence du DD dans la formation en génie*** ..... *61*
***4.2.4 Perception du rôle d'ingénieur et d'ingénieure*** ..... *62*

*4.2.5 Critères de choix de carrière* ... *63*
4.3 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DU FOCUS GROUP ... 64
*4.3.1 Représentations sociales du DD en général* ... *64*
*4.3.2 Représentations sociales du DD en génie* ... *76*
*4.3.3 Représentations de l'EDD* ... *86*
*4.3.4 Enseignantes et enseignants* ... *103*
*4.3.5 Propositions* ... *105*

**5 DISCUSSION ... 109**

5.1 REPRÉSENTATIONS SOCIALES DU DD ... 109
*5.1.1 Consensus sur une représentation centrée sur l'environnement* ... *109*
*5.1.2 Sous-représentation du volet social* ... *115*
*5.1.3 Représentation du volet économique* ... *116*
*5.1.4 Représentations individuelles* ... *117*
*5.1.5 Attitudes* ... *118*
*5.1.6 Représentation socioprofessionnelle* ... *121*
5.2 RS DU DD EN GENIE ... 123
*5.2.1 Représentation du génie centrée sur l'économie* ... *123*
*5.2.2 Désaccords du DD en génie* ... *124*
*5.2.3 Greenwashing* ... *125*
*5.2.4 Sous-représentation du volet social du génie* ... *127*
*5.2.5 Représentation du rôle de l'ingénieur* ... *128*
*5.2.6 Incompatibilité avec le capitalisme* ... *128*
*5.2.7 Représentation professionnelle projetée dans le futur* ... *129*
5.3 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES RS DE L'EDD ... 131
*5.3.1 Intérêt pour l'EDD et sensibilisation au DD* ... *132*
*5.3.2 Présence du DD dans le programme* ... *134*
*5.3.3 Contenu des cours dédiés au DD* ... *136*
*5.3.4 Orientation* ... *139*
*5.3.5 Compétences* ... *141*
*5.3.6 Enseignants et enseignantes* ... *142*
*5.3.7 Changement vers le DD* ... *144*
*5.3.8 Les obstacles et les défis de l'EDD* ... *146*
*5.3.9 Approches favorables à l'EDD* ... *148*
5.4 DISCUSSION DE LA MÉTHODOLOGIE ... 150
*5.4.1 Limites et difficultés* ... *150*
*5.4.2 Réponses à la question de recherche* ... *152*
*5.4.3 Apports de la recherche* ... *153*

**CONCLUSION ... 154**

**RÉFÉRENCES ... 157**

**ANNEXE 1 RAPPORT DE RECENSION DE COURS DD ... 169**

**ANNEXE 2 QUESTIONNAIRE EN LIGNE ... 187**

**ANNEXE 3 GUIDE D'ENTRETIEN ... 193**

**ANNEXE 4 CARTE CONCEPTUELLE D'ANALYSE THÉMATIQUE ... 194**

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Modèle tridimensionnel du DD ..... 21
Figure 2. Repérage du noyau central de la RS du DD ..... 55
Figure 3. Représentation tridimensionnelle du DD chez les répondants ..... 59
Figure 4. Sensibilisation au DD ..... 60
Figure 5. Formation en DD ..... 62
Figure 6. Projection dans le futur du DD dans la profession ..... 63
Figure 7. Choix d'entreprise ..... 64

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Catégorisation des évocations ..... 52
Tableau 2. Structuration du noyau central et des zones périphériques ..... 56

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

| | |
|---|---|
| ACV | Analyse de cycle de vie |
| BCAPG | Bureau canadien d'agrément des programmes de génie |
| BIQ | Banque interactive de questions |
| DD | Développement durable |
| EDD | Éducation au développement durable |
| EEDD | Éducation à l'environnement et au développement durable |
| ERE | Éducation relative à l'environnement |
| GE | Gérance environnementale |
| ID | Ingénierie durable |
| IC | Ingénieurs Canada |
| MEES | Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur |
| ODD | Objectif(s) du développement durable |
| ONU | Organisation des Nations unies |
| PFEQ | Programme de formation de l'école québécoise |
| QSV | Questions socialement vives |
| RS | Représentations sociales |
| UNESCO | Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture |

# RÉSUMÉ

Ce mémoire, qui se situe au confluent de la didactique des sciences et de la technologie et de l'éducation à l'environnement et au développement durable, se penche sur la manière dont des étudiantes et des étudiants en génie au premier cycle au Québec perçoivent le développement durable (DD) et son intégration dans leur formation. En effet, les actions mondiales pour pallier les problèmes socio-économiques et environnementaux passent par l'éducation. Les programmes éducatifs québécois tentent de relever le défi d'intégrer les principes, les valeurs et les pratiques du DD pour tous les niveaux de l'enseignement et de l'apprentissage, et notamment en génie.

Dans ce contexte, cette étude vise à documenter les représentations sociales (RS) du DD et de l'éducation au DD (EDD) chez des étudiantes et des étudiants en génie en vue de dégager des propositions d'intervention.

Cette recherche exploratoire interprétative critique a interrogé 38 étudiantes et étudiants par le biais d'un questionnaire en ligne et a fait participer 6 d'entre eux à un entretien de groupe semi-directif virtuel. Nous avons procédé à une analyse structurale des évocations spontanées, à une analyse statistique des autres parties du questionnaire et à une analyse thématique réflexive de l'entretien de groupe. Les résultats obtenus ont révélé la présence d'une RS à dominance environnementale du DD chez les futurs ingénieures et ingénieurs et ont confirmé leur positionnement favorable et critique vis-à-vis de l'EDD.

# INTRODUCTION

En tant qu'étudiante à la maitrise en sciences de l'éducation (profil didactique des sciences et technologie), je[1] mène une recherche exploratoire sur la formation des ingénieurs. Ma formation antérieure en génie électrique a motivé mon intérêt à aborder une thématique en génie. Mon expérience en tant que chargée de cours en génie électrique m'a également poussée à cibler les apprenants du premier cycle du baccalauréat en génie. Pour le choix du thème de recherche, j'ai commencé à me remémorer les difficultés d'apprentissage que j'ai moi-même rencontrées en tant qu'étudiante en génie électrique et, plus tard, les obstacles d'enseignement croisés en tant que chargée de cours en génie électrique. Je m'intéressais également à l'inclusion des femmes en sciences et génie. La vulgarisation scientifique et technique m'interpelait aussi. Après beaucoup de réflexion, je suis arrivée au constat personnel et intuitif que les ingénieures et les ingénieurs sont de plus en plus spécialisés et que le sujet prioritaire à traiter était le manque de formation en sciences humaines en général dans les cursus en génie.

Les ingénieures et les ingénieurs sont appelés à jouer plusieurs rôles dans la société. Ce sont des professionnels qui ont des fonctions scientifiques et techniques. Ce sont

[1] [1] Tout au long du mémoire, le pronom « nous » a été utilisé. Cependant, dans l'introduction, pour expliquer les motivations de choix de l'objet de recherche, le pronom « je » a été employé.

aussi des agentes et des agents de planification et de gestion, de conception, d'innovation et de développement de solutions technologiques susceptibles de répondre aux demandes et aux besoins de la société (Syntec-Ingénierie, 2021). Selon Lemaître (2014), la formation en sciences humaines dans les écoles d'ingénierie peut être adaptée selon les finalités qui visent la préparation de l'ingénieur en tant qu'individu (développement personnel et professionnel), en tant qu'agent dans une entreprise (gestion) ou en tant qu'acteur dans la société (conscience sociale et environnementale).

La santé et la sécurité des humains et des écosystèmes en général constituent les besoins les plus urgents en lien avec les problèmes contemporains de réchauffement climatique, de pandémies, de pollution et d'inégalités sociales. Les ingénieures et ingénieurs ont alors des responsabilités et doivent s'impliquer et participer dans des projets positifs de la société. Pour y parvenir, ils ont besoin d'être formés ou du moins initiés à la sociologie, à l'économie, à la politique, à la communication, au droit, à l'histoire, etc. en parallèle avec leur formation technique. Le concours de toutes ces disciplines serait à mon avis assuré par une formation diversifiée et englobante qui ciblerait l'étude des impacts de la technologie sur la société et qui outillerait les futurs ingénieures et ingénieurs à faire face à de si grands défis.

J'ai ainsi jugé pertinent de m'intéresser au développement durable (DD) et à la place qu'il occupe dans la formation en génie. En effet, au niveau mondial, depuis les années

1990, l'éducation est considérée comme un moyen nécessaire à l'aboutissement du DD (Brundtland, 1987). Ceci a été concrétisé par le programme décennal pour l'éducation au développement (EDD) de l'UNESCO (2004), qui a appelé à l'intégration des principes, des valeurs et des pratiques du DD dans tous les aspects et pour tous les niveaux de l'enseignement et de l'apprentissage. En ce qui a trait à l'enseignement supérieur du génie, l'organisme Ingénieurs Canada (IC) a émis des recommandations au profit de l'EDD et délégué son instauration aux universités (Ingénieurs Canada, 2016).

L'intégration du DD en génie comporte plusieurs dimensions et peut être étudiée sous plusieurs angles. J'aurais pu cibler une étude curriculaire, surtout que les facultés de génie affichent des plans d'action relatifs au DD très disparates (Bisaillon et Webster, 2013). J'aurais également pu viser les pratiques enseignantes ou encore les représentations des apprenants sur le DD. Avant de choisir mon objet de recherche plus précis, j'ai tâté le terrain en discutant de manière amicale et non officielle avec quelques enseignants en génie sur l'intégration du DD dans la formation en génie, et j'ai été surprise d'entendre des propos selon lesquels les étudiants ne se soucieraient que de leur cheminement académique disciplinaire ; ils voudraient d'abord et avant tout être diplômés pour pouvoir travailler. On m'a aussi expliqué que les programmes sont si chargés que les étudiants n'ont pas le temps de se soucier du DD et que c'était peine perdue de vouloir compter sur la collaboration des futurs ingénieures et ingénieurs pour s'exprimer sur l'intégration du DD en génie, qui est un domaine très innovateur et compétitif. Après de tels témoignages, j'ai compris que la priorité était de sonder

directement les étudiantes et les étudiants en génie. J'étais convaincue qu'ils appartenaient à une génération consciente et sensible à l'écologie. Il m'était impossible d'ignorer ou d'oublier les flots d'étudiantes et d'étudiants qui venaient, à peine quelques jours auparavant, de défiler par milliers dans les rues de Trois-Rivières et dans d'autres villes du Québec pour manifester pour le climat. J'ai alors décidé de mener une recherche de manière à faire intervenir les participants concernés pour qu'ils puissent s'exprimer sur le DD et documenter leurs représentations sociales du développement durable et de son intégration dans leur formation.

Dans ce contexte, je propose une recherche qui décrit la manière dont des étudiantes et des étudiants en génie se représentent le DD et l'EDD à travers un mémoire organisé en cinq chapitres. Le premier chapitre présente la problématique du thème choisi, expose un bref historique du développement durable et met en avant-plan l'émergence de l'éducation au développement durable, notamment au supérieur et spécifiquement en génie. Cette problématique aborde également l'objectif et la pertinence scientifique et sociale d'étudier les représentations sociales du DD chez les étudiantes et les étudiants en génie. Cette partie se termine par la question de recherche suivante : « Quelles sont les représentations sociales des étudiants et des étudiantes universitaires au premier cycle en génie à l'égard du développement durable en termes de connaissances en DD, d'attentes de l'EDD et d'engagement au DD ? »

Le deuxième chapitre présente le cadre conceptuel qui définit les principaux concepts présents dans cette recherche tels que « développement durable », « éducation au développement durable » et « représentations sociales ».

Le troisième chapitre explique et justifie la méthodologie exploratoire mixte tout en précisant la population visée et les instruments de collecte de données utilisés, dont un questionnaire et un entretien de groupe.

Dans le quatrième chapitre, les données recueillies sont présentées et analysées par diverses méthodes complémentaires (analyse structurale du noyau central de la RS, analyse statistique du questionnaire et analyse thématique de l'entretien de groupe) pour les interpréter et fournir une bonne compréhension de la question de recherche et y apporter des réponses.

Le cinquième chapitre expose la discussion des résultats collectés et traités et les confronte avec les résultats d'autres études citées dans la problématique et le cadre conceptuel. C'est dans ce chapitre que je propose des éléments de réponse à la question de recherche. Dans ce chapitre, plusieurs observations seront présentées et constitueront un retour descriptif et critique sur la globalité de l'étude menée avec présentation de ses points faibles, de ses points forts et les recommandations qui ont été dégagées.

Une conclusion générale clôture le mémoire pour résumer le travail, expliciter la réponse aux questions de recherche et proposer des pistes de recherche future.

Des détails et des informations supplémentaires sur l'étude menée et que j'ai jugés importants sont placés en annexe pour enrichir le mémoire, tout en allégeant sa lecture et en en facilitant la consultation.

# 1 PROBLÉMATIQUE

Dans ce chapitre, nous commençons par faire un bref historique du développement durable (DD) et exposons l'émergence de l'éducation au développement durable (EDD) en général et aux cycles supérieurs. Par la suite, nous nous intéressons au contexte québécois et à l'intégration de l'EDD dans la formation en génie. En dernier, nous expliquons notre intérêt à documenter comment les futurs ingénieures et ingénieurs se représentent le DD et comment ils envisagent sa présence ou son intégration dans leur formation. La pertinence sociale et scientifique de la recherche est développée et une question de recherche est présentée en conclusion, avant d'aborder le chapitre suivant du cadre conceptuel.

## 1.1 HISTORIQUE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Depuis les années 1960, la communauté internationale a pris conscience de l'ampleur des dégâts écologiques et de la gravité des problèmes sociaux qui y sont liés. Chaque décennie, le programme de l'ONU balise ses actions en voie du DD, et ce programme s'étale désormais jusqu'en 2030 (ONU, 1992). Dans les années 1970, les efforts de protection de l'environnement ont commencé à se concrétiser avec la création de nombreuses institutions lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement (Brundtland, 1987). Ce n'est toutefois qu'en 1987 que la notion de DD eut été introduite par le rapport Brundtland publié par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Les bases du DD ont été d'abord présentées en

1989 avant d'être détaillées sous forme de défis mondiaux en 1992 (ONU, 1992). Dix ans après cela, les visées ont été élargies contre la pauvreté et en faveur du respect des droits humains et du commerce équitable. En 2012, il a été question d'économie verte, de garantie du bien-être et de prospérité de tous les êtres humains. Nous verrons dans la prochaine section que les actions de l'ONU, pour s'inscrire dans un DD, passent inévitablement par l'éducation (Brundtland, 1987).

## 1.2 ÉMERGENCE DE L'ÉDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le chapitre 36 de l'Agenda 21 (plan d'action pour le 21e siècle) se concentre sur la promotion de l'éducation, et notamment sur la sensibilisation du public et sur la formation au DD (ONU, 1992). L'UNESCO (2004), dans son plan d'action 2005-2014, programmait la décennie des Nations Unies sur l'éducation au service du DD, qui a visé l'intégration des principes, des valeurs et des pratiques du développement durable dans l'apprentissage informel comme formel, du primaire à l'université. Dans l'Agenda 2030, l'UNESCO (2015) a défini dix-sept objectifs en faveur du DD (ODD), et la cible 7 de l'objectif 4 (ODD4.7) concerne l'éducation. Elle spécifie que d'ici 2030, tous les élèves devraient avoir été formés au DD.

Par ailleurs, Sauvé (2007) fait observer que plusieurs sociétés intègrent les enjeux socio-écologiques dans leurs systèmes éducatifs pour sensibiliser les futures générations. Le Québec intègre graduellement l'EDD dans les systèmes scolaires à travers le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ), malgré le retard

observé par rapport à l'Europe et les nœuds de résistance rencontrés (Pipon, 2014). En effet, certains chercheurs et chercheuses en éducation considèrent que le DD est associé à plusieurs limites, souhaitent s'en distancier en insistant davantage sur l'écocitoyenneté critique (Lange, 2011). Pellaud (2018), quant à elle, est favorable au DD. Elle a étudié les fondements idéologiques de l'EDD, a analysé les pratiques et les obstacles qui y sont liés et a détaillé les controverses sociotechniques étudiées et les rapports aux savoirs scientifiques des élèves. Toutes ces études, bien qu'elles ciblent les niveaux primaire et secondaire, constituent une bonne base pour d'autres recherches relatives à l'intégration du DD au niveau supérieur.

## 1.3 INTÉGRATION DE L'EDD AU SUPÉRIEUR

Au supérieur, le défi consiste à intégrer le DD à l'ensemble des formations générales ou professionnelles offertes par les établissements d'enseignement supérieur, et pas seulement pour les spécialistes en environnement et en DD, comme l'ont précisé Bisaillon et Webster (2013). Ce défi a suivi une période d'intérêt pour l'introduction de l'éducation relative à l'environnement (ERE), d'une part, et une phase du Campus Vert. Cette dernière a principalement visé l'application de mesures écologiques dans les enceintes universitaires et collégiales (Arjen et Wals, 2010). Les démarches éducatives relatives à l'environnement sont encore présentes sur le terrain, mais ont généralement disparu du discours officiel au profit de démarches inclusives du DD (Sauvé, 2007).

Par ailleurs, le chapitre 31 de l'Agenda 21 est destiné à la communauté scientifique et technique pour contribuer ouvertement et efficacement aux décisions concernant le DD grâce à la connaissance et à la compréhension du rôle de la science et de la technologie dans les questions sociales (Brundtland, 1987). Les ingénieures et les ingénieurs font partie de cette communauté scientifique et technique et requièrent une formation de qualité qui vise la prise en charge des enjeux sociaux, économiques et environnementaux de leurs actions, ce qui se traduit par une nécessité d'intégration du DD dans les programmes de génie (Sonntag, Gitzhofer et Lejeune, 2015).

## 1.4 INTÉGRATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LA FORMATION EN GÉNIE

La formation de premier cycle en génie est chapeautée par Ingénieurs Canada (IC), qui délivre les permis d'exercice aux ingénieurs à travers le Bureau canadien d'agrément des programmes de génie (BCAPG). Ce dernier décrète et autorise les changements dans les programmes. En 2016, l'organisme a formulé douze qualités que devrait incarner une étudiante ou un étudiant à la fin de sa formation de premier cycle en génie. En plus des connaissances scientifiques et techniques de base et de spécialité, le finissant en génie est évalué sur des qualités personnelles et professionnelles (bonne communication, travail d'équipe, analyse des impacts du génie sur l'environnement et la société, considérations éthiques de la profession, maîtrise de l'économie et de la gestion, souci de formation continue) (Ingénieurs Canada,

2016). Ces qualités ont été instaurées en premier lieu pour assurer la reconnaissance des diplômes des ingénieures et des ingénieurs et pour faciliter leur mobilité internationale en ciblant l'uniformisation de l'évaluation de leurs aptitudes sur des critères qualitatifs et non sur des résultats quantitatifs (Dumas, 2020).

Une recension que nous avons effectuée des cours offerts en DD (Annexe 1), en éthique de l'ingénierie et en technologie verte au Québec montre que ces cours existent, mais qu'ils sont souvent optionnels et pas forcément choisis par les étudiants, ce qui engendre souvent leur annulation. Des propositions de rendre ces cours obligatoires ne trouvent pas d'appui, car les programmes de génie sont déjà chargés, explique Roure (2018). Cet auteur propose de ne pas ajouter de nouveaux cours de DD, mais d'inclure un modèle d'analyse de cycle de vie (ACV[2]) des objets techniques de manière transversale dans plusieurs cours de génie. Selon Roure (2018), cette dernière proposition n'aurait pas rencontré une bonne acceptabilité, car les enseignants de génie ne sont pas formés au DD et ne sont donc pas forcément à l'aise de l'enseigner.

Bader, Bouchard, Bacon et Anctil (2012) ont remis un rapport sur l'enseignement du DD en ingénierie à la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval. Le rapport a présenté un état de l'art de la formation en DD en ingénierie et a proposé des recommandations pour favoriser son intégration dans les programmes universitaires. La collecte d'information sur les pratiques d'intégration du DD dans l'enseignement a

[2] L'analyse de cycle de vie (ACV) évalue l'impact environnemental d'un produit donné en considérant toutes les étapes de son cycle de vie depuis l'extraction du ou des matériaux dont il est composé, sa conception, son processus de fabrication et sa fin de vie (Roure, 2018).

été faite par le biais d'une revue bibliographique qui a tenté d'identifier des organisations mondiales engagées dans la formation en DD pour les élèves ingénieurs. Des conférences en EDD en génie ont aussi été listées. Ce rapport a notamment recensé les expériences des enseignants et les outils et stratégies qu'ils utilisent pour développer les compétences en DD en génie. Des recommandations de prise en charge systémique, interdisciplinaire et éthique des projets en génie ont été émises. Ce rapport a principalement analysé les préoccupations des ingénieurs en exercice, des enseignants en génie et des décideurs de programmes à propos de l'intégration du DD en génie. Les préoccupations des étudiantes et des étudiants en génie n'ont pas été analysées profondément. Néanmoins, Lourdel (2005) a ciblé l'évaluation de la compréhension du DD avant et après une formation en DD par les élèves ingénieurs. En effet, l'auteure a précisé que les élèves ingénieurs ont été confrontés à des situations concrètes, complexes, polémiques et évolutives par le biais de jeux de rôles. Il a été demandé à ces élèves d'établir des cartes conceptuelles avant et après la formation. Les cartes conceptuelles ont évolué en complexité (le nombre de concepts pour représenter le DD s'est enrichi et les liens entre ces concepts se sont multipliés). La compréhension du DD chez les élèves est devenue plus systémique et des compétences d'esprit critique, de travail en groupe, de communication et d'organisation des informations ont été développées selon Lourdel (2005).

Les étudiants sont peut-être censés connaître les enjeux de DD, mais leurs parcours sont dissemblables, certains arrivant directement du collège, d'autres du milieu de travail ou de l'international. Lejeune (2015) avance que les étudiants ne sont pas

interpellés par les enjeux de DD et sont plus préoccupés par le cheminement des cours de spécialité et par les critères d'évaluation en vue de leur diplomation. Il préconise de préparer les étudiants en génie à leur profession en intégrant la sociologie de la technologie dans la formation en génie (Lejeune, 2015). Cette intégration doit passer par les trois phases de l'évolution de la technologie, soient la production sociale de la technologie, la diffusion sociale de la technologie et l'appropriation sociale de la technologie. En d'autres termes, l'apprenant en génie devrait apprendre la technologie en interdisciplinarité avec la sociologie (influence bidirectionnelle) en prenant en considération les différents acteurs de la technologie, en pensant à ses utilisateurs en visant leur autonomie et ensuite leur maitrise de cette technologie qui va à son tour changer leurs habitudes sociales (Lejeune, 2015). Garceau (2012) affirme au contraire que les étudiants ont une conscience environnementale et forment une génération impliquée et en quête de changements en faveur du DD. Par ailleurs, plusieurs associations d'étudiants en génie dans différentes universités s'engagent dans des projets respectueux de l'environnement, soucieux de l'acceptabilité publique et visant l'accès équitable aux services de l'ingénierie au niveau local et international. Les avis concernant les perceptions et préoccupations des étudiantes et des étudiants en génie à l'égard du DD divergent et le besoin de documenter ces perceptions se fait ressentir.

## 1.5 ÉTUDES AYANT ABORDÉ LA PERCEPTION DU DD CHEZ DIFFÉRENTS APPRENANTS

Une étude a documenté le rapport au DD de 8753 étudiants des collèges au Québec et l'implication environnementale des institutions collégiales. Elle a abouti sur des pistes intéressantes favorisant un plan d'action inter-collégial efficace (Environnement-Jeunesse, 2018). En effet, cette étude a montré que 48 % des collégiens accordent beaucoup d'importance au DD et s'intéressent surtout aux réflexes écologiques quotidiens. Alors que 42 % des étudiants ont changé certains de leurs comportements grâce aux pratiques de leur établissement, 30 % affirment avoir réalisé des travaux scolaires en lien avec le DD. De plus, 76 % utilisent les médias sociaux pour s'informer sur le DD.

Nous pouvons également observer d'autres études de perception du DD chez des étudiants universitaires, comme celle de Barthes, Jeziorski et Legardez (2014), qui a ciblé la documentation des représentations du DD chez trois groupes d'étudiants en Master Études européennes. Cette étude a montré l'émergence d'un consensus dans les représentations du DD chez des groupes d'étudiants français et allemands, celui d'une focalisation sur l'aspect environnemental et la dimension intergénérationnelle. Par ailleurs, une différence de représentation du DD est apparue chez le groupe d'étudiants polonais, qui a manifesté une représentation centrée sur l'aspect social et la dimension internationale. Les auteurs ont conclu que l'aspect socioculturel et politique influe sur la représentation que les personnes se font du DD et ont recommandé d'offrir une

formation au DD capable d'enrichir cette représentation vers une représentation plus complexe et systémique pour assurer une formation complète qui assurerait l'emploi et bâtirait l'identité citoyenne critique de ces étudiants.

Une autre analyse comparative double des représentations du DD chez de futurs enseignantes et enseignants québécois et français de sciences de la nature et de sciences humaines et sociales de Jeziorski (2014) a révélé que la majorité de ces étudiantes et étudiants focalisent sur la protection de l'environnement perçu comme source de ressources et que leurs actions pour le DD sont individuelles et se résument aux habitudes responsables. Cette même étude a également montré que le degré d'implantation de l'EDD dans les curricula varie en fonction des pays (la France a davantage suivi les indications internationales que le Québec) et des profils disciplinaires (les sciences humaines et sociales ont intégré le DD plus explicitement dans les programmes que les sciences de la nature). L'étude a principalement noté la présence d'une RS du DD emboitée dans celle de l'environnement et ayant des spécificités disciplinaires et socioculturelles chez les futurs enseignants, et a fortement recommandé de d'abord instaurer une éducation sur le DD avant de s'attaquer à une éducation pour le DD. Autrement dit, Jeziorski (2014) a expliqué qu'il est important de commencer par une formation sur la notion de DD pour susciter la réflexion critique avant d'apprendre à appliquer le DD. Dans un autre article (Demarque, Monaco, Apostolidis et Guimelli, 2011), les auteurs ont expliqué que connaitre les problématiques environnementales et comprendre les raisons expliquant la nécessité de changer de comportement ne sont pas des connaissances suffisantes pour traduire

cette sensibilisation en actions individuelles. Ces chercheurs ont déclaré qu'en plus d'être initiés et sensibilisés au DD, ces sujets devraient être accompagnés et soutenus par une appartenance de groupe, soit par leur famille qui est déjà impliquée, soit par des associations engagées pour la protection de l'environnement. Ils ont également souligné l'existence de la désirabilité sociale dans la motivation de l'implication pro-environnementale des sujets et l'amélioration de leur rapport au temps.

Pour mieux comprendre les perceptions du DD spécifiquement chez les étudiantes et les étudiants en génie et au Québec, nous avons également consulté un rapport de Polytechnique Montréal (2021). Les auteurs du rapport ont recueilli des informations à travers un sondage en ligne sur la perception du contenu DD des cours et sur l'intérêt des étudiants envers ces cours. Rappelons que Polytechnique Montréal est un établissement universitaire spécialisé en génie. La démarche était de faire un bilan sur les cours en DD existants pour proposer des améliorations et augmenter la proportion des cours qui contiennent du DD. Il s'agit finalement de former des ingénieurs capables de prendre des décisions respectueuses des impacts socioéconomiques et écologiques. Le sondage a pris en compte le profil des 988 répondants et a cherché à identifier les cours DD et les approches suivies pour l'enseigner. Il était aussi question des approches désirées pour apprendre le DD dans les différentes spécialités du génie pour pouvoir adapter les cours aux besoins spécifiques de chaque spécialité. Parmi les résultats de cette étude, on note une focalisation de la perception du DD sur les impacts environnementaux chez les étudiants en génie et un grand intérêt des étudiants à ce que

le DD soit plus présent dans leurs programmes, malgré un souci de surcharge de leurs programmes. Les hommes semblent plus intéressés par les cours de DD et les femmes semblent quant à elles plus interpellées par une carrière en DD. Un mécontentement a été perçu concernant la brièveté des cours en DD et leur distanciation des applications en génie. Les étudiants ont réclamé des notions de DD par l'intermédiaire d'exemples contextualisés ou sous forme de cours complets en DD spécifiques à chaque spécialité. Plusieurs recommandations ont été émises à la fin du rapport, comme le déploiement de ressources en faveur de l'adaptation des cours pour une meilleure intégration du DD. L'approche programme à travers l'enseignement par projets et par compétences a été recommandée afin de mettre en avant le rôle de l'ingénieur dans la prise en charge des enjeux socioéconomiques et environnementaux, avec une insistance sur l'aspect social. Ce dernier rapport représente pour nous une source rare d'informations sur comment les étudiantes et les étudiants en génie conçoivent le DD et son intégration dans leur formation.

Offroy (2015) a souligné que la recherche en enseignement du génie relative au DD est en majorité franco-européenne et très peu de données sur l'enseignement du génie au Québec sont disponibles. La rareté de la documentation québécoise constitue une pertinence scientifique non négligeable pour ce mémoire, surtout que le DD est lié étroitement à la politique et à la culture d'une société ; autrement dit, le caractère local est primordial dans ce genre d'études. Le manque de données sur les manières dont les étudiantes et les étudiants de génie conçoivent le DD et l'EDD constitue lui aussi une opportunité d'exploration scientifique.

Du point de vue social, l'intégration de l'EDD à tous les niveaux (ici au supérieur) et dans toutes les spécialités (ici le génie) suscite l'intérêt des organismes mondiaux, des gouvernements, des universitaires, de différents actrices et acteurs en enseignement supérieur et des citoyennes et citoyens. C'est encore un champ d'actualité, et le plan stratégique d'action de l'UNESCO (2015) s'y attachant se poursuivra jusqu'à 2030. Dernièrement, l'ONU a lancé une consultation mondiale « *Les futurs de l'éducation »* aux différentes parties prenantes (gouvernements, acteurs en éducation, jeunes, organismes...) pour réfléchir collectivement à réévaluer et innover dans la participation de l'éducation au bien commun mondial à l'horizon 2050 et au-delà (UNESCO, 2019). Le contexte de cette consultation est justifié par l'accélération des changements climatiques, par la pandémie et par la continuité des inégalités sociales et des dépassements politiques. Un premier rapport (UNESCO, 2021) de la Commission internationale sur les futurs de l'éducation, « Repenser nos futurs, ensemble: un nouveau contrat social pour l'éducation », a été publié et le DD est toujours placé comme objectif à atteindre en 2050 et au-delà. Dans ce même rapport, l'éducation est réorientée vers une pédagogie active, collaborative et solidaire.

## 1.6 CONCLUSION DE LA PROBLÉMATIQUE

En conclusion de ce chapitre, nous avons constaté l'intérêt mondial pour le DD et l'importance de l'éducation pour son instauration. Nous avons également rapporté que l'éducation au développement durable est moins documentée au niveau supérieur qu'au primaire et au secondaire, et en particulier en génie. La littérature scientifique a abordé

quelques aspects de cette intégration du DD en génie en termes de stratégies et d'expériences d'enseignement et d'apprentissage, mais nous ne disposons pas d'assez d'informations sur les avis des étudiants et des étudiantes sur le DD en général et sur la présence du DD dans leur formation. Le thème général retenu pour notre mémoire est alors l'étude de l'intégration du DD dans les formations du génie vue par les étudiants et par les étudiantes en génie. Son objectif spécifique est de documenter les représentations sociales des étudiantes et des étudiants universitaires au premier cycle en génie au Québec à l'égard du DD et de l'EDD en termes de connaissances en DD, d'attentes envers l'EDD et d'engagement au DD. Nous visons par cette étude à enrichir la documentation scientifique sur l'EDD en génie et à proposer des recommandations qui pourraient contribuer à une meilleure préparation des futur ingénieures et ingénieurs à leur rôle professionnel et social. Nous tentons également de répondre à la question de recherche : « Quelles sont les représentations sociales des étudiants et des étudiantes universitaires au premier cycle en génie à l'égard du développement durable en termes de connaissances en DD, d'attentes de l'EDD et d'engagement au DD ? »

# 2 CADRE CONCEPTUEL

Dans ce chapitre, nous abordons en premier lieu les définitions du concept de développement durable, puis nous enchaînons avec l'éducation au développement durable. Enfin, le concept de représentations sociales sera présenté.

## 2.1 DÉFINITIONS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le concept de DD combine le terme « développement », qui a une connotation de croissance économique, et un adjectif qui lui est associé, « durable », qui précise que le développement doit durer dans le temps sans épuiser les ressources naturelles pour assurer une équité intragénérationnelle et intergénérationnelle (Brundtland, 1987, p. 51). Ce concept, utilisé la première fois par la commission Brundtland en 1987, est défini comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (Brundtland, 1987, p. 51).

Le concept de DD a aussi été défini par Elkington (1997) comme la prise en considération des enjeux environnementaux et écologiques ainsi que des objectifs humains et sociaux dans la croissance économique. Cette représentation tridimensionnelle a été schématisée (Figure1) par l'entrelacement de trois cercles représentant l'économie, la société et l'environnement. L'espace commun aux trois cercles représente le développement durable. Ce schéma très connu a été modifié par d'autres auteurs comme Giordan et Pellaud, qui ont proposé d'ajouter un cercle

représentant l'éthique (Giordan, 2017). Libaert (2006) propose quant à lui la communication comme quatrième pilier du DD, où il définit le DD comme un échange et une mise en relation entre les trois sphères que sont la société, l'environnement et l'économie. Il explique que réduire la communication à des slogans creux expose le DD à des dérives, alors qu'au contraire, la communication via des approches méthodiques peut constituer le paramètre déterminant de la stabilité du DD. Un autre modèle intègre la culture comme quatrième pilier (Hawkes, 2001, Auclair, 2011), car tout projet de DD est influencé par les traditions et la culture des populations. Ce dernier modèle a été complété par la sphère politique, puisque le DD est géré par le politique et les autorités gouvernementales qui financent ce projet (Diemer, 2013).

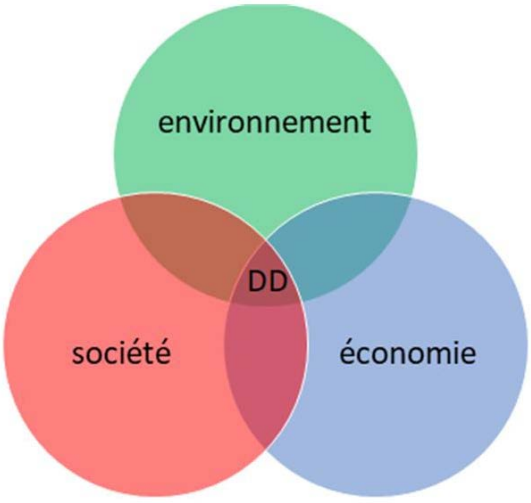



**Figure 1. Modèle tridimensionnel du DD**

Il est à noter que plus de 200 définitions du DD existent dans les écrits (Pearce et Walrath, 2000). Ces définitions diffèrent selon le groupe social qui les interprète (politique, scientifique, public, etc.). Dans ce mémoire, nous optons pour la définition

la plus répandue du DD et acceptée par le gouvernement du Québec, par le ministère de l'Éducation et l'Enseignement supérieur (MEES), par l'organisme IC et le BACPG, c'est-à-dire celle issue du rapport Brundtland. Nous choisissons également le modèle classique du DD et de ses trois piliers (environnement, société, économie) pour sa simplicité. Les dimensions culture, éthique et communication peuvent selon nous être incluses dans la sphère sociale. La dimension politique peut quant à elle l'être soit dans la sphère sociale soit dans la sphère économique.

## 2.2 DÉFINITION DE L'ÉDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'EDD peut être définie à travers le mandat qu'avait le Conseil canadien de l'EDD mis en place en 2006, c'est-à-dire l'instauration des changements d'ordre systémique en vue d'intégrer l'enseignement et l'apprentissage du DD dans les systèmes éducatifs formels, informels et non formels. Tous les citoyens sont visés par l'acquisition de connaissances, de compétences et de valeurs dont ils ont besoin pour contribuer au développement d'une société durable sur les trois plans principaux du DD (Diemer et Marquat, 2015).

Dubois (2015) décrit l'EDD comme l'ensemble des enjeux éducatifs de la société, notamment apprendre aux élèves à décrypter le monde dans sa complexité et intégrer des éléments d'incertitude dans l'enseignement en proposant des pistes pédagogiques comme la situation problème, l'investigation, les situations authentiques et l'enseignement par projets.

Pellaud (2018) ne s'attarde quant à elle pas à quoi enseigner en vue d'un DD, tellement le champ est vaste, mais associe l'EDD à l'idée « d'insuffler un changement dans l'état d'esprit pour voir plus loin, d'anticiper sur l'avenir et d'agir en conséquence ». Pour elle, l'EDD passe essentiellement par une pédagogie par projet pour la contextualisation des connaissances. Elle propose également l'utilisation de sources d'informations diversifiées et incite à exposer les apprenants à des points de vue opposés pour développer leur esprit critique.

Bader (2018) s'intéresse à deux courants théoriques et pédagogiques qui cohabitent : l'EDD et l'EEDD (éducation à l'environnement et au développement durable). L'EEDD mise sur une pédagogie critique qui incite les élèves à s'intéresser à la nature et à faire des liens avec les habitudes de vie et les projets d'engagement. Il s'agit de ne pas considérer la nature uniquement comme un réservoir de ressources à exploiter. Les fondements de l'EEDD se basent sur le diagnostic de changements de conceptions, de posture et de comportements pour arriver à une société équitable (Martin et Gaspard, 2016). C'est une pédagogie de la solution dans laquelle la curiosité et la volonté de changement de l'apprenant sont mobilisées pour aiguiser son sens de responsabilité en toute liberté et autonomie. Des modèles de projets durables et environnementaux réussis sont proposés aux apprenants pour garder un esprit optimiste et pour contrer le fatalisme (Paquette, 2019) souvent véhiculé par les médias. Bader (2018) recommande également de valoriser les sciences et la technologie et encourage l'interdisciplinarité pour préparer les apprenants aux débats complexes des sciences en société. Elle propose finalement de bien connaître les apprenants par rapport à leurs habitudes et à

leur engagement à l'école et en dehors de celle-ci ainsi que leur rapport à la science, à l'environnement et au DD avant de proposer des activités éducatives en faveur de l'environnement et du DD.

En somme, l'EDD peut être résumée comme un ensemble de ressources qui fait appel à l'acquisition de savoirs (connaissances scientifiques et techniques), de savoir-faire (compétences et démarches), de savoir-être (attitudes et éthique) et de savoir-agir (prise de décision et engagement) autour du DD tout en tenant compte des intérêts des apprenants, de leur âge et de leur niveau scolaire.

## 2.3 DÉFINITION DU DD ET DE L'EDD EN GÉNIE

Diemer (2012b) fait remarquer qu'en 1987, le concept de DD et le concept d'écologie industrielle, promus par la communauté des ingénieurs et visant la réduction des déchets industriels et à économiser les flux de matières et d'énergie sous le slogan « Les déchets des uns sont les ressources d'autres » (Erkman, 2004, p. 176), ont été tous les deux mis en forme. Dans le même ordre d'idées, les concepts les plus évoqués actuellement dans la formation du génie sont l'ingénierie durable (ID) et la gérance environnementale (GE) (ÉTS, 2021).

### 2.3.1 L'INGÉNIERIE DURABLE

L'ingénierie durable est définie comme étant une ingénierie qui, dans toutes ses actions, assume une responsabilité élargie sur les plans environnemental, social et économique, au lieu de se limiter à considérer les dimensions techniques. L'ID tente de mesurer les

impacts environnementaux et sociaux de l'industrie à long terme avec une large portée géographique. L'ID essaie d'agir autrement en contrant l'obsolescence précoce et planifiée des produits et en s'intéressant à toutes leurs phases de fabrication, de l'extraction des ressources à leur conception et leur utilisation, jusqu'à leur fin de vie. L'ID appelle à l'interdisciplinarité et à l'ouverture et la collaboration avec toutes les parties prenantes, dont le grand public (ÉTS, 2021).

L'initiative de l'UNESCO (2012) en ingénierie, dans son rapport en 2012, a défini l'ingénierie durable comme un procédé qui gère l'utilisation des ressources de façon pérenne et de manière à protéger l'environnement. Le même rapport a recommandé l'approche interdisciplinaire et globale pour intégrer les principes de l'ingénierie durable dans toutes les spécialités de l'ingénierie et pas seulement dans le génie environnemental. Cette initiative priorise le développement de technologies vertes dans les applications en génie et collabore avec les établissements d'enseignement en génie pour encourager les investissements dans la formation et dans la recherche appliquée pour résoudre les problèmes de pollution industrielle, pour réduire la pauvreté, pour mieux gérer les ressources en eau et pour répondre à d'autres besoins sociaux.

### 2.3.2 LA GÉRANCE ENVIRONNEMENTALE

Pour le concept de GE, le terme « gérance » est expliqué par IC comme l'idée de prendre soin de quelque chose même s'il ne nous appartient pas, comme l'environnement qui ne nous appartient pas en tant qu'individus et en tant que

générations. IC propose une définition de la GE comme « l'utilisation prudente des ressources limitées de la nature de manière à en tirer le plus grand avantage possible tout en maintenant un environnement sain pour l'avenir prévisible » (Ingénieurs Canada, 2019, p. 4).

L'ID et la GE sont des processus à la fois préventifs et curatifs, puisqu'ils visent le développement industriel sans nuire à l'environnement et tentent de proposer des solutions à des problèmes environnementaux déjà existants. Le DD est ainsi défini en génie par la combinaison et la complémentarité de ces deux concepts qui sont décrits par le biais de dix directives présentées dans le guide du DD et GE à l'intention des ingénieurs et concrétisés par les douze qualités dictées par le BCAPG.

Un rapport sur l'enseignement du DD en ingénierie (Bader, Bouchard, Bacon et Anctil, 2012) a présenté un état des lieux des écrits sur la pédagogie du DD en génie et a émis des recommandations pour l'enseignement du DD en génie. Ces recommandations se résument en deux principes : 1- la prise de position éthique (concrétisation de justice sociale) et la transformation des mentalités (analyse de situations complexes, incertaines et à risque); 2- des compétences à atteindre par les étudiants (vision systémique, interdisciplinarité, coopération, connaissances en DD, solutions multidimensionnelles) et des stratégies d'enseignement (pédagogie par projet, cours interdisciplinaires, évaluation des connaissances des étudiants sur le DD par cartes

conceptuelles, controverses et questions socialement vives (QSV[3]), jeux de rôles et construction de scénarios).

## 2.4 DÉFINITION DES REPRÉSENTATIONS SOCIALES

Pour décrire ce que pensent les apprenants (ici les étudiantes et les étudiants en génie) d'un sujet donné (ici le DD et l'EDD), plusieurs terminologies peuvent être considérées comme les perceptions, les conceptions, les théories naïves, les appropriations, les pensées intuitives, le savoir initial et les représentations sociales. Les concepts « conceptions » et « représentations » se rapprochent énormément (Astolfi et al., 2008; Clément, 2010; Fournier, 2013; Giordan et De Vecchi, 1987; Thouin, 2014). Notre choix s'est posé sur le concept « représentations sociales », bien qu'en didactique des sciences, le concept « conceptions » est le plus utilisé et recommandé par Giordan et Martinand (1988) pour se distancier du concept « représentations » largement employé en psychologie.

En observant la définition de « conception » comme un ensemble d'idées coordonnées et d'images explicatives d'un phénomène que l'apprenant se construit (Giordan et Vecchi, 1987), nous avons tendance à croire que ces idées et images considèrent seulement les connaissances, alors que nous visons à documenter les connaissances préalables et croyances sur le DD, l'intérêt des étudiants à apprendre le DD, les attitudes et l'engagement des futurs ingénieurs à l'égard du DD. Nous sommes ainsi

[3] QSV ou questions socialement vives : questions débattues dans la société et qui présentent des caractéristiques comme l'incertitude, le risque et la contradiction.

plus à l'aise avec le concept « représentations sociales » que nous jugeons plus complet. Ce choix est appuyé par le recours de chercheurs à la théorie des représentations sociales en sciences de l'éducation, notamment en didactique (Garnier et Rouquette, 2000 ; Garnier et Sauvé, 1999 ; Gilly, 1989).

La théorie des représentations sociales tire ses bases dans le domaine de la psychologie sociale, depuis les représentations individuelles et collectives de Durkheim en 1898 jusqu'à la reprise du concept par Moscovici en 1961 et le développement structural d'Abric en 1976 (Delouvée, 2018). Pour Moscovici, les RS se manifestent comme des contenus ordonnés, aptes d'exprimer et d'influencer l'univers d'individus et de groupes (Delouvée, 2018). Il structure la RS en deux étapes : l'objectivation et l'ancrage. L'objectivation permet de s'approprier et d'intégrer les connaissances relatives à un objet (ici le DD et l'EDD) ; l'ancrage consiste à enraciner socialement la représentation et son objet en les incorporant dans le système de valeurs du sujet (ici les étudiants et les étudiantes en génie). Jodelet (1989, p. 36) décrit la RS par « une forme de connaissance socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourante à la construction d'une réalité commune à un ensemble social ». Abric (1994) a contribué à conceptualiser la RS sous forme d'une organisation autour d'un noyau central, constituant les idées les plus partagées et stables, et d'éléments périphériques, représentant les pensées moins partagées et plus dispersées. De son côté, Doise (1985, p. 246) décrit les RS comme des « principes générateurs de prises de position liées à des insertions spécifiques dans un ensemble de rapports sociaux et organisant les processus symboliques intervenant dans ces rapports ». Pour Garnier et

Sauvé (1999), les représentations sociales ne sont pas stables. Au contraire, elles évoluent continuellement.

## 2.5 REPRÉSENTATIONS SOCIALES DANS CETTE RECHERCHE

En résumé de toutes ces définitions, nous retenons qu'une RS est un ensemble d'informations, d'attitudes et de comportements d'une personne, qui peut faire partie d'un groupe plus large. Cette RS se structure sous forme d'un noyau central stable et de périphéries moins stables. Étudier une RS revient en premier lieu à localiser le noyau central et à repérer les périphéries pour prévoir une action transformatrice de changement ou de consolidation. Dans le cas de notre recherche, il s'agira plus précisément de documenter ce qui se retrouve dans le noyau central, puis dans les éléments périphériques, des représentations sociales du DD chez les étudiants et les étudiantes universitaires en génie.

# 3 MÉTHODOLOGIE

Cette recherche s'inscrit dans un mode exploratoire descriptif interprétatif et critique, et vise à examiner les représentations sociales du développement durable et de son enseignement chez des étudiantes et des étudiants en génie au Québec. La méthodologie proposée est mixte à dominance qualitative et utilise un questionnaire et un entretien de groupe. Nous présenterons, dans cette partie, les choix adoptés dans notre démarche, la population visée par notre étude, les outils de la collecte de données et son déroulement, en plus des approches sélectionnées pour analyser nos données.**PARTICIPANTS**

L'étude a été effectuée auprès d'étudiantes et d'étudiants en génie du premier cycle universitaire dans différentes universités québécoises. Le recrutement a été réalisé sur base volontaire avec une compensation financière pour les participantes et les participants ayant à la fois complété le questionnaire et pris part à l'entrevue de groupe. Nous avons envoyé par voie électronique des demandes de participation à un questionnaire à tous les étudiants et à toutes les étudiantes en génie du premier cycle de l'UQTR avec l'aide du secrétariat de l'École de génie de l'UQTR. Pour les autres universités, une fiche d'appel à participer à une recherche a été diffusée sur les réseaux sociaux à différentes associations étudiantes et par le biais des réseaux de contacts.

Nous avions visé le recrutement de 50 répondants au questionnaire et de 3 groupes de 8 participants aux entretiens. En effet, 1- c'était le maximum de données que nous

prévoyions être en mesure d'analyser pour une recherche de maitrise et 2- cela nous permettait d'avoir un nombre suffisant de participants pour recueillir des propos diversifiés. Concrètement, nous avons pu retenir 38 participants et participantes pour répondre au questionnaire. Le questionnaire a été élaboré en utilisant la banque interactive de questions (BIQ) de l'UQTR et a été consulté plus de mille fois, un grand nombre de réponses étaient vides et une dizaine de participations ont été rejetées car les personnes concernées ne répondaient pas aux critères d'inclusion pour la recherche. C'était soit des étudiants et des étudiantes en génie qui avaient terminé leur formation et qui étaient déjà aux cycles supérieurs ou bien sur le marché du travail, soit des étudiants et des étudiantes au baccalauréat qui étaient dans des disciplines autres que le génie. Nous ne nous sommes pas intéressée au genre, à l'âge, à la spécialité ni à l'université d'attache des répondants. Ce qui nous importait le plus était de recueillir les RS du DD chez les futurs ingénieurs et les futures ingénieures en général.

Le recrutement des participants et des participantes a été particulièrement difficile et lent puisqu'il s'est déroulé en contexte de crise sanitaire, alors que les universités québécoises ont fonctionné principalement à distance. Nous pensons que le nombre de participants et de participantes visé et non atteint n'est pas problématique, du moment que nous ne visions pas une recherche purement statistique. Nous avons recueilli, avec ces 38 participations, suffisamment de données pour pouvoir apporter des éléments de réponse pertinents à la question de recherche. Les résultats seront exposés plus loin dans ce mémoire et montreront que nous avons obtenu une certaine saturation de données. Nous avons constaté, lors de la consultation de quelques mémoires de maitrise

étudiant les représentations sociales à l'aide de questionnaires, que les chercheurs ont utilisé un nombre de participants réduit, comme le cas de Cadotte-Dionne (2009), qui a travaillé avec 10 participants, et de Brunet-Simard (2008), qui a réalisé son étude en interrogeant 41 personnes. Le nombre de participants et de participantes à notre recherche nous semble ainsi être suffisant.

Une vingtaine de participants et de participantes ayant rempli le questionnaire ont fourni leur adresse courriel pour être contactés pour discuter en groupe, mais seulement six d'entre eux ont donné suite à notre invitation et ont effectivement participé à l'entretien de groupe. Trois d'entre eux étudiaient en 1re année et les trois autres étaient en dernière année. Cinq d'entre eux étudiaient à la même université ; l'autre étudiait dans l'une des universités québécoises spécialisées en ingénierie.

Pour l'entretien de groupe, les écrits (Baribeau, 2009 ; Diemer, 2017) recommandent la participation de 4 à 12 participants dans un groupe, ce que nous avons respecté.**INSTRUMENTS DE COLLECTE DE DONNÉES**

Il existe plusieurs méthodes et outils qui contribuent aux études des représentations sociales et assurent leur scientificité (Abric, 2011 ; Jodelet, 1989). Grenon, Larose et Carignan (2013) expliquent que les approches pluriméthodologiques sont indispensables à la fiabilité des résultats dans l'étude des RS. Pour la collecte de données, Diemer (2017) énumère les questionnaires, les entrevues individuelles et de groupe (*focus group*), les cartes conceptuelles utilisées le plus souvent comme outil de synthèse ou d'évaluation sommative et les dessins. Ces derniers sont généralement

utilisés pour une communauté juvénile ou ne maitrisant pas la langue qu'utilise le chercheur.

Dans notre recherche, nous avons fait le choix de travailler avec un questionnaire et de compléter notre étude par un entretien de groupe.

### 3.2.1 LE QUESTIONNAIRE

Abric (2003) recommande l'utilisation du questionnaire en raison de l'objectivité souvent associée à la méthode quantitative (dans laquelle les questionnaires sont souvent employés) et pour une meilleure organisation des réponses en vue d'une éventuelle comparaison entre groupes ou des sous-groupes de personnes. Il met cependant en garde contre le caractère restrictif des questionnaires préparés par le chercheur dont les questions sont déjà formulées, guident le répondant et ne lui laissent pas de place à des interactions ou à des expressions libres. Le chercheur est également limité et ne peut poser de questions de relance ni demander plus de précisions ou des exemples. Pour pallier cette faiblesse, nous avons veillé à élaborer un questionnaire varié comprenant des questions ouvertes pour laisser plus de liberté et de spontanéité aux répondants. Cependant, d'autres questions fermées ont également été proposées. Une invitation à ajouter des commentaires ou des précisions a par ailleurs été inscrite à la fin du questionnaire. En somme, le questionnaire nous a permis de faire une analyse quantitative de données qualitatives (comptage des occurrences dans les évocations spontanées – voir les détails du questionnaire plus loin) ainsi qu'une analyse

quantitative de données quantitatives (calcul de pourcentages dans les questions fermées).

Nous nous sommes inspirée d'un questionnaire testé et validé par plusieurs études et détaillé dans Jeziorski (2014). Rappelons que cette chercheuse s'est intéressée, dans sa thèse de doctorat, aux RS du DD chez les futures enseignantes et les futurs enseignants de sciences et technologie au Québec et chez les futures enseignantes et les futurs enseignants de sciences humaines en France. Le questionnaire (Annexe 2) débute par des évocations spontanées, c'est-à-dire par une question sur la perception de l'étudiant ou de l'étudiante du DD et par une autre sur la perception des autres étudiants et étudiantes de la même université sur le DD.

Nous avons recommandé aux participants et aux participantes de notre recherche de répondre au questionnaire sans revenir vers les premières questions (évocations spontanées) pour éviter l'influence des questions suivantes qui proposent des réponses alternatives et pour espérer récolter des réponses intuitives.

Notre questionnaire s'est poursuivi avec des questions fermées utilisant des échelles unidimensionnelles, bipolaires, des questions à choix unique et à choix multiple pour lequel on pouvait choisir une seule ou plusieurs réponses pour sonder les représentations des étudiants et des étudiantes relativement à l'EDD et l'implication des étudiants et des étudiantes relativement au DD. Le questionnaire s'est terminé par une question d'invitation d'ajout de détails. La plupart des répondants ont pu apporter leurs réponses en un temps moyen de 30 minutes. Quelques-uns l'ont fait en moins de temps et d'autres en plus.

Le questionnaire est joint en annexe 2 et propose une dizaine de questions réparties sur quatre parties essentielles. La première question d'évocation spontanée « Quels mots ou expressions vous viennent à l'esprit lorsque vous pensez au DD ? » vise à récolter la représentation première du DD par les répondants et est stratégiquement placée au début du questionnaire pour éviter l'influence des réponses proposées dans les questions fermées qui suivront. Cette principale question sert à définir la représentation sociale et à la structurer (noyau central et périphéries) comme il sera expliqué dans la section portant sur l'analyse de données. La deuxième question « de substitution » est la même que la première, mais posée indirectement : « Que répondraient les étudiants et les étudiantes en génie du 1er cycle au Québec si on leur demandait quels mots ou expressions leur viennent à l'esprit lorsqu'ils pensent au DD ? ». Elle incite les répondants à s'exprimer au nom du groupe. Cette question vise à découvrir la zone muette (les non-dits dans la première question). La troisième partie comporte un groupe de questions fermées et a ciblé la représentation du DD et de ses objectifs par les répondants. Un dernier groupe de questions fermées a mis l'accent sur la représentation de l'EDD dans la formation en génie et sur son impact sur la profession d'ingénieur.**L'ENTREVUE DE GROUPE**

L'entrevue de groupe (Baribeau, 2022), que l'on appelle aussi entretien de groupe ou *focus group*, est une discussion de groupe semi-dirigée, organisée pour cerner plusieurs facettes d'un sujet donné et faire émerger les similitudes et les divergences apportées par la discussion et la confrontation (Karsenti et Savoie-Zajc, 2018).

C’est une technique de recueil de données sur un thème préétabli, dans laquelle chaque participant est encouragé à émettre son point de vue sur le sujet de la rencontre, à raconter ses expériences, à exprimer ses préférences et à défendre ses valeurs (Moreau et al, 2004).

Le *focus group* est très utile pour la confrontation d’idées en permettant aux participants d’interagir et ainsi de nourrir une discussion plus riche et approfondie et visant à confirmer ou à infirmer les conclusions développées par le questionnaire. Ainsi, on ne vise pas le consensus au sein du groupe. On cible cependant le partage des façons de comprendre, d'expliquer et de percevoir une situation donnée et l’émergence d’un sens commun propre au groupe et peut-être d’idées non répertoriées dans les écrits (Moreau et al, 2004).

L’avantage du groupe de discussion est le côté pratique de recueil d’informations provenant de plusieurs personnes en même temps. En plus du gain de temps, tous les participants peuvent échanger à tour de rôle.

Quelques inconvénients sont susceptibles d’apparaitre, comme la monopolisation de la parole par un seul individu, la gêne des participants (surtout au début de la rencontre), le temps de réponse des répondants réduit par rapport aux entretiens individuels, les biais éventuels du modérateur (comme le caractère directif des questions posées ou leur mauvaise formulation), la mauvaise gestion de prise de parole et la difficulté dans la transcription ou l’interprétation (Baribeau, 2009).

Dans notre étude, le groupe de discussion est venu développer et expliquer en profondeur les données quantitatives et qualitatives récoltées par les questionnaires et

compenser les zones muettes des RS. Nous avons récolté les témoignages des participants et des participantes et analysé leurs interactions par la même occasion. Il revient au chercheur animateur de gérer le temps et la prise de parole. Dans notre cas, la rencontre a duré 90 minutes. Le double rôle de l'animateur est ainsi d'assurer le bon déroulement organisationnel de la discussion et également de veiller à se centrer sur le sujet et d'éviter les débordements (Baribeau, 2009).

Un guide d'entretien est proposé dans la thèse de Jeziorski (2014). Nous avons utilisé ce guide en y apportant les changements nécessaires aux spécifiés de notre population et de notre objet d'étude. Des questions concernant l'identification des liens qui existent entre le DD et le domaine de l'ingénierie et l'engagement des répondants et des répondantes en tant que futurs et futures ingénieurs et ingénieures ont été ajoutées. D'autres questions de ce même guide ont été supprimées, car elles étaient destinées spécifiquement aux futurs enseignants et ne s'appliquent pas à notre population. Quelques questions ont été reformulées pour être moins directives et plus générales, puisque nous estimons que le questionnaire contenait déjà assez de questions fermées et qu'il fallait laisser plus de liberté aux répondants et aux répondantes pendant la discussion en groupe. Une copie du canevas du *focus group* est annexée (Annexe 3) à la fin du mémoire.

Dans notre cas, nous avons procédé par *focus group* via vidéoconférence, ce qui se rapproche le plus des *focus groups* traditionnels en face-à-face. Justement, il n'était plus possible de réaliser l'entretien de groupe en présentiel en raison de la pandémie de Covid-19. Nous avons donc basculé en mode virtuel sur la plateforme Zoom. Nous

supposons que le *focus group* à distance est moins efficace qu'en présentiel, puisque les sources de distraction des répondants sont plus présentes et les signes de communication verbale sont moins bien perçus ou absents, sachant que la moitié des participants avaient leurs caméras éteintes. Cela dit, la dynamique générale de l'entretien de groupe était favorable aux échanges, malgré une timidité perçue en début de rencontre et la tendance d'un des participants à prendre plus la parole que les autres. Nous avons (étudiante-chercheuse et directrice de recherche – qui y était notamment pour gérer les aspects techniques de la rencontre à distance) animé la rencontre en suivant un guide d'entretien préalablement préparé. Quelques relances, recentrages de discussion et une question non préparée sont venus s'ajouter à la rencontre. La participante et les participants ont montré un grand intérêt à la conversation où ils ont pris la parole presque à toutes les questions et parfois l'ont reprise en 2e tour, ont posé des questions et ont émis des commentaires pendant et après la rencontre.

## 3.3 MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES DONNÉES COLLECTÉES

Les réponses fournies grâce aux deux instruments de collecte ont été analysées en utilisant la méthode de recherche du noyau de la représentation et de ses zones périphériques d'Abric (2003) pour les deux premières questions d'évocations spontanées et de substitution. Un traitement statistique et une représentation graphique (diagrammes circulaires) ont été appliqués aux autres questions du questionnaire. Finalement, l'enregistrement audio du *focus group* a été écouté plusieurs fois, transcrit et analysé par la méthode d'analyse thématique.

### 3.3.1 ANALYSE DES QUESTIONS SPONTANÉES

Rappelons que nous avons choisi de travailler avec la méthode du noyau central (Abric, 1994) pour identifier la RS à travers des questions d'évocation spontanées. Nous avons suivi les étapes de l'analyse de la RS par questionnaire bien détaillées dans Vergès (2001).

Notre questionnaire débute par une question d'évocations spontanées « Quels mots ou quelles expressions vous viennent spontanément à l'esprit quand vous pensez au développement durable? Donnez entre 5 et 10 mots ou expressions » pour faire émerger les RS des étudiants et des étudiantes à l'égard du DD. Le dépouillement et l'analyse ont été réalisés manuellement. L'analyse des questions spontanées a suivi trois étapes distinctes : l'identification du contenu des RS (catégorisation), l'identification de la hiérarchie des catégories (structuration) et l'identification du noyau central de la RS et des zones périphériques (Vergès, 2001).

La catégorisation consiste à regrouper les évocations spontanées en catégories selon un rapprochement sémantique et une similarité thématique (Vergès, 2001). Des mots ou expressions comme « environnement », « écologie », « protection de la nature » ont été regroupés sous le concept « environnement ». Il est à noter que quelques évocations ont été classées dans plus d'une catégorie, comme le mot « logistique », qu'on pourrait mettre dans la case « transport » ou bien dans la case « ressource ». Il en est de même pour l'expression « panneaux solaires », qu'on pourrait classer dans la catégorie « technologie » ou dans la catégorie « énergie ». D'autres expressions évoquées sont

composées de combinaison de mots clé appartenant à deux catégories différentes, comme l'expression « protection et respect de l'environnement », qui pourrait faire partie de la catégorie « environnement » comme de la catégorie « attitude ».

La structuration consiste à organiser les catégories identifiées par ordre hiérarchique et fréquentiel de manière à identifier les plus importantes et celles qui ont été le plus souvent cités par rapport à deux indicateurs, l'occurrence moyenne (rang moyen d'apparition) et la fréquence relative d'apparition des catégories chez tous les participants (Vergès, 2001).

L'importance des catégories peut être définie par l'ordre d'apparition ou de citation de ces concepts. Le concept est dit très important lorsqu'il est cité en premier dans l'invocation spontanée. Il existe une autre démarche pour définir l'importance des concepts, c'est de demander aux répondants de classer eux même les mots évoqués spontanément par rapport à l'importance qu'ils donnent à ces mots. Dans notre cas, nous avons opté pour la première démarche, car nous supposons que les répondants commencent intuitivement par évoquer les concepts jugés les plus importants et pour alléger le questionnaire que les répondants test ont trouvé assez long.

La représentation sociale sera alors structurée sous forme d'un noyau central et de trois couches périphériques concentriques (Vergès, 2001). Le noyau central renferme les concepts les plus significatifs de la RS, ceux cités en premier et le plus fréquemment. La première zone renferme les termes jugés importants, mais moins fréquemment cités. La deuxième zone représente les termes jugés moins importants, mais plus fréquemment cités et la troisième zone, la plus éloignée du noyau central, est constituée

par les termes jugés moins importants et moins fréquemment évoqués. L'identification du noyau central sert à définir la représentation sociale, puisqu'il est très stable et résistant aux changements. Il aide également à comparer les représentations sociales de deux groupes différents. Deux représentations sociales sont considérées équivalentes si elles présentent un même noyau central. Le repérage des zones périphériques moins stables sert à définir les moyens d'agir pour renforcer ou apporter des changements au noyau central, donc à la représentation sociale.

La deuxième question d'évocation spontanée de substitution a été formulée comme suit: « A votre avis, si l'on demandait aux étudiants et aux étudiantes en génie en général de nommer les mots ou expressions qui leurs viennent spontanément à l'esprit quand ils ou elles pensent au développement durable que diraient-ils, elles? Donnez 10 mots ou expressions. Certains mots ou expressions peuvent être les mêmes qu'à la question 1; d'autres peuvent être différents ». Cette question de substitution sert à faire émerger des représentations d'ordre professionnel et d'éviter de récolter des représentations individuelles distantes du contexte précis du DD en génie. L'analyse de la question de substitution se fait de la même manière que la première question d'évocations spontanées.

### 3.3.2 ANALYSE STATISTIQUE DU QUESTIONNAIRE

Les autres parties du questionnaire représentent pour la plupart des questions fermées sous forme de propositions auxquelles les répondants vont y répondre par « oui » ou

« non » et parfois par « d'accord », « pas d'accord » ou « je ne sais pas ». Les questions se divisent en deux groupes, l'un pour tester la définition du DD et l'autre pour tester l'intérêt à l'EDD.

Le but de ces questions est de vérifier la centralité des éléments constitutifs de la RS. Dans la littérature, on parle de test d'indépendance au contexte (Monaco, Lheureux et Halimi-Falkowicz, 2008). Un exemple de calcul détaillé est proposé dans Jeziorski (2014). Nous avons procédé différemment : nous ne nous sommes pas intéressée à comparer les réponses catégorie par catégorie, mais nous avons regroupé les catégories des réponses en trois parties distinctes conformément aux trois piliers de la RS pour pouvoir vérifier si les résultats pouvaient s'apparenter au modèle tridimensionnel du DD (environnement, économie, social).

L'ensemble des réponses aux questions 3 et 4 vérifie la connaissance des ODD du DD et compare la dimension du modèle obtenu.

Les autres questions à la fin du questionnaire visent à collecter des données sur l'EDD pour documenter le taux de sensibilisation du DD chez des participants, l'intérêt à apprendre le DD, la présence du DD dans la formation des participants et la projection du DD dans la future profession pour voir comment les étudiants et les étudiantes se représentent leur rôle en tant qu'ingénieur ou ingénieure et quels seraient les critères qu'ils suivraient pour choisir où travailler.

### 3.3.3 ANALYSE DES DONNÉES DE L'ENTRETIEN DE GROUPE

Après la collecte de données par entretien de groupe, nous avons procédé à la transcription textuelle de la rencontre. Nous avons dû faire quelques choix pour retenir la méthode, la démarche et l'approche qui nous ont semblé les plus appropriées pour analyser nos données. Parmi les méthodes d'analyse qualitative, nous avons opté pour l'analyse de contenu, qui est une méthode organisée et riche qui peut prendre en charge l`étude complexe des représentations sociales (Negura, 2006). L'analyse de contenu comporte deux volets : l'approche lexicale et l'approche thématique (Bardin, 2013). Nous nous sommes intéressée à l'approche thématique, qui est utilisée pour une diversité de sujets, de problèmes et contextes en recherche en éducation, notamment dans les études exploratoires (Marín, Duart, Galvis et Zawacki-Richter, 2018; Peel, 2020). L'analyse thématique a également été choisie car elle s'adapte bien à l'analyse des *focus groups* et puisque son utilisation est conseillée dans les études de collecte d'opinions, donc également pour les RS (Braun et Clarke, 2013).

Nous n'avons pas utilisé l'approche lexicale, sachant qu'une approche apparentée a déjà été appliquée dans l'analyse des évocations spontanées dans le questionnaire. Par ailleurs, nous ne sommes pas vraiment intéressée par la comparaison des résultats d'une même méthode sur deux types de collecte de données, mais nous tenons à compléter l'étude par une diversité de méthodes d'analyses avec deux instruments de collecte.

#### 3.3.3.1 Principe et application de l'analyse thématique

Selon Paillé et Mucchielli (2021), l'analyse thématique prévoit un repérage des idées essentielles en rapport avec l'objet de la recherche et leur réduction dans des thèmes ou sous-thèmes, en veillant à documenter l'importance de ces thèmes.

Selon Braun et Clarke (2006), cette méthode sert à identifier, à analyser et à repérer des thèmes dans les données puis à les organiser, à les relier et à les décrire en détail en vue d'une interprétation des divers aspects de l'objet de recherche. Bardin (2013) présente le but de l'analyse thématique comme étant le repérage des idées significatives et leur catégorisation en segmentant l'univers de l'énoncé discursif en unités sémantiques et en les reformulant sous une forme condensée et formelle. Ces unités sémantiques de base, qu'elles soient porteuses de sens, de jugement, d'information ou d'affection, seront codifiées et catégorisées dans un thème. D'après Paillé et Mucchielli (2021), cette analyse thématique peut être menée seule ou être combinée à d'autres modalités analytiques. Dans ce sens, nous avons sélectionné la méthode d'analyse thématique tout en nous guidant par le cadre théorique propre aux représentations sociales appliquées en éducation et en observant quelques spécificités liées à l'outil de recueil de données par *focus group*.

#### 3.3.3.2 Déroulement de l'analyse de données

Nous avons privilégié une approche réflexive de l'analyse thématique, approche bien expliquée dans Clarke et Braun (2013). Cette approche assiste le chercheur débutant dans son analyse thématique en passant par six phases. Les auteures précisent toutefois

que cette approche n'est pas forcément une démarche linéaire, rigide ni passive, mais plutôt récursive, souple et active où les thèmes ne vont pas émerger automatiquement. C'est plutôt au chercheur de les découvrir à la fin de l'analyse.

1. **Étape de familiarisation avec les données**

Il s'agit dans cette étape d'avoir un aperçu complet des données avant de procéder à leur analyse. Nous avons commencé par réécouter l'enregistrement de la rencontre avant de commencer la transcription audio. La phase de transcription a été particulièrement chronophage et fastidieuse. L'utilisation de logiciel de dictée automatisée n'a pas fonctionné avec tous les répondants. Nous avons donc transcrit le verbatim manuellement avec beaucoup d'attention pour obtenir une transcription aussi fidèle que possible. Les lectures répétées nous ont permis de nous immerger dans le discours des répondants. La lecture a été accompagnée de prise de notes pour repérer les idées les plus intéressantes. Quelques idées n'ont été incluses qu'après plusieurs lectures. Chaque réponse à chaque question du guide a été lue à part pour ne rater aucun élément pertinent du discours.

2. **Étape de génération de codes**

La phase de codage est passée par l'utilisation de codes ou d'étiquettes concises. Ce sont des mots ou de courtes expressions qui capturent ce qui est intéressant dans les données (Saldana, 2014). Le code est notre unité d'analyse. Il vise à résumer une partie du texte en une seule idée à partir des données brutes (Blais et Martineau, 2006). Nous avons tenté de mettre en évidence des sections de notre texte de manière complète et systématique à l'aide d'une lecture active, engagée et réflexive pour capter la richesse

et la complexité des données. Les codes générés ont été identifiés en captant le sens évident et, dans certains cas, de manière latente (en lisant entre les lignes) en saisissant les nuances de sens. Rappelons qu'ici, on ne s'intéresse pas à la fréquence d'apparition d'un concept ou à son rang d'apparition (comme dans la recherche du noyau central par les évocations spontanées), mais on essaie de découvrir les concepts qui capturent et résument l'idée clé ou un sens précis capable de répondre à notre question posée (concept d'organisation central). Malgré le choix d'une démarche inductive, le fait d'utiliser un guide d'entretien semi-directif prévoit déjà des concepts prédéfinis dans les questions préalablement préparées et posées, et ce, même si ces questions étaient ouvertes et assez larges. Le cadre théorique, étant déjà élaboré avant l'étape d'analyse, et les nombreux articles étudiés dans la revue de littérature ont sans doute influencé le choix des thèmes (Anadón et Guillemette, 2006). Nous ne pouvons toutefois pas affirmer que nous avons procédé par approche déductive, car nous n'avons pas préalablement préparé de grille de codage proprement dite. Nous avons tenté d'être la plus attentive possible aux propos des participants dans la définition des thèmes. Nous dirons alors que nous avons codé de manière hybride notre corpus ou de manière itérative, comme nommé dans Blais et Martineau (2006).

### 3. Étape de génération de thèmes initiaux

Les thèmes générés peuvent être classifiés en catégories, conformément aux diverses définitions des RS. On peut retrouver des catégories comme les croyances, les habitudes, la réalité sociale selon la théorie de Durkheim 1898 ou les opinions, les attitudes et les stéréotypes selon Moscovici 1961, les connaissances communes et le partage ou non d'idées selon Jodelet 1989 ou bien le noyau central et les périphéries selon Abric 1994 (Moliner et Guimelli, 2015). Toutes ces catégorisations se basent sur des approches sociologiques et psychologiques des RS, mais ne perdons pas de vue notre finalité didactique de comprendre les RS du DD chez les futurs ingénieurs et ingénieures et de documenter ces RS pour guider les pratiques enseignantes favorables à l'EDD. Pour cela, nous ne nous sommes pas limitée à une seule définition des RS, mais nous avons retenu des catégories conformément à plusieurs définitions et nous les avons combinées avec des concepts employés en génie (qualités des ingénieurs, connaissances théoriques, connaissances techniques) et en éducation (savoir, savoir-faire, savoir-être et savoir-agir). En résumé, nous nous sommes basée sur une combinaison de modèles théoriques pour dégager les différents thèmes du corpus tout en nous laissant guider par les objectifs de notre problématique et par les questions de recherche.

### 4. Étape de révision des thèmes initiaux

Le codage préliminaire a généré un grand nombre de codes. Après plusieurs lectures, choix de codes, abandon de codes, regroupement de codes similaires, etc., nous avons procédé à la réduction du nombre de thèmes. Blais et Martineau (2006) conseillent de

retenir entre deux et huit thèmes. Le développement de thèmes est également un procédé actif où les codes sont organisés sous forme de thèmes pertinents. À titre d'exemple, le code « environnement », considéré comme un « gros » code, a, à lui seul, généré un thème. Plusieurs codes sont regroupés pour constituer un seul thème. Il est possible de construire des sous-thèmes si l'idée est trop large. Une même phrase peut être codée plusieurs fois si elle renferme plusieurs nuances. Une phrase contenant une idée unique peut être codée plusieurs fois également si elle est reprise par un autre participant. Justement, quelques codes comme « consensus », « divergence » ou « contradiction » ont vu le jour parce qu'il s'agit d'un groupe de discussion. Après révision des thèmes en relisant le texte codé, nous avons essayé de créer des liens entre les thèmes qui nous ont semblé pertinents, qui sont différents mais faisant partie d'un tout cohérent. Pour bien illustrer ces liens, une carte conceptuelle a été réalisée. Elle sera présentée au prochain chapitre et placée en Annexe 4.

### 5. Étape de définition et nomination des thèmes

La carte conceptuelle (Annexe 4) des thèmes a été réalisée après plusieurs aller-retours entre la révision des thèmes et la relecture du texte codé. Pendant cette étape, la terminologie choisie pour chaque thème peut au besoin changer si elle ne répond pas bien à la description d'un groupe de codes ou si elle génère une confusion entre deux thèmes. Chaque thème est examiné par rapport à sa nature et ses caractéristiques : renferme-t-il des données significatives? Est-il construit autour d'une idée centrale? Est-il est délimité par des concepts (contours)? Est-il facilement liable aux autres thèmes? L'absence de lien entre les thèmes nous renseigne sur la légitimité du thème

en question. Le moyen pratique suivi est de pouvoir lier les thèmes par des verbes. À ce moment-là, on peut officiellement nommer les thèmes et les définir en décrivant les concepts clé et périphériques et en résumant les spécificités de chaque thème et les liens entre les différents thèmes pour constituer un discours synthétisé et cohérent.

**6. Étape de rédaction de rapport**

Cette étape spécifique est réalisée par la rédaction du déroulement de l'analyse et l'explication de la méthodologie suivie d'une section de présentation. Elle se poursuit par la discussion des résultats et est finalisée par une conclusion qui résume ce qui est ressorti de l'étude et qui explique comment l'analyse a répondu à la question de recherche. Dans notre cas, cette étape a été divisée sur le chapitre de méthodologie, de présentation des résultats et de discussion.

#### 3.3.3.3 Analyse qualitative assistée

Bien que nous n'ayons qu'un seul entretien de groupe à analyser et que nous pouvions faire le traitement des données manuellement, nous avons opté pour une assistance informatisée pour faciliter le classement et l'exploitation des données et en raison de l'accès rapide aux données et aux extraits choisis. Nous avons choisi N'Vivo, car le travail réalisé par ce logiciel se rapproche fortement du type d'analyse qu'on fait à la main. Le recours à ce logiciel contribue à assurer une certaine organisation pratique de la démarche qualitative, facilite une reproductibilité de l'analyse et permet également une éventuelle collaboration entre pairs ou même une confrontation d'analyses de différents chercheurs (Lejeune, 2010). Le principal avantage de ce logiciel est qu'il

permet de stocker toutes les données créées ou importées (transcriptions, mémos, grille d’encodage, résultats) dans un même espace.

# 4 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Trois types d'analyse ont été utilisées pour pouvoir interpréter les réponses des participants et dégager les éléments de la RS. Nous avons d'abord procédé à une analyse structurale des évocations spontanées. Ensuite, nous avons fait un traitement statistique des autres questions. Nous avons terminé par une analyse thématique du *focus group*.

## 4.1 ANALYSE DES QUESTIONS SPONTANÉES

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre précèdent, le questionnaire auquel ont répondu 38 participants comporte deux questions d'évocations spontanées, directe et indirecte, analysées par la même méthode du noyau central et de groupes de questions traitées statistiquement. L'analyse des questions spontanées a suivi les trois étapes de catégorisation des concepts évoqués, de la hiérarchisation et structuration des catégories et de l'identification du noyau central de la RS et de ses zones périphériques.

### 4.1.1 CATÉGORISATION

Rappelons que le questionnaire a débuté par une question d'évocations spontanées: « Quels mots ou quelles expressions vous viennent spontanément à l'esprit quand vous pensez au développement durable? Donnez entre 5 et 10 mots ou expressions ».

Ces évocations ont été regroupées en différentes catégories. Le tableau suivant résume les mots clé recensés et les catégories choisies pour la première question.

**Tableau 1. Catégorisation des invocations**

| Catégorie | Mots ou expressions évoquées |
|---|---|
| Environnement | Environnement, terre, écologie, protection de la nature, biodiversité, écoconseiller, impact environnemental, vert, respect de la nature, respect de l'environnement, écologique, empreinte écologique, mère nature, protection de la terre, planète, préservation de la terre, |
| Énergie | Énergie, énergie propre, énergie renouvelable, énergie fossile, ressources, ressources naturelles, *clean energy*, diversité énergétique, énergie durable, efficacité énergétique, électrique, panneaux photovoltaïques, panneaux solaires, électrification des transports |
| Gestion de déchets | Recyclage, déchets, gestion de déchets, valorisation des déchets, recyclable, les 3R (réutiliser, réduire, recycler), diminution de la consommation, recyclage du plastique, recyclage multi-usage, valorisable |
| Social | Social, santé, humain, équité, égalité, justice sociale, pauvreté, respect des droits humains, responsabilité sociale, accès à la santé, facteurs humains, aide, réduction de l'inégalité, amélioration du mode de vie, accès à des emplois décents, dépopulation, socialisme, accès à une éducation de qualité, équité salariale, justice et paix |
| Avenir | Avenir, générations futures, pérennité, long terme, futur, vision pour le futur |
| Attitude | Conscience, consommation responsable, réduction de déchets, végétarisme, dépopulation, diminution de la croissance, conscience collective |
| Ressource | Ressources, gestion de l'eau, stock, matériaux biodégradables, traitement des eaux, optimisation |
| Développement | Développement, croissance, croissance réfléchie, développement responsable, modernisation, augmentation, progrès responsable, produire sans trop polluer, civilisation, développement local, infrastructure, amélioration du mode de vie |
| Économie | Économie, richesse, coût, rentable économiquement, croissance économique, revenu économique, changement des modèles d'affaires, économie verte et circulaire |
| Technologie | Technologie, industrie, innovation, solution technologique, création, panneaux photovoltaïques, conception durable, éco-conception des produits et emballages, panneaux solaires, ingénierie |

| | |
|---|---|
| Transport | Transport, mobilité, transport en commun, voiture responsable, électrification des transports, logistique |
| Savoir | Savoir, sciences, recherche, découverte, analyse de cycle de vie, subvention recherche, |
| Gouvernance | Gouvernance, gestion, ONU, néolibéral, gouvernement, norme |
| Qualificatifs | Gagne en popularité, *greenwashing*, solution, défi énorme et excessivement complexe, problème, pollution, gaz à effet de serre, empreinte carbone, réchauffement climatique, consommation |
| Équilibre | Équilibre, compromis, versus |
| Projet | Projet, entreprise, stratégie |

La deuxième question d'évocation spontanée de substitution a été formulée comme suit: « A votre avis, si l'on demandait aux étudiants et aux étudiantes en génie en général de nommer les mots ou expressions qui leurs viennent spontanément à l'esprit quand ils ou elles pensent au développement durable que diraient-ils, elles? Donnez 10 mots ou expressions ». Plusieurs répondants ont repris telle quelle la liste des évocations de la première question, quelques-uns ont modifié leurs réponses, mais l'analyse catégorielle et hiérarchique a révélé des similitudes dans le repérage du noyau central et des zones périphériques. Néanmoins, une nouvelle catégorie a émergé, celle des compétences professionnelles résumant les mots clé « collaboration », « communication », « opinion », « équipe », « code d'éthique », « collectivité », « partenariat », « produire autrement », « stratégie d'amélioration continue », « adapter les programmes d'éducation et d'enseignement ».

Dans les autres catégories, nous avons remarqué que les mots clé sont un peu plus techniques, comme « allocation optimale des ressources », en comparaison avec « optimisation » dans la première question, ou bien « bourse de dioxyde de carbone » pour faire suite à « carbone », « réduire les déchets solides et liquides » par rapport à

« réduire les déchet ». Nous avons également relevé quelques nouveaux mots clé qui nous laissent deviner la diversité des spécialités du génie comme « barrage hydroélectrique », « chimie verte », « système de production ».

### 4.1.2 HIÉRARCHISATION

La deuxième étape était de classer ces catégories par ordre hiérarchique et fréquentiel pour identifier les évocations citées en premier et celles citées le plus souvent, pour ainsi déterminer le rang moyen et la fréquence relative d'une catégorie chez tous les participants et les situer par rapport au rang médian et à la fréquence relative moyenne. Cette hiérarchisation a permis de repérer le noyau central de la RS et de ses zones périphériques. Rappelons que chaque catégorie a un rang d'apparition pour chaque participant. On calcule alors le rang moyen de chaque catégorie. On calcule également la fréquence relative d'apparition de chaque catégorie et on repère la catégorie dans le graphique grâce à ses coordonnées (rang moyen en abscisse, fréquence relative d'apparition en ordonnée).

Le graphique suivant illustre l'emplacement des rangs moyens et des fréquences relatives des catégories par rapport au rang médian (moyenne de tous les rangs moyens, droite verticale en vert) et à la moyenne des fréquences relatives d'apparition (droite horizontale en bleu). Ainsi le nuage de catégories obtenu est divisé en quatre cadrans. Le cadran du haut à gauche représente le noyau central de la RS, limitant ainsi les catégories citées en premier et le plus souvent lors de la question spontanée.

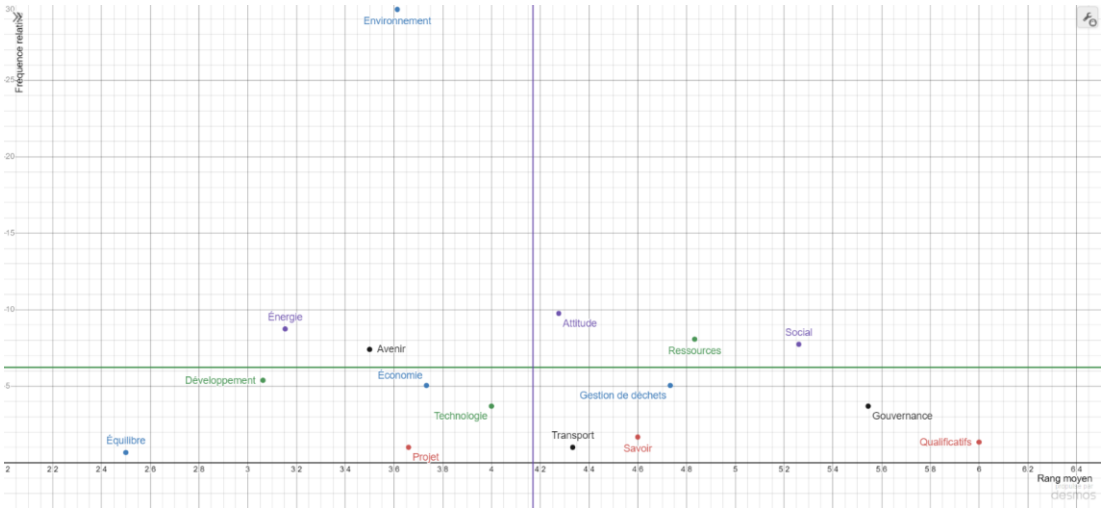



**Figure 2. Repérage du noyau central de la RS du DD**

Les trois autres cadrans représentent les trois zones périphériques de la RS.

### 4.1.3 STRUCTURATION

Dans le tableau 2 qui suit, les catégories sont structurées selon quatre ensembles. Le noyau central regroupe les catégories les plus importants et les plus fréquentes. La première zone périphérique inclut les catégories les plus fréquentes, mais moins importantes. La zone deuxième périphérique compte les catégories les plus importantes, mais les moins fréquentes. La troisième zone périphérique contient les catégories les moins fréquentes et les moins importantes.

**Tableau 2. Structuration du noyau central et des zones périphériques**

| Identification du noyau central et des périphéries | | Rang moyen d'apparition | |
|---|---|---|---|
| | | Bas | Élevé |
| Fréquence relative d'apparition | Élevée | **Noyau central**<br>Environnement<br>Énergie<br>Avenir | **1re périphérie**<br>Attitude<br>Ressource<br>Social |
| | Basse | **2e périphérie**<br>Développement<br>Économie<br>Technologie<br>Projet<br>Équilibre | **Éléments contrastes**<br>Gestion de déchets<br>Transport<br>Savoir<br>Gouvernance<br>Qualificatifs |

### 4.1.4 INTERPRÉTATION DES ÉVOCATIONS SPONTANÉES

Les catégories « environnement », « énergie » et « avenir » sont les plus susceptibles de constituer le noyau central de la RS. Rappelons que la catégorie « environnement » renferme plusieurs mots et groupes de mots (environnement, terre, écologie, protection de la nature, biodiversité, écoconseiller, impact environnemental, vert, respect de la nature, respect de l'environnement, écologique, empreinte écologique, mère nature, protection de la terre, planète, préservation de la terre) et sa présence dans la zone du noyau central avec la fréquence la plus élevée parmi tous les autres peut résumer la signification dominante du DD chez les répondants comme étant la protection de l'environnement. La catégorie « énergie », qui englobe les expressions énergie, énergie propre, énergie renouvelable, énergie fossile, ressources, *clean energy*, diversité énergétique, énergie durable, efficacité énergétique, électrique, panneaux photovoltaïques, panneaux solaires et électrification des transports, appartient au noyau central. Cette catégorie a le rang moyen d'apparition le plus faible (elle a été nommée

en premier) parmi toutes les catégories, ce qui pourrait supposer que les futurs ingénieures et ingénieurs accordent beaucoup d'importance à l'énergie et l'associent directement au DD. Nous croyons que les répondants pensent plus aux énergies propres et spécifiquement à l'énergie électrique lorsqu'ils entendent l'expression « développement durable ». La troisième catégorie contenue dans le noyau central, « avenir », se compose des mots clés avenir, générations futures, pérennité, long terme, futur, vision pour le futur et est liée directement à la notion de temps. Nous pouvons dans ce cas dire dans un premier temps que la RS du DD (définie par ses éléments du son noyau central) chez nos répondants est organisée principalement autour de l'environnement à travers une bonne gestion de l'énergie pour assurer l'avenir des générations futures.

La 1re périphérie comprend les catégories les plus proches du noyau central, et qui sont fréquemment citées, c'est-à-dire « développement », « attitude », « ressource » et « social » et constituent une zone susceptible de changer et d'être fusionnée avec la zone du noyau, ce qui peut nous informer sur la conscience et la responsabilité d'exploiter les ressources équitablement.

Dans la 2e périphérie, nous rencontrons les catégories « développement », « économie » et « technologie », qui sont moins fréquentes, mais évoquées assez tôt, donc aptes à appartenir au noyau central et à contribuer à définir une RS émergeante du DD. Cela peut témoigner de l'importance que certains sujets accordent à un développement économique par le biais des avancées technologiques.

Dans la zone de contraste, les catégories recensées (« gestion de déchets », « transport », « gouvernance », « savoir », « qualificatifs »), sont les moins représentatives du DD et participent peu à la définition de la RS du DD.

Nous proposons alors de formuler la RS du DD des participants et participantes à cette recherche comme étant un développement socio-économique priorisant la protection de l'environnement à travers la gestion de l'énergie, l'exploitation équitable des ressources, des initiatives individuelles et des solutions technologiques pour assurer l'avenir des générations futures.

## 4.2 ANALYSE STATISTIQUE DU QUESTIONNAIRE

Nous nous sommes intéressée à l'analyse statistique pour tenter de dégager des informations sur la compréhension du DD chez les participants, sur le contact des répondants avec le DD, sur la présence du DD dans la formation de ces étudiantes et étudiants, sur la perception du rôle d'ingénieur et sur les visées professionnelles.

### 4.2.1 COMPRÉHENSION DU DD

Dans la 3e question, une trentaine de propositions ont été présentées aux répondants. Ils devaient dire s'ils étaient d'accord, pas d'accord ou ne savaient pas, pour chaque d'entre elles. Nous avons, par cette question, tenté de savoir si les répondants reconnaissaient les objectifs du DD.

Dans la 4e question, une dizaine de propositions qui caractériseraient le DD ont été présentées aux répondants pour exprimer leur accord ou leur désaccord. Les résultats

de la 3e et 4e question ont été classés selon les sphères « environnement », « économie » et « social » pour comparer la RS du DD des répondants avec celle de la définition de Brundtland. Les trois sphères sont présentes dans les réponses des participants, mais avec un dimensionnement déséquilibré des piliers du DD. Nous avons considéré tous les mots et expressions évoqués spontanément par les participantes et les participants au questionnaire (question 1) et nous avons procédé à une catégorisation selon trois thèmes « environnement », « économie », « social ». L'environnement est sur-représenté (52 %), le volet économique est sous-représenté (15 %) et le volet social est le plus sous-représenté (12 %). L'entrelacement des sphères est représenté approximativement à la figure 3.

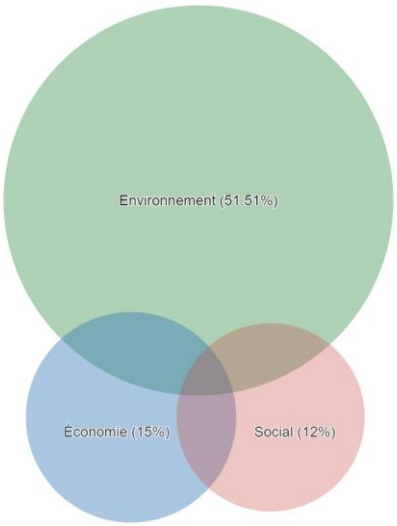



**Figure 3. Représentation tridimensionnelle du DD chez les répondants**

Par ces résultats, nous comprenons que les participants reconnaissent le concours des trois sphères dans la définition du DD, mais il est clair qu'ils ont une vision environnementaliste du DD.

### 4.2.2 SENSIBILISATION AU DD

En réponse à la question 5 « Étiez-vous sensibilisé au développement durable dans le cadre de votre formation actuelle? Oui ou non », 42 % des répondants ont déclaré ne pas avoir été sensibilisés au DD dans leur formation universitaire. Une deuxième partie de la question 5 offrait des choix de réponses, dans le cas où les participants répondraient par oui, pour préciser comment ils ont été sensibilisés au DD. Ceux qui ont répondu avoir été sensibilisés au DD ont déclaré l'avoir été majoritairement (35 %) par les médias. Seulement 10 % des répondants ont affirmé avoir été sensibilisés au DD dans leurs cours. 7 % des répondants ont dit avoir été conscientisés au DD à travers des évènements scientifiques, et 6 % des répondants ont cité les activités sur le campus comme source de sensibilisation au DD.

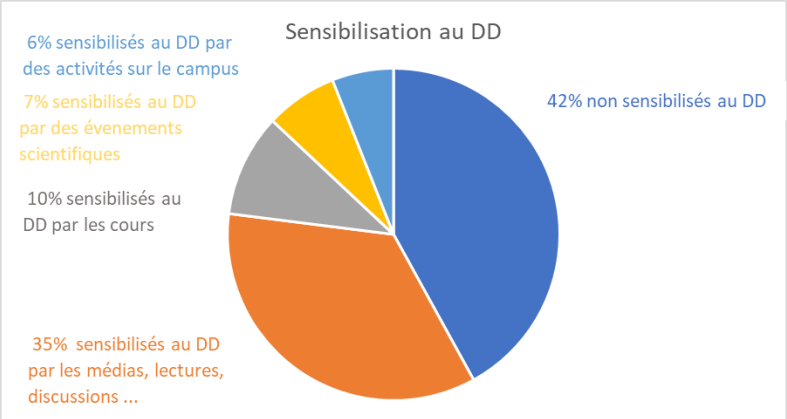



**Figure 4. Sensibilisation au DD**

Nous pouvons résumer ce résultat par une conscience des étudiants et des étudiantes au DD majoritaire et principalement acquise par les médias.

### 4.2.3 PRESENCE DU DD DANS LA FORMATION EN GENIE

La question 6 a visé à documenter la présence du DD dans la formation des étudiantes et des étudiants en génie « Est-ce qu'il est question du développement durable dans le programme de votre discipline ? » La moitié (51 %) des répondants ont déclaré ne pas avoir suivi de cours dédiés au DD dans leur formation. La question 8 (« au cours de votre formation universitaire, avez- vous réalisé des projets intégrant le développement durable? ») et la question 9 à choix multiple (« pour quelle(s) raison(s) certains projets que vous avez menés en ingénierie n'intègrent-ils pas le développement durable? Plusieurs réponses sont possibles ») ont porté sur les causes de non prise en charge des enjeux de DD dans les projets. 18 % de ceux qui ont eu des notions de DD ont dit l'avoir abordé lors de réalisation de projets. 17 % des répondants ayant eu des cours en DD ont déclaré ne pas avoir pris en compte les enjeux de DD dans leurs projets, car les cahiers de charge n'en exigeaient pas. D'autres étudiants et étudiantes ne l'ont pas fait soit par manque de réflexe, de temps ou de connaissances. Une minorité parmi les répondants n'a pas abordé le DD par manque d'intérêt. Les résultats des questions 6, 8 et 9 ont été combinés dans le graphique suivant.

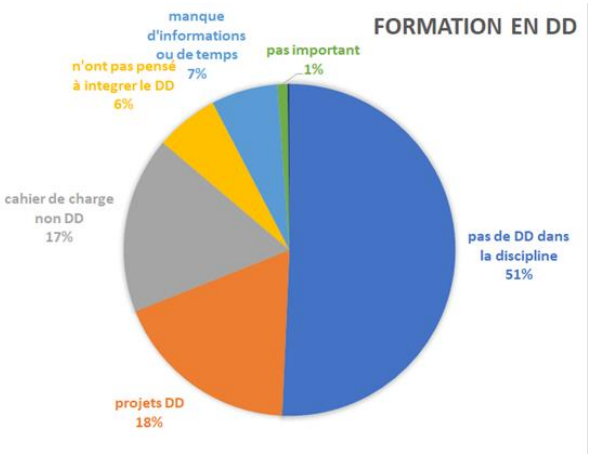



**Figure 5. Formation en DD**

Nous comprenons par ce résultat que la moitié des participants n'ont pas été formés au DD, et que ceux qu'ils l'ont été, l'ont abordé dans les projets, mais sans l'appliquer forcément.

### 4.2.4 PERCEPTION DU RÔLE D'INGÉNIEUR ET D'INGÉNIEURE

La question 7 « pensez-vous aborder des aspects du développement durable dans votre futur métier ? » a cherché à savoir si les participants se projetaient dans l'avenir et prévoyaient aborder le DD dans leur métier. La question proposait un espace d'expression ouvert si la réponse était positive. La question 11, « comment percevez-vous le rôle d'un ingénieur ou d'une ingénieure dans son entreprise par rapport aux enjeux du DD? », était plus directe et proposait des réponses à choix multiple. Les résultats des questions 7 et 11 ont été combinées dans le prochain graphique. Nous voyons que la majorité des répondants (75 %) pensent aborder le DD dans leur future carrière en génie. Les répondants pensent aborder le DD dans leur métier

principalement (54 %) à travers la proposition de solutions technologiques ou à travers la prise de décision responsables (13 %) ou par les consultations du public (6 %).

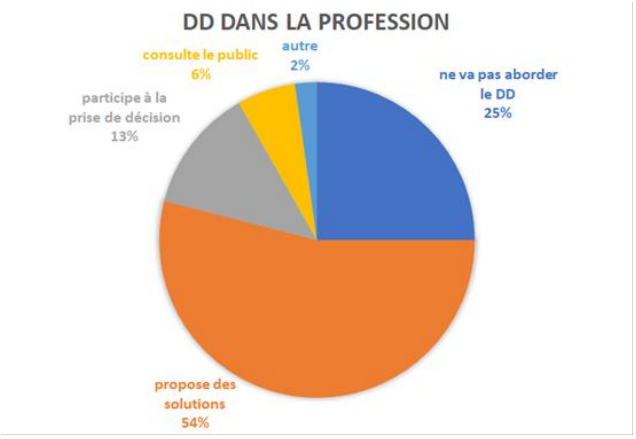



**Figure 6. Projection dans le futur du DD dans la profession**

À la lumière de ce résultat, nous pouvons supposer que la majorité des participants pensent aborder le DD dans leur profession, principalement par la proposition de solutions technologiques.

### 4.2.5 CRITÈRES DE CHOIX DE CARRIÈRE

La question 10 (« Comment choisiriez-vous l'entreprise où vous allez travailler? ») cherchait à savoir si les participants pensent tenir compte du critère de durabilité dans le choix de leur carrière ou pas. Une minorité des répondants (17 %) ont déclaré vouloir travailler selon le critère de l'impact des entreprises sur l'environnement et la société. Le taux de réponse le plus élevé (36 %) a concerné le choix sur la base des avantages salariaux et sociaux. 25 % des répondants cibleraient des entreprises de renommée (importance économique et gouvernance).

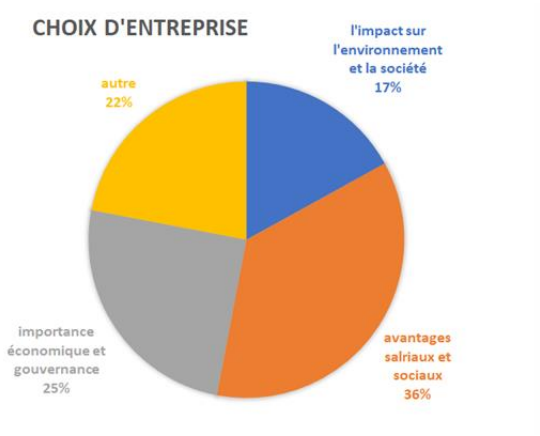



**Figure 7. Choix d'entreprise**

Nous constatons que les avis sont départagés, avec une légère préférence pour les entreprises qui offrent de bons salaires et une bonne couverture sociale.

## 4.3 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSE DU FOCUS GROUP

Après une analyse thématique réflexive sous N'Vivo, les propos que les six participants ont tenus lors d'un groupe de discussion ont été résumés dans une carte conceptuelle (Annexe 4). Cela permet de mettre en évidence les liens que l'on peut tisser entre leurs points de vue. Les participants discutent du DD en général, dans le domaine de l'ingénierie et dans la formation en génie, ce qui nous permet de faire émerger leurs RS à ces sujets.

### 4.3.1 REPRÉSENTATIONS SOCIALES DU DD EN GÉNÉRAL

Nous avons pu regrouper les propos des membres du groupe de discussion sous la forme de trois thèmes différents qui ont émergé (connaissances, opinions et attitudes).

Les répondants ont tenté de définir le DD tout en donnant leur avis personnel sur le DD et en précisant leur positionnement et leurs comportements vis-à-vis de ce concept.

#### 4.3.1.1 Connaissances

Le DD en général a été défini par les répondants en réponse à la première question (« Que signifie pour vous l'expression développement durable ? ») principalement comme étant un développement qui respecte et protège l'environnement. Les représentations sociales des participants à l'égard du DD ont en commun d'être à dominance environnementale, mais avec des finalités différentes. Le participant 1 a parlé du volet environnemental du DD en évoquant un environnement sain pour toutes les espèces et en montrant un intérêt pour la bonne exploitation des ressources. Le volet social du DD a été également observé à travers son évocation du bien-être des générations futures :

> Moi je dirais que c'est un développement qui ne nuit pas à perpétuité aux générations futures, mais aussi à un environnement sain qui ne nuit pas aux autres espèces non plus. […] en plus de se développer, utiliser les ressources et ne plus les exploiter trop pour qu'ils aient le temps de se renouveler.
> Malheureusement, l'humain reste humain et bien l'humain est égoïste. On pense à notre propre bonheur personnel.

Il explique dans un autre extrait que pour agir en faveur du DD, il faut être affecté directement : « du moment que tu n'es pas affecté directement, je pense à moi. Je me dis « ok, je suis conscient que le DD mais est-ce-que je suis directement affecté par ça » Bien pas tant que ça » ». Nous ressentons que ce souci pour le sort des générations futures est présent, mais c'est sa mise en pratique qui n'est pas évidente. Ceci a été décelé chez un autre étudiant (participant 5), qui a déclaré qu'il se sentirait plus

concerné par le DD s'il avait des enfants (génération future proche) : « En tout cas, je me sentirais plus responsable si j'avais des enfants … il faudrait que je m'arrange pour que la planète puisse les faire vivre ».

Le répondant 2 a quant à lui défini le DD par le fait de protéger l'environnement en utilisant les énergies renouvelables ou peu polluantes : « Moi je pensais peut-être favoriser les énergies renouvelables ou peu polluantes pour l'environnement ». Le participant 3 a mis l'accent sur la nécessité d'utilisation équitable des ressources et a fait le lien avec la croissance de la population :

> C'est un développement que les ressources, admettons qu'on n'épuise pas les ressources, les ressources croissent à même vitesse qu'on les utilise, au maximum si ce n'est pas plus rapidement qu'on les utilise. Ça implique qu'il n'y ait pas une croissance de la population non plus.

Pour cet étudiant (participant 1), le DD implique une stagnation de la population. Une autre intervention d'un autre participant a souligné qu'avoir des enfants pouvait avoir des impacts environnementaux importants : « là, vraiment, le fait d'avoir des enfants, je trouve selon moi que c'est une décision qui apporte un poids environnemental énorme ».

#### 4.3.1.2 Opinions

Dans ce « thème », nous avons regroupé les avis des participants sur le DD. Ces avis sont parfois partagés, d'autres fois divergents et ont pris des formes diverses comme constats ou comme critiques souvent suivies de recommandations.

Le participant 4 a quant à lui décrit le DD comme un projet positif pour l'environnement et l'être humain : « c'est tout projet qui donne des résultats positifs,

des résultats qui reviennent de façon positive sur l'être humain, l'environnement ainsi que la nature ». Le participant 5 et la participante 6 n'ont pas répondu à la 1re question, mais leur vision, présente dans les réponses à d'autres questions, est différente de celle des autres participants. Nous avons décelé dans leurs propos une insistance sur la nécessité de changer les habitudes de l'être humain et d'adopter un mode de vie conscient et responsable vis-à-vis de l'environnement. Nous pouvons citer les propos du participant 5 qui témoignent de cette insistance :

> Cette année, j'ai produit 8 livres de déchets, non j'en ai produit 9,6 livres. L'année passée, j'en ai produit 8 et je me convertis au végétarisme tranquillement pas vite, car c'est clairement la seule façon d'être capable d'alimenter la population humaine si on a pour vrai 9 milliards. Puis oui je le fais là, et je le fais même si ça va à l'encontre de mon confort. Je suis vraiment moins confortable et ça rend ma vie plus compliquée, mais je le fais parce que je trouve que c'est la chose qui me reste à faire et puis si je le fais peut-être que d'autre monde va le faire, puis peut être rendu là, on aura une chance.

La participante 6 a également émis son avis sur la nécessité de changer de comportement en faveur de l'environnement :

> […] des petites actions mais tu peux améliorer et juste influencer tes collègues au lieu d'avoir juste une poubelle au-dessous de leur bureau, qu'ils aillent au bac de recyclage et qu'ils sachent qu'aux pauses midi, ils ne prennent pas tout le temps la salade dans un bac de plastique à la cafétéria. Et puis juste ça, je pense qu'après ça, ça va aller comme par ricochet et ça peut avoir un impact plus grand qu'on pense quoi.

Dans toutes ces définitions, les participants et la participante ont décrit le concept du DD par des descriptifs à connotation positive comme solution, compromis, équilibre, projet positif, développement sain. D'autres descriptions à connotation négative se perçoivent à travers les mots *greenwashing*, incompatible (avec le capitalisme), complexe et vague. Nous avons relevé ces derniers descriptifs négatifs lorsque nous

avons interrogé les participants sur les liens qu'ils perçoivent entre le développement durable et le monde de l'ingénierie. Nous y reviendrons lors de la présentation des RS du DD en génie. Toutes ces nuances bipolaires ont été regroupées dans le thème « opinions ».

#### 4.3.1.3 Attitudes

Dans le thème « attitudes », nous avons documenté les rôles que les participants s'attribuent relativement au DD par l'entremise de leurs réponses aux questions « En tant que futurs ingénieurs, comment percevez-vous votre rôle vis-à-vis du DD ? », « Est-ce-que vous vous considérez comme des personnes engagées vis à vis du DD? » et « Selon vous, à qui revient la responsabilité d'appliquer les principes du DD? ». Tous les participants sont conscients des problématiques environnementales et de l'importance du DD dans leur vie et dans leur parcours professionnel, mais deux cas de figure principaux ont émergé, une posture engagée et une posture moins engagée (de précaution).

Le participant 1 a utilisé à plusieurs reprises l'expression « faire attention », ce qui peut traduire la présence d'une conscience environnementale globale, sans précision des moyens pour traduire cette conscience concrètement :

> Je ferai mon possible pour travailler le mieux possible […], je veux dire que ça ne va pas être parfait parfait, mais je pense qu'on peut faire des efforts puis être conscients qu'il faut faire attention puis ne pas trop faire du gros n'importe quoi en se disant on s'en fout de l'environnement.

À un autre moment, il ajoute que cette conscience doit être maintenue tout le temps : « c'est en restant tout le temps conscient qu'il faut prendre soin de ce qu'on a puis il faut

faire attention en gros ». De la même manière, le participant 2 déclare « faire attention » en nommant les gestes quotidiens écoresponsables, sans toutefois se considérer comme vraiment engagé :

> On fait attention à ce que [qu'on met] au recyclage, le compost, avoir un jardin, le côté écoresponsable je pense un petit peu là pas trop, mais aller dans ce cheminement-là dans le fond, mais je ne suis pas une personne disons engagée, mais on fait tous un peu attention.

Le participant 3 cite le compostage et le recyclage et termine son discours par : « je ne pense pas que j'en fais le maximum, mais je ne fais pas, disons que je ne suis pas dans le monde qui s'en fout là ».

Le participant 5 se dit engagé. Lui aussi évoque les gestes écoresponsables, et donne des exemples concrets et quantifiés tout en précisant que son engagement constitue un sacrifice de son confort au profit du DD. En effet, il explique son engagement de réduction de ses déchets à quelques livres par année, de ses efforts de conversion au végétarisme et de son renoncement au confort et facilités de la vie.

La participante 6 se considère également comme engagée. Nous comprenons de son discours que le DD est pour elle une manière de penser, d'être (frugalité) et d'agir (contribution) :

> Bien oui je me considère comme une personne engagée moi aussi. Je pense que ça va être un défi de trouver soit une entreprise ou au moins de passer à ce que je veux faire pour contribuer justement. C'est sûr que, professionnellement, ma *job* plus tard, bien j'ai le devoir de contribuer positivement, je ne peux pas penser autrement, mon but n'est pas de faire de l'argent, mais juste de survivre, disons ma job c'est sûr contribuer d'une façon ou d'une autre peu importe c'est quoi.

L'engagement de cette étudiante se reflète à travers son implication actuelle dans une association étudiante de son université et sur sa détermination de s'engager en tant que future ingénieure :

> Par exemple mon association étudiante, bien là on est en train de faire un peu un projet similaire de sonder, nous de notre côté, les étudiants de mon université pour savoir dans leur cours est-ce qu'ils donnent des notions de DD et tout ça ? Puis on veut présenter le rapport cet hiver là à la direction, ça c'est des petites actions, mais qui peuvent faire quand même une différence déjà. Où est-ce-que je suis là puis après ça dans l'entreprise c'est sûr que moi je vais aller choisir, ça va être important pour moi de choisir une entreprise qui a les valeurs environnementales à cœur puis je n'irai pas travailler dans une raffinerie…

Ces deux derniers participants, qui se sont considérés comme engagés, ont donné beaucoup d'exemples d'interventions, ont été très critiques et ont évoqué leur positionnement relativement à leurs valeurs tout en manifestant un sentiment de devoir agir et de pouvoir agir en tant que citoyens et en tant que futurs ingénieurs. C'est ce qui nous a amenée à distinguer la responsabilité civile ou citoyenne de la responsabilité professionnelle dans le thème de la responsabilité. En effet, lorsque nous avons posé la question « Selon vous, à qui revient la responsabilité d'appliquer les principes du DD ? », les participants ont tous répondu que la responsabilité revenait à tout le monde, mais une lecture approfondie des réponses nous a aidée à identifier plusieurs types de responsabilités (individuelle, collective, citoyenne, professionnelle et institutionnelle).

La responsabilité individuelle s'est fait ressentir à travers les actions quotidiennes que les participants ont déclaré entreprendre, comme le recyclage ou le compostage, ou par le fait qu'ils témoignent être conscients des problèmes environnementaux et qu'ils agissent dans le sens de les diminuer ou d'apporter des solutions avec des degrés

disparates d’engagement et de motivation. Ce qui semble motiver nos participants est leur croyance que les petits gestes sont bénéfiques et porteurs de changement. À cet égard, la participante 6 a précisé : « Ce sont des petites actions, mais qui peuvent faire quand même une différence ». Le participant 5 soutient le même avis en disant : « C'est juste qu'on ne pense pas à voir que tous les petits gestes qu'on fait, les conséquences sont additives ». Les participants pensent également que leurs petits gestes peuvent influencer leurs collègues, ce qui entraine une responsabilité collective plus efficace, comme l’a exprimé la participante 6 en évoquant les gestes écoresponsables dans le milieu de travail (recyclage, éviter le plus possible les emballages plastiques à la cafétéria) susceptibles d’influencer les collègues. Le participant 5 est convaincu que la solution aux problèmes écologiques est l’influence des personnes engagées sur les autres individus : « je ne sais pas si ça prend juste beaucoup de monde qui influencent les autres à penser plus large puis ça va venir ». Il continue dans le même sens pour expliquer qu’il agit à titre individuel dans l’espoir que les autres suivent : « je le fais parce que je trouve que c'est la chose qui me reste à faire et puis si je le fais, peut-être que d'autre monde va le faire. Puis peut-être rendu là, on aura une chance ».

Un autre aspect de la responsabilité collective, un aspect temporel et, plus précisément intergénérationnel, a été abordé par quelques répondants. En effet, ils ne rejettent pas la responsabilité des problématiques environnementales uniquement sur les générations passées : « Je crois que c'est plus complexe que ça. Ce n'est pas juste admettons une génération ou des générations avant qui ont fait ces choses de pas correct ou qui n'ont pas pris la bonne voie ». Ils la reconnaissent et la projettent aux futures

également : « Je pense que c'est un grand manque d'éducation et pas juste de la génération passée, c'est la génération de nous autres aussi puis les générations qui seront après nous ».

La responsabilité professionnelle a été révélée grâce à la question posée sur la responsabilité d'appliquer les principes du DD, à celle qui invite les étudiants à définir les liens entre le DD et l'ingénierie et à une troisième question, qui demande aux étudiants de se projeter dans l'avenir et d'imaginer leur rôle en tant qu'ingénieurs. Tous les participants ont confirmé qu'ils doivent maintenir une conscience environnementale dans tout ce qu'ils entreprennent dans leur profession. Le participant 1 a souligné cette conscience environnementale et a émis son souhait pour que son employeur ait le même point de vue :

> Ça va à tout temps être ancré dans ma tête, je veux dire en général, quand je fais quelque chose, admettons pour soit l'entreprise ou pour moi, bien je penserai évidement à ce que ce soit profitable, mais je me sentirai responsable de savoir que ça va polluer l'environnement plus que si je prends une autre solution qui sera plus écologique, admettons. Et puis c'est sûr que j'ai tendance à vouloir un peu que l'entreprise suive un peu ce pas.

La participante 6 projette choisir une entreprise en harmonie avec sa vision environnementaliste. Elle est confiante en son pouvoir d'apporter des changements dans son entreprise, soit par la prise de décisions favorables au DD, soit par l'influence sur ses collègues :

> Dans l'entreprise, c'est sûr que moi, je vais aller choisir, ça va être important pour moi de choisir une entreprise qui a les valeurs environnementales à cœur, puis je n'irai pas travailler dans une raffinerie. N'importe où que je vais travailler, ce sera toujours autour d'une table que tu prendras des décisions que ce soit au niveau de la conception ou au niveau de la logistique peu importe, il y a toujours comme [le participant 1] a dit, il y a toujours dans toutes les

> décisions il peut y avoir un fond ça peut toujours être là puis tu as une voix aussi dans l'entreprise. Il y a moyen de faire des petites actions et des petites actions, mais tu peux améliorer et juste influencer tes collègues.

Le participant 2 a lui aussi parlé de choix de tâches et de droit de refuser un contrat s'il ne répond pas à ses principes environnementaux :

> Tu peux choisir qu'est-ce-que tu développes et qu'est-ce-que tu refuses de développer comme *software* là. Justement quelqu'un en raffinerie qui te propose un contrat, tu as toujours le droit de dire non. Je pense que dans des cas extrêmes, justement comme une raffinerie, bien vraiment je serai enclin à dire non.

Le participant 2 a fait allusion à la possibilité de négocier son contrat de travail avec son employeur pour s'inscrire dans une dynamique de DD : « Si j'étais ingénieur parce que j'essayerais de favoriser ce côté-là (DD) dans le fond. Tu as quand même la possibilité de pouvoir négocier ton contrat avec la compagnie ou avec le projet qui peut faire pour favoriser ce côté-là ».

Le participant 4 a abordé un autre sujet, celui de devoir suivre une politique de l'entreprise malgré une conscience environnementale. Il se réjouit par ailleurs de la présence d'une législation susceptible de contrôler les situations qui ne respectent pas les normes de durabilité :

> En tant que futurs ingénieurs, on a développé assez de connaissances et d'intuition pour savoir ce qui est bon et qu'est-ce qui n'est pas bon pour l'environnement. En plus, le coté législatif est de notre côté. Si on constate quelque chose qui ne va pas ou quelque chose qui se fait dans une mauvaise façon, soit on corrige la situation, soit on appelle le comité d'inspection pour venir faire son travail. Donc si le *boss*, par exemple, c'est ça justement le problème, tu as une bonne intuition mais toujours tu dois appliquer la politique de l'entreprise.

Nous comprenons de ces propos que certains répondants encouragent la responsabilité collective. Cet encouragement apparait également dans leur appel à entreprendre des actions citoyennes en tant qu'électeurs et en tant que consommateurs en élisant les personnes adéquates et qui présentent des programmes pro-environnementaux, comme le mentionne la participante 6 : « c'est nous qui élisons le gouvernement. Ben oui, la population a quand même un poids non négligeable, à chaque fois que tu achètes un produit, bien c'est un vote, tu achètes du vote ».

La discussion du groupe sur qui est responsable de faire appliquer les principes du développement durable a été chaudement débattue et a fait émerger une responsabilité institutionnelle. Nos répondants ont cité, pour préciser cette responsabilité, des mots comme « élus », « gouvernement », « politique » et « législation ». Le participant 4 a mentionné que la responsabilité était politique : « Moi je trouve que la décision est politique. Je pense que le gouvernement est celui qui doit prendre les décisions ». Le participant 3 a lui aussi évoqué la responsabilité des dirigeants et du milieu de l'éducation : « C'est à la base, ça reste les dirigeants puis l'éducation. Il faut des réformes pour que les gens qui votent, votent pour les bonnes personnes puis, après, ces bonnes personnes prennent les bonnes décisions. Ça ressemble pas mal à ça ».

Le participant 2 croit aussi que tout le monde est responsable, mais que le gouvernement devrait financer des projets durables pour inciter la population à adhérer au DD :

> Tout le monde devrait faire sa part pour que ça marche à grande échelle et puis aussi je pense que oui on l'élit [en parlant du gouvernement], mais je crois que s'il favorisait le coté comme des subventions ou de mettre de l'avant les projets

> à DD, peut-être que ça inciterait le monde à plus aller dans ce sens-là et d'aller vers des gouvernements qui vont dans ce sens.

Le participant 5, comme les autres participants, reconnait la responsabilité de tout le monde. Il ne nie pas la responsabilité des dirigeants, mais mise plus sur l'éducation et invoque une problématique de causalité. Pour lui, c'est l'éducation qui apprend aux gens à bien choisir les élus ; mais en même temps ce sont les élus qui décident de l'éducation :

> Si on se dit « c'est politique, c'est nous autres qui élisons notre gouvernement », qu'est-ce qui détermine qui on élit ? Ce sont nos valeurs et notre culture, et comment on est élevé. Et puis ça, c'est déterminé par l'éducation. C'est une boucle, mais c'est la responsabilité de tout le monde pour savoir c'est quoi qu'il faut qu'on fasse puis c'est qui qu'on devrait élire pour qu'il apporte les changements qui doivent être faits. On est pognés dans une boucle. On n'a pas les bons bouts à la main, donc on n'a pas les changements qui doivent être faits, donc on n'a pas l'éducation dont on aurait besoin pour savoir qui on devrait élire et ainsi de suite. Mais il faudrait que ça commence à quelque part. Je ne sais pas où.

Le participant 3 a répliqué en affirmant que c'est l'investissement en l'éducation qui réglerait le problème de l'adoption du DD par la population, et non pas la politique, car une population peu éduquée aurait tendance à élire quelqu'un qui promet des réductions d'impôts au lieu d'élire quelqu'un qui promet un avenir vert :

> Je pense que le manque d'éducation par rapport à l'écologie, ça engendre que les gens pensent de façon individualiste et les gens qui se ramassent au pouvoir, c'est souvent du monde qui s'en foutent un peu. Tu promets une réduction d'impôts, puis le monde va voter pour toi, tandis que si tu promets un avenir vert, le monde est comme « c'est du n'importe quoi ». Justement, si on investit plus sur l'éducation, les gens seraient plus éduqués là-dessus. Puis la réduction d'impôts de 5 %, ils s'en foutent un peu plus qu'un avenir vert.

La participante 6 a aussi soutenu que le rôle de l'éducation est primordial pour mieux respecter les lois dictées par le gouvernement, par exemple pour le tri des déchets :

> Je pense que oui, la législation, mais je pense que ça revient un peu à l'éducation parce que si la population sait, c'est bien beau d'avoir trois bacs de recyclage, mais il faut savoir quel plastique va dans quel bac puis il faut savoir et être conscient de pourquoi si j'ai trois bacs de recyclage, ce n'est pas juste que c'est le gouvernement qui m'oblige à mettre trois bacs…

Après ce constat unanime des participants de l'importance de l'éducation pour instaurer le DD dans la société et appliquer ses principes, nous avons interrogé les six participants spécifiquement sur leur formation de baccalauréat en génie pour en savoir plus sur la présence ou pas du DD dans leurs programmes, sur leur intérêt pour suivre des cours dédiés au DD et sur leurs attentes ou doléances relatives à la manière dont ils aimeraient que leur formation intègre le DD.

### 4.3.2 REPRÉSENTATIONS SOCIALES DU DD EN GÉNIE

Nous avons remarqué une certaine dichotomie entre une représentation environnementaliste du DD et une représentation du génie centrée sur l'économie. En effet, lorsque nous avons demandé aux participants de définir le DD, ils ont tous donné une définition centrée sur la protection de l'environnement, mais quand nous leur avons demandé d'identifier les liens entre le DD et le génie, une vision en termes de développement centré sur l'économie a émergé. Le participant 2 a spécifié l'idéal d'orientation de l'ingénierie vers la chimie verte. Ce faisant, il favorise les ressources moins polluantes et saines, même si elles sont plus chères :

> Je compléterais peut-être dans le même sens que [le participant 1], aller vers une chimie verte dans le monde de l'ingénierie, comme favoriser des ressources moins polluantes, moins nocives pour l'environnement, même si elles peuvent être très coûteuses, mais moins nocives.

Le participant 1 a parlé de plusieurs liens dans d'autres extraits et a commencé par celui de la nécessité de développer une mentalité axée sur l'environnement en génie relativement à la problématique d'épuisement des ressources, au détriment des besoins des générations futures. Il s'agit d'éviter de se centrer sur le profit :

> Le lien que je vois, c'est vraiment développer une mentalité qui va s'enligner envers le DD. Admettons que si quelqu'un travaille en industrie, ne pas penser seulement à faire du profit, mais penser aussi qu'il faut, en fait l'écologie finalement et ne plus surexploiter les ressources. Oui, c'est important de faire de l'argent, je suis conscient, mais il est important aussi de penser aux générations futures et de penser que les ressources ne sont pas renouvelables en tout temps.

Nous supposons que la représentation environnementaliste est un idéal pour les étudiants et un objectif à atteindre, et que la représentation du développement en génie est pour eux un constat basé sur le profit.

#### 4.3.2.1 Vision économique du développement en génie

Dans d'autres extraits, nous avons remarqué que les propos des participants sont plus critiques et catégoriques en ce qui concerne le génie. Le participant 1 a dit : « c'est sûr que le but à la base n'est pas le DD, mais bien le côté monétaire ». Cependant, la majorité parle de la nécessité de faire un compromis entre les visées environnementalistes et l'objectif de développement économique du génie.

##### *a)* Coexistence des volets environnemental, social et économique

Dans beaucoup d'interventions, nous avons remarqué que les volet économique et environnemental ne s'excluent pas mutuellement (exploitation écologique des ressources, production responsable) d'une part. Le volet social est présent (prise en

compte du bien-être des générations futures), d'autre part. D'autres extraits témoignent de cette notion de coexistence, comme pour le participant 1 :

> Minimiser les coûts en minimisant les coûts de transport. Donc admettons que tu veux diminuer le nombre de camions sur la route pour sauver de l'argent au final, mais en même temps tu sauves l'environnement aussi là. C'est un lien un peu boiteux, mais c'est le lien que je pourrais faire.

L'étudiant 4 a cité un exemple de lien de durabilité perçu lors d'un stage dans une usine. Pour lui le fait de pouvoir faire des économies et, en même temps, faire baisser le taux d'émanation de GES, c'est du DD : « vraiment ils ont économisé de gros budgets je pense, si je me rappelle bien 200 millions d'euros et l'émission de $CO_2$ a été diminuée je pense presque à 90%. Donc c'est ça ».

Le participant 3 a également fait allusion à cette inclusion en citant un exemple d'investissement dans les produits biologiques :

> Si je vais un peu dans le même sens, je dirais que ça peut sembler aux antipodes comme [inaudible], mais comme en ce moment il y a eu gros, il y a eu une vague de bio pour protéger la planète. Alors je pense que les substances qui sont biologiques et tout, il y a une tendance pour ça, alors peut-être favorable pour ton entreprise et aussi être dans le sens du DD, puisque les gens veulent acheter des produits dans ce sens-là.

Le participant 1 approuve cette cohabitation entre environnement et économie, même si le but principal de l'industrie est le profit :

> Je me dis c'est mieux de oui, penser au DD et en même temps et le but c'est de faire l'argent, je suis bien conscient. Mais au final, c'est de mieux faire ça que de rester comme avant et d'être extrêmement polluant au final. […] C'est du deux en un. C'est oui, on peut voir ça comme étant immoral tu sais, mais en même temps c'est un peu le principe de l'entreprise Coca-Cola puis les ours polaires : oui ils font ça pour avoir une belle image. En même temps, ils sauvent les ours polaires.

### *b)* Notion de *greenwashing*

Nous utilisons le concept « *greenwashing* » qui a émergé dans les réponses des étudiantes et des étudiants. Nous supposons que les répondants parlent de la publicité écologique trompeuse que les entreprises présentent aux consommateurs. Nous nous permettons toutefois ici de ne pas rentrer dans les détails des nombreuses définitions et caractéristiques du « *greenwashing »* présentées par les chercheurs (de Freitas Netto, Sobral, Ribeiro et Soares, 2020). Dans l'extrait précédent, le participant 1 entame la discussion sur le *greenwashing* en utilisant l'expression « belle image ». Il ne la caractérise pas d'immorale. Pour lui, c'est du compromis. Cet avis n'est pas partagé par tous. Justement, le participant 5 réplique : « Je pense que les changements climatiques, Coca-Cola ne sera pas vraiment capable de les arrêter ».

Le participant 1 persiste sur sa vision de belle image utile :

> Ils ne sauvent peut-être pas les ours polaires, mais ils font comme une action en voulant les sauver. S'ils ne les sauvent pas, bien pour moi, ils ont fait un effort. Mais c'est le but, c'est d'avoir une belle image. Si ça ne fonctionne pas, ça ne fonctionne pas. Mais en général, ils font une action quand même, c'est ça le but principal au final.

**Incompatibilité avec le capitalisme**

Le débat entre les participants s'est poursuivi entre la considération du DD dans le milieu de l'industrie comme un compromis sérieux et ambitieux de faire du profit tout en protégeant l'environnement, d'une part, et une tentative de promotion du DD juste pour faire encore plus de profit, d'autre part.

Le participant 5 est catégorique dans son point de vue selon lequel le capitalisme et le DD sont incompatibles :

> J'aimerais ça ajouter, en tout cas c'est mon point de vue, c'est important de réaliser que le DD et le capitalisme sont incompatibles. Tu ne peux pas avoir une recherche croissante de profit qui nécessite une croissance économique et une croissance de la population, puis dire que tu veux le DD, car ce sont des choses incompatibles fondamentalement.

Le participant 3 est du même avis que le capitalisme est incompatible avec le DD. Les arguments présentés sont très critiques envers le système capitaliste :

> Moi je suis plus de l'avis [du participant 5] parce que le capitalisme, c'est vraiment l'acquisition d'actifs au maximum puis la diminution des passifs pour justement engendrer le max [inaudible] de profits. C'est dur d'acheter le maximum d'actifs et de ne pas piler sur les autres et de ne pas piler sur l'environnement, justement pour favoriser ton profit ici. Vraiment, le seul but, c'est de faire de l'argent parce que le capitalisme c'est vraiment cette mentalité-là. […] si tu veux avoir une entreprise de plusieurs millions ou même plusieurs milliards comme Amazon ou Tesla, et même Tesla, je veux dire dans l'idée que c'est bon parce que ce sont des autos écoénergétiques, mais ça reste que c'est du capitalisme et ça produit des déchets même si c'est une entreprise considérée comme verte puis écologique disons. Je pense que les deux sont incompatibles.

Nous comprenons de ces propos que pour ces deux participants, si on veut instaurer le DD, il faudrait renoncer au capitalisme. Le participant 5 enchaine :

> Même Tesla, ce n'est pas une bonne idée. Si tout le monde va avoir un char électrique, tu ne pourras jamais extraire toutes les ressources dont tu as besoin pour que tout le monde ait un char électrique. […] puis la seule façon que tu peux faire des profits, c'est en vendant de plus en plus de choses. Il faut donc du monde qui les achète et puis, pour que tu aies du profit, il faut que cet argent, tu ne le remettes pas dans le système parce que ce ne sont pas des profits, sinon ça tourne en rond. Donc la seule façon de faire des profits, c'est-à-dire de continuer dans le système capitaliste, c'est d'extraire de plus en plus de ressources.

Le participant 1 approfondit son raisonnement pour expliquer qu'il suffit de ne pas surexploiter les ressources pour s'inscrire dans un volet de DD et que le DD n'est pas une fin en soi, mais une contribution. Le but, c'est le profit :

> Moi, je me dis admettons que c'est une ressource qui s'exploite, mais qu'en même temps, ça ne s'exploite pas assez pour qu'elle ne soit plus renouvelable puis que c'est un cas assez raisonnable finalement […], mais je sais que c'est sûr que ce n'est pas le but principal. Mais si c'est un plus que ça apporte et si ça contribue quand même à ça, […] C'est comme marcher pour aller à l'école. Ton but, c'est d'aller à l'école mais, inconsciemment, tu fais du sport.

#### 4.3.2.2 Notion controversée

Les propos contradictoires évoqués par les étudiantes et les étudiants sont des exemples concrets que le DD reste une notion controversée et suscite des débats politiques, économiques et parfois éthiques. Nous proposons justement cet extrait du participant 2, qui soulève une question de choix éthique entre polluer et sauver des vies humaines ou encore sauver la planète et sacrifier la population :

> Comme les vaccins et les médicaments en ce moment, il y a beaucoup de procédés qui ne sont pas écoresponsables, mais est-ce que c'est mieux de polluer un peu et de sauver la population ou qu'admettons que ça prend 10 ans, mais que ce soit pour le DD, je pense que c'est quand même un facteur qu'on néglige ou même si ça coutait le triple du prix comme on a dit tantôt, on va être moins portés à opter pour cet achat d'expertise-là. On va dire « oui ça pollue quand même, mais ça me coûte trois fois plus cher ». Ce n'est pas mieux si je fais faillite en essayant d'aller vers le DD et c'est la même chose pour les médicaments quand il y a une maladie. Je pense qu'on peut dire bien est-ce que ça en vaut la peine qu'il y ait des milliers de personnes qui meurent ou c'est mieux de polluer un peu plus la planète mais de sauver tous ces gens-là ?

#### 4.3.2.3 Incertitude et difficulté de prédiction

Mis à part les avis controversés sur le DD, les participants ont parlé de difficulté de comprendre ou d'adopter le DD du fait que c'est une notion en relation avec le futur inconnu. Le participant 5 a soulevé un autre point intéressant, soit le fait de voir à long terme et de réfléchir aux priorités quant à sauver quelques vies ou l'humanité au complet :

> J'ai l'impression que la plupart des humains ont tendance à ne pas voir assez à long terme. L'exemple concret qui dit « on est-tu mieux de sauver tout le monde présentement ? » Bien je reformule mais selon ce que moi j'entends, si on se met à sauver le monde présentement au prix de compromettre la vie de tout le monde plus tard, c'est un peu ça ce qu'on fait constamment. On veut sauver tout le monde maintenant, mais on va compromettre l'avenir de l'humanité au grand complet. Mais concrètement, de toute façon, il est peut-être temps de laisser mourir du monde maintenant, puis de permettre à l'humanité d'être sauvée. C'est juste qu'on ne pense pas à voir que tous les petits gestes qu'on fait, les conséquences sont additives et puis même des fois plus qu'additives, puis au final, des fois, on serait peut-être mieux de ne pas valoriser la vie de chaque individu autant que la survie de l'espèce là.

D'après le participant 3, le long terme est difficile à voir car il n'est pas certain et qu'il est difficile à prédire :

> C'était de bonnes raisons pourquoi on n'est pas instinctivement portés à aller vers le DD. C'est vrai que le long terme est plus difficile à voir, de mieux sauver quelqu'un là que de se dire que dans cent ans, il va y avoir plus de gens qui vont mourir. Je pense que c'est plus difficile à voir et que c'est plus difficile à prédire et déterminer si c'est vrai ou pas.

Cette dernière intervention nous dirige vers l'identification de difficultés éprouvées ou d'obstacles rencontrés par quelques participants à comprendre et à appliquer les principes de DD. En effet, nous remarquons à travers les propos des participants que les liens perçus entre le DD et le génie sont souvent répertoriés sous forme de

problématiques ou difficultés comme le *greenwashing*, l'incompatibilité avec le capitalisme, l'incertitude ou, au contraire, sous forme de solutions ou pistes réflexives.

#### 4.3.2.4 Vision de globalité et interdisciplinarité

Parmi les pistes réflexives proposées par les participants pour adhérer aux principes du DD, notons le recours à la vision systémique et à la collaboration interdisciplinaire.

La participante 6 a abordé la nécessité de prise en charge des problématiques dans leur globalité pour pouvoir les résoudre sans les déplacer ou en créer d'autres en aval. Cette étudiante considère la globalité comme le plus important principe de DD en génie. Elle a lié directement la globalité avec la notion d'interdisciplinarité.

> C'est d'adopter une vision un peu plus globale de la chose, parce que souvent on a tendance à vraiment rester dans un champ spécifique. Mais je trouve qu'en ingénierie, on a la chance de travailler souvent multidisciplinaire. Puis je pense que c'est ce qui est le plus important dans le DD, parce qu'on ne veut pas juste déplacer les problèmes. Quand on attaque une problématique, bien le but, c'est d'éradiquer le problème et ne pas en créer un autre ailleurs.

Cette notion de globalité a été citée dans les réponses liées à l'EDD sous la terminologie « vision systémique » également. Les autres participants n'ont pas abordé la multidisciplinarité. Cependant, leurs propos se rattachent directement à leurs champs de spécialité à travers des exemples de solutions technologiques ancrées dans les disciplines, ce qui nous a amenée à documenter l'existence d'une éventuelle vision technocratique du DD en génie.

#### 4.3.2.5 Vison technocratique

Le participant 1 a parlé du lien du choix adéquat de la solution technologique et a cité un exemple directement lié à sa spécialité (la logistique) : « tu sais, il y a d'autres moyens de transport qui peuvent être utilisés aussi. Le train en est un […] c'est mieux de prendre un bateau que de prendre 10 000 camions ».

Le participant 2 a lui aussi enrichi sa réponse par des exemples concrets dans sa discipline en génie chimique, en favorisant le bon choix des ressources et des procédés d'extraction, d'exploitation et de dégradation de ces ressources :

> Bien moi je pense que justement, en chimie et en biochimie, comme favoriser des substances comme j'avais dit tantôt, qui sont un peu renouvelables et facilement accessibles, qu'il ne faut pas nécessairement gros d'étapes de synthèse et de polluants ou des grosses usines, puis favoriser avec des matières qu'on est capables de trouver dans la nature ou qui font déjà partie de notre biome. Je pourrais dire ça, reste moins aller dans le synthétique, mais plus à partir de substances qui existent déjà dans la nature, biodégradables aussi.

Le participant 3, étudiant dans le domaine de l'informatique, a lui aussi parlé d'adapter les applications et de diriger les solutions logicielles vers le DD :

> Moi, en étant en informatique, dans le fond le développement d'application, c'est toi qui choisis dans quelle voie tu enlignes ton application. Fait que si tu fais une application de covoiturage, bien c'est enligné vers le DD par exemple, mais tu sais et ça peut aller plus que ça dans le développement de logiciel pour des compagnies qui peuvent être plus performantes sur certains niveaux ou plus orientées justement sur certains niveau-là.

La participante 6 a été déçue de ne pas percevoir d'efforts environnementaux lors d'un stage en aérospatiale qu'elle a qualifié de centré sur la performance :

Dans l'usine, il y avait beaucoup beaucoup de pièces et de matériaux qui étaient gaspillés à cause du recyclage et puis tout ça. Même dans les conversations dans les bureaux ou dans l'innovation, il n'y avait aucune piste d'innovation écologique, c'était juste performance, performance, performance.

Le participant 4 a cité des exemples directement liés à sa spécialité, le génie électrique, comme dans cet extrait : « on sait très bien maintenant que les micro-réseaux sont très favorables pour minimiser les coûts de production ainsi que minimiser la dissipation des gaz toxiques, notamment le $CO_2$ ».

Nous croyons que la majorité des participants considèrent le DD de leur angle de vue disciplinaire et qu'ils pensent que la technologie peut apporter des solutions aux problématiques environnementales. Cependant, le participant 5, étudiant en génie des procédés, en parallèle de son discours sur le recyclage domestique et industriel, a aussi invoqué des solutions comme l'économie locale au lieu d'avoir recours au transport aérien :

> Tu ne seras pas capable de faire voler un avion avec des matériaux qui ne sont pas des matériaux composés avec des propriétés super particulières et puis qui les rendent difficilement recyclables, difficilement remplaçables et la place qui devrait être, c'est une économie locale qui ne fait pas des transports d'un bout à l'autre de la planète.

Dans un autre extrait, ce même participant a également mis en avant d'autres aspects que les solutions technologiques ou combinés aux solutions technologiques, comme la politique et la législation. Celles-ci devraient s'allier d'après lui pour obliger les entreprises à produire des emballages faciles à recycler et à bien étiqueter leurs produits. Il faut également selon lui forcer le citoyen à réduire ses déchets par le principe du pollueur payeur:

> La loi et puis la politique, si elles se tiennent la main dans la main et qu'il y a de bonnes personnes pour concevoir les bonnes lois là. Il y a plein de lois relativement pas tellement compliquées qu'on pourrait mettre, des lois sur les produits, sur l'emballage, des lois sur la façon de trier ses déchets et forcer tout le monde, pas juste avoir un bac de récupération. […], c'est dur présentement à

> cause qu'il faut que je choisisse les bons produits pour pouvoir les recycler là, mais s'il y avait des lois là-dessus, bien ça deviendrait simple. C'est vrai ça, si tu mets des lois sur, bien tu vas payer ta poubelle […] Après ça, à l'épicerie, bien les choses sont obligées d'être marquées, c'est quoi leur empreinte écologique, chaque fois que tu prends un produit, tu es obligé de calculer c'est quoi son empreinte écologique. Le monde n'a pas le choix de devenir conscient.

### 4.3.3 REPRESENTATIONS DE L'EDD

Lorsque nous avons présenté les RS du DD en général chez les participants, nous avons vu que les étudiants accordent une grande importance à l'éducation et à son rôle pour instaurer le DD dans la société. Nous avons également remarqué que leurs représentations du DD en génie sont assez liées à leurs disciplines d'attache. Dans les paragraphes qui suivent, nous continuons à expliquer la partie de la carte conceptuelle qui décrit leurs représentations du DD dans leur formation en génie. Nous avons répertorié les réponses des participants selon trois thèmes principaux intitulés « programme », « enseignants » et « propositions ».

#### 4.3.3.1 Programme

Dans le thème « programme », nous avons regroupé les réponses des participants qui portent sur l'éventuelle présence du DD dans leur programme ou sur l'intérêt qu'ils portent à ce contenu ou à son intégration à leur programme dans le cas où il est absent.

De point de vue curriculaire, on retrouve différentes disciplines du génie dans les universités, dont plusieurs offrent des orientations axées sur l'environnement. Le développement durable comme spécialité peut être étudié au diplôme d'études supérieures spécialisées, à la maitrise ou au doctorat. Nous avons demandé aux

étudiants leur avis sur ce qui est selon eux le mieux entre former au DD tous les ingénieurs, ou bien former des ingénieurs spécialisés en DD. Le participant 1 a répondu en faveur de former tous les ingénieurs au DD, mais son argument est principalement social. Il se réfère au congédiement (réduction d'effectifs) de sa sœur ingénieure en DD et pense que son curriculum vitae aurait été exploité pour verdir l'image de l'entreprise où elle travaillait avant de mettre fin à ses fonctions. Nous comprenons de ce propos que cet étudiant pense que les ingénieurs disciplinaires ont plus de chance de garder leur poste que les spécialistes en DD, et que seules les grandes entreprises peuvent s'offrir les services d'un spécialiste en DD :

> Tous les ingénieurs ! Je pense à ma sœur justement qui est ingénieure en DD finalement, spécialisée là-dedans, puis elle travaillait pour [nom de l'entreprise], même si ce n'est pas très positif là ce que je vais dire là, mais justement, c'est parce que c'était une ingénieure en DD qu'elle a été congédiée finalement. Ils ont écrit son nom sur la page de couverture du livret là pour bien paraitre, pour dire qu'ils font du DD, et au final ils l'ont congédiée, puis c'est ça. Elle est rendue avec une autre entreprise qui est maintenant bien. Eux c'est une très grosse entreprise, donc ils peuvent se permettre d'en faire [du DD].

Le participant 5 pense qu'il faut offrir une formation de base en DD à tous les ingénieurs, en plus de former des spécialistes. Il voit qu'un ingénieur en DD a une vision globale et qu'il doit maitriser une multitude de connaissances en relation avec les ressources, les espèces vivantes et toutes les interactions possibles et nombreuses qui sont difficilement cernables par les ingénieurs généralistes. Les ingénieurs généralistes formés en DD communiqueraient plus facilement avec l'ingénieur spécialiste :

> Bien moi, je dirais que c'est quand même les deux. Je pense qu'il faut que tout ingénieur ait une base. Mais c'est beaucoup trop vaste le DD, parce que tu as

> besoin de connaissances sur plein d'aspects, parce que ça ne se limite pas juste au cycle de vie des matériaux, mais je pense à l'extraction ou de la destruction de l'habitat à l'interaction et à l'effet que ça a sur les espèces qui sont là, et l'interaction que ça a avec d'autres affaires. Il faut que tu penses à un million d'affaires, puis je ne pense pas que tu peux t'attendre de tous les ingénieurs de savoir tous ces aspects du DD, donc je pense que ça prendrait des spécialistes en DD qui vont focusser là-dessus, puis que tous les autres ingénieurs soient capables de facilement communiquer avec eux.

Le participant 4 pense que tous les ingénieurs devraient être formés au DD et conscientisés, parce qu'ils sont les acteurs du développement. Il souhaite que l'EDD soit généralisée à tous les niveaux du primaire, du secondaire et du postsecondaire :

> Selon moi, ça devrait être tous les ingénieurs. Mais non seulement tous les ingénieurs, mais aussi je veux dire au secondaire puis au primaire là. […] oui les ingénieurs, il faut qu'ils soient conscientisés sur ça, parce que ce sont eux autres qui développent des trucs là, mais le petit Jimmy chez lui, il faut qu'il sache recycler, il faut qu'il sache faire, je veux dire que ce n'est pas parce que tu as un DEP, admettons, que tu ne devrais pas être conscientisé. Puis que tu ne devrais pas avoir eu d'éducation en fonction de l'environnement etc. Donc ça devrait être tous les ingénieurs, mais aussi des sphères plus basses d'éducation là, moins avancées.

Le participant 2 est d'avis que tous les ingénieurs devraient être formés au DD. Il a également abordé l'importance de la conscientisation de toute la population : « Je pense que oui, les ingénieurs c'est important, mais je pense que si toute la population était conscientisée - on l'est tous un petit peu mais encore un petit peu plus là ! - ça aiderait ».

La participante 6 est pour la formation de tous les ingénieurs en DD pour les entrainer à adopter la vue d'ensemble dans leurs études et à reconnaitre les procédés les moins nocifs pour l'environnement. Cependant, elle trouve que les ingénieurs spécialisés en

DD ou en environnement sont moins compétents que les autres, tellement le domaine est vaste :

> Moi je suis de l'avis que ça devrait être tous les ingénieurs. […]. Je trouve que savoir c'est quoi le procédé d'extraction qu'il peut améliorer dans la mesure du possible, mais après ça, oui c'est sûr que l'ingénieur mécanique sans connaitre exactement c'est quoi le procédé de l'extraction de l'aluminium, bien il peut savoir que l'aluminium c'est, son procédé d'extraction est plus nocif qu'un autre matériau par exemple. Puis je pense que c'est un peu dans cette optique là que chaque ingénieur devra être formé sous un angle de DD, parce que c'est d'adopter, je pense que chaque ingénieur devrait être en mesure d'avoir cette vision d'ensemble là alors que quelqu'un qui est formé en DD, bien il connait tout, mais il ne connait rien au fond. C'est sûr qu'il y a des spécialités après ça et bien oui comme, je vais le reprendre, l'ACV mais ça, c'est une spécialité vraiment spécifique. Puis on peut dire que cet ingénieur-là, il est en DD, mais qu'il étudie quoi ? Il étudiait génie chimique ou génie industriel avant et s'est ramassé à faire ça alors je pense que tous les ingénieurs devraient l'être là, c'est sûr c'est intéressant là un BAC en génie de l'environnement, mais c'est quoi génie de l'environnement ou du DD là ?

Après avoir pris connaissance de la vision globale du programme chez les participants, nous avons pensé à détailler les représentations des participants concernant les cours et les différentes activités qu'ils vivent dans le cadre de leur programme. Nous avons également tenté d'organiser les liens que les participants ont tissés entre les cours disciplinaires offerts et le DD dans le sous-thème « cours ». Les réponses des participants ont été classées sous des sous-thèmes « approches d'apprentissage » et « compétences ».

#### 4.3.3.2 Cours

Avec la première question posée aux participants sur leur formation, « Est-ce que vous avez abordé le DD dans vos cours à l'université ? Si oui, comment ? », nous avons remarqué une insatisfaction chez les participants. Quelques-uns ont répondu par la

négative, et ceux qui ont affirmé avoir été exposés à du contenu en DD ont soit trouvé que le contenu était très réduit, soit que les cours étaient peu pertinents. Les répondants ont soulevé des problématiques, comme le fait que les cours soient compartimentés, que les études de durabilité soient non guidées et que les apprentissages relatifs au DD soient non évalués.

Le participant 1 a d'abord répondu ne pas avoir suivi de cours proprement dit sur le DD, mais avoir assisté à une conférence dédiée au DD dans un de ses cours : « j'ai assisté à une conférence dans le cadre de mon cours qui était justement sur le DD, mais je n'ai pas eu de cours là-dessus. C'était vraiment une conférence que j'ai participé en gros là ». Le participant 2 a répondu qu'il a vu des notions superficielles dans un de ses cours et que ce n'était pas évalué : « Moi j'en avais vu un petit peu en philo au cégep, mais à l'université on avait parlé en chimie organique fondamentale, mais c'était juste survolé. Ce n'était pas matière à examen ». Le participant 3 a mentionné que le DD n'est jamais abordé dans ses cours. Le participant 4 a déclaré avoir brièvement étudié quelques lois déontologiques de la profession d'ingénieur et a exploré la responsabilité de l'ingénieur envers l'environnement et l'humain dans un de ses cours, mais il a clairement signifié son insatisfaction de ce contenu :

> Je pense qu'on a touché un petit peu juste un petit peu dans le cours de SST santé et sécurité au travail surtout dans le code déontologique 2.01, ce que l'ingénieur doit prendre en considération et ses obligations envers l'humain et l'environnement. Je pense qu'on avait vu juste des lois, juste en passant mais pas grand-chose par exemple.

La participante 6 a déclaré avoir abordé des notions de DD dans presque tous ses cours. Elle a cité quelques notions de DD vues dans ces cours, mais elle a terminé son intervention avec une note de déception d'insuffisance des notions de DD étudiées :

> J'en ai un peu presque dans tous mes cours de génie chimique. En fait j'en ai eu un cours aussi complet en analyse de cycle de vie. On a parlé justement de la vision systémique de toute la chaine de production, comment il faut prendre en compte des impacts environnementaux, comment calculer l'impact carbone d'un produit ou d'un procédé et j'en ai parlé aussi en matériaux polymères, donc tous les vieux plastiques. Tout ça dans chaque cours un peu on le voit, mais avec parcimonie je dirais.

Lorsque nous avons demandé des précisions concernant le cours de philosophie en génie susceptible d'aborder des notions liées au DD, le participant 5 a dit ne pas avoir du tout apprécié le cours de philosophie et qu'il aurait aimé que celui-ci soit remplacé par un cours sur le DD ou bien sur les impacts de l'être humain sur l'environnement pour mieux conscientiser les étudiants :

> Je ne me souviens pas tant que ça, mais c'était probablement parce que ce n'était pas pertinent. Là je vais être bien franc avec toi. Je n'allais pas au cours, puis je ne faisais rien qu'apprendre ce que j'avais à apprendre pour les examens, puis bien *anyway,* la philosophie que j'avais à apprendre, je l'avais apprise avant. Ce qu'on voyait ce n'était pas pertinent là, ça devrait être enlevé du programme. Personnellement ça devrait être remplacé par bien plein d'autres choses qui pourraient remplacer ça, mais probablement le cours de DD ou, encore mieux, ça serait un cours qui présente c'est quoi les gros enjeux auxquels la population fait face. Eh bien là plutôt les enjeux qui seront causés par les humains, parce que j'ai l'impression que c'est ça le gros problème, parce qu'on a bien beau parler du DD, c'est que j'ai l'impression que la plupart des gens n'ont pas vraiment conscience de c'est quoi les gros problèmes, puis il y en a juste un paquet là.

En analysant les réponses, dont les extraits seront cités dans les parties « cours », et « approches », nous avons remarqué une différence entre les programmes des universités, comme l'a remarqué le participant 5 après l'intervention de la

participante 6 lorsqu'elle décrivait le lien du DD avec le cours de chimie du vivant. Ces deux étudiants suivent le même programme dans deux universités différentes et le cours de chimie du vivant est absent dans le programme du participant 5. La différence concerne les spécialités en génie. Nous avons en effet remarqué que ce sont les étudiants en génie chimique qui citent le plus d'exemples de liens entre le DD et leurs cours, et qui ont mentionné des notions et connaissances directement liées au DD comme l'ACV ou bien les procédés de traitement du plastique. Une autre distinction a été notée dans les réponses des participants qui sont en début de cursus (participants 1, 2 et 3) et ceux qui sont en fin de cursus (participants 4, 5 et 6). Les nouveaux étudiants (2e session) qui ont dit ne pas avoir fait de cours sur le DD ont ajouté qu'ils ne savaient pas s'ils allaient le faire plus tard. Cette dernière distinction est visible dans les réponses de deux participants répondant à la prochaine question sur les projets. Le participant 2 a signifié sa méconnaissance de contenu de DD dans des cours futurs et croit peut-être que c'est en recherche qu'il aborderait ces notions :

> Bien à date j'ai juste eu une session alors je ne pourrais pas vraiment dire, mais ça, on avait abordé ça en chimie organique, le côté chimie verte. Mais on n'a pas beaucoup élaboré souvent, vu qu'on a une contrainte de temps pour les laboratoires, ça va être plus des molécules déjà synthétisées. On ne voit pas vraiment comment aller la chercher dans l'environnement. C'est plus sur des projets de recherche, je crois, qu'on pourrait opter vers un côté plus de DD.

Le participant 3, dans un extrait en lien avec les projets réalisés en classe, a déclaré ne pas savoir s'il va étudier les principes de DD dans le futur : « Moi j'ai juste une session de faite, mais à date, les projets n'ont aucun lien, mais c'est sûr que ce sont des projets comme d'introduction moins développés et regarder moins d'enjeux, plus un peu les

principes de base. Je ne sais pas si ça va venir avec le temps-là ». Nous avons espéré avoir des détails concrets sur les liens de DD perçus par les participants dans leur formation en posant une autre question : « Pouvez-vous donner un exemple d'une situation d'apprentissage lors de laquelle on fait ressortir un lien entre l'ingénierie et le DD ? C'est une petite répétition, mais est-ce que vous pouvez développer un petit peu plus en citant un exemple concret d'une situation d'apprentissage ? » La participante 6 a réitéré sur son insatisfaction de la quantité de contenus de DD offerts dans les cours, une critique concernant l'objectif économique principal derrière les études de durabilité demandées. Elle a également cité l'apprentissage de l'ACV et des liens interdisciplinaires avec la biologie :

> C'est sûr faire des calculs appliqués d'ACV, c'est assez concret, mais d'autres cours, admettons génie du vivant, qui est un cours de biologie, bien on voit des procédés biologiques. Évidemment c'est mieux que n'importe quel procédé chimique, mais sinon un peu dans le même style que [Participant1], nous on nous répète souvent d'essayer de récupérer la chaleur dans un procédé pour sauver sur l'énergie et tout ça. C'est sûr c'est un côté, eux ils vont dire « ah, c'est ça le DD qu'on voit dans nos cours », c'est ça qu'ils disent que c'est du DD. Mais dans le fond, c'est vraiment le côté économique qui mène la raison pour laquelle on fait ça. Ce n'est pas nécessairement l'environnement, mais c'est vraiment le côté économique puis c'est ça qu'ils nous le vendent comme ça aussi là.

Le participant 4 a quant à lui cité un exemple de simulation de micro-réseau dans un projet. Le lien qu'il perçoit est le fait que les micro-réseaux sont durables, dans le sens qu'ils minimisent les coûts de production tout en réduisant les GES : « Dans notre projet d'équipe en 4$^{e}$, on travaille sur un simulateur en temps réel d'un micro-réseau. On sait très bien maintenant que les micro-réseaux sont très favorables pour minimiser les coûts de production ainsi que minimiser la dissipation des gaz toxiques, notamment

le $CO_2$, donc c'est ça ». Les réponses des autres participants ont un peu dévié de la question, malgré les explications de ce que c'est qu'une situation d'apprentissage précisées par la directrice de recherche (2e animatrice). Ils ont beaucoup plus débattu sur la finalité économique derrière le DD et sur le capitalisme et sa compatibilité (ou non) avec le DD, que nous avons déjà exposés dans le thème « RS du DD en génie ». Ceci nous a poussée à être un peu plus directive dans une question directement liée aux projets réalisés en cours de formation.

#### 4.3.3.3 Projets

En génie, l'apprentissage par projets est très présent. Pour cette raison, nous avons jugé pertinent de documenter la perception des liens que tissent les participants entre le DD et les projets réalisés en classe. Nous avons donc posé la question « Quelle est la place accordée à l'apprentissage par projet dans votre formation et est-ce qu'il vous arrive de faire des liens avec les enjeux du DD dans ces projets ? ».

Le participant 5 est catégorique sur le fait qu'ils réalisent beaucoup de projets, mais que les liens avec le DD sont absents : « C'est carrément juste ça des projets, sauf qu'il n'y a jamais aucun lien avec le DD ». Le participant 4 a réalisé un projet d'énergie renouvelable, mais dit ne pas avoir eu le réflexe de faire une étude de durabilité. Il a par contre pris en charge la réduction des coûts : « En fait, concernant notre projet, c'est un projet d'énergie renouvelable, mais franchement, on a n'a pas pensé au côté DD, on a juste vu le côté financier et comment minimiser les coûts de production ». Le participant 2 a dit avoir survolé le DD dans les projets réalisés. Il croit cependant

pouvoir les aborder dans des projets de recherche. Nous comprenons également par ses propos que c'est aux étudiants que revient le choix d'un projet en lien avec le DD et qu'ils peuvent trouver un enseignant qui s'alignerait sur ce choix :

> On l'a vu, mais on n'a pas mis l'accent dessus. On l'a juste survolé dans le fond. Peut-être dans certains projets de recherche pour ceux qui veulent plus aller vers à date le DD et peuvent trouver un projet avec leur professeur qui irait dans cette ligne-là, mais ce n'est pas nécessairement quelque chose qu'on a vu avant.

Le participant 3 ne perçoit pas également les liens avec les projets réalisés en classe et se demande si cela va se faire dans les prochains projets : « à date, les projets n'ont aucun lien, mais c'est sûr que ce sont des projets comme d'introduction moins développés et regarder moins d'enjeux, plus un peu les principes de base et je ne sais pas si ça va venir avec le temps-là »[4]. Le choix laissé aux étudiants de considérer le DD dans leurs projets pourrait sous-entendre qu'il n'y a pas de directives claires ou d'incitations à le faire par les enseignants. Dans l'intervention de la participante 6, cette supposition a été infirmée, puisqu'elle dit qu'il existe souvent une partie dédiée au DD dans les projets intégrateurs annuels : « Bien nous, en génie, nous avons un projet intégrateur par année puis dans ces projets-là, il y a souvent comme une section DD où il faut faire une analyse descriptive de DD », mais elle a expliqué que cette intégration du DD est formelle et centrée sur les coûts des projets, ensuite orientée vers l'étude des impacts environnementaux sans créer des liens entre les deux aspects. Elle critique fortement la présentation du DD comme une juxtaposition séparée des trois piliers

[4] Cet extrait a été cité ultérieurement dans la section « cours »

(économique, environnemental et social) et se plaint de cette façon de faire sans interactions entre les piliers :

> Mais c'est juste de savoir comment, genre c'est quoi les impacts sur la société ? Mettons ton projet c'est quoi les coûts ? Combien ça va coûter à peu près ? Puis les impacts environnementaux. Mais c'est vraiment, vraiment boiteux, c'est mauvais. Bien, ils présentent le DD pas comme un ensemble mais vraiment comme trois piliers. Ils disent trois piliers, mais c'est plus comme trois parties séparées et arrange-toi avec ça.

Elle termine son intervention par un constat de refus d'une telle définition séparatrice du DD et montre clairement sa frustration : « Moi je ne considère pas ça comme du DD, mais c'est ça qu'ils nous donnent ». Le manque d'orientation a été plus visible dans d'autres extraits, dans lesquels la même étudiante a indiqué qu'il était seulement demandé d'étudier la durabilité dans les consignes des projets, sans vraiment expliquer la procédure pour le faire. Elle répète que les consignes sont centrées sur l'étude économique au dépend de l'étude environnementale :

> Il y avait un point, c'était une étude de DD, mais ils ne nous ont pas guidés dans comment faire une étude de DD, et puis ça disait juste bien de faire l'étude de DD, en racontant c'est quoi les coûts environ, faire une étude économique, mais l'étude environnementale, ce n'est pas notre projet.

La participante, en répondant à la question qui suivra sur les qualités de l'ingénieur, a abordé le principe large de l'interdisciplinarité (des différentes spécialités du génie et des diverses disciplines en général), qui ne s'applique pas assez dans les projets selon elle. Elle le favorise par rapport au principe plus étroit du travail d'équipe dans les projets :

> Le travail en équipe, ça pourrait ne pas être juste avec mon équipe d'ingénieurs, mais à travailler de manière interdisciplinaire. Je trouve qu'on en fait pas assez nous, en projet. En fin de bacc., c'est le projet en DD, c'est de concevoir un

> bâtiment écoresponsable, mais on travaille avec des architectes. C'est correct mais c'est la seule fois dans notre bacc, qu'on travaille avec une autre discipline. Puis je trouve que le travail en équipe, je pense que ça devrait, en tout cas, avec d'autres disciplines aussi et pas juste avec nos collègues d'ingénieurs là.

La participante 6 a également dénoncé ce que nous proposons d'appeler « l'effet vitrine », pour ne pas utiliser le concept *greenwashing* propre au monde de l'industrie et du *marketing*. Elle n'est pas d'accord sur le fait de qualifier le projet de durable juste parce qu'il est réalisé dans une usine de recyclage de plastique : « Notre projet, c'était une usine qui recyclait du plastique, mais c'était juste de dire « oh notre usine était *clean* parce qu'on recycle du plastique », mais ce n'est pas plus que ça, ce n'est pas guidé ni évalué ».

#### 4.3.3.4 Évaluation

Nous avons vu dans les extraits précédents que les participants pensent que les études de DD dans leurs projets n'étaient pas guidées ni évaluées. Le participant 2 a également abordé l'absence d'évaluation du contenu lié au DD dans un de ses cours : « à l'université, on avait parlé en chimie organique fondamentale, mais c'était juste survolé, ce n'était pas matière à examen ». Dans le prochain extrait, la participante 6 a quand même cité quelques points positifs d'acquisition de connaissances liées au DD, comme le calcul de l'empreinte carbone. Cependant, elle a critiqué les manquements de l'évaluation de l'analyse de l'impact environnemental de leur projet. Elle a précisé que dans le projet intégrateur en 1re année, la prise en charge des enjeux de DD n'était ni bonifiée, ni pénalisée :

> Ils nous faisaient faire un calcul d'empreinte carbone, d'émission de $CO_2$ ou des trucs comme ça mais, ça fait déjà plus concret que juste dire ah dans notre projet 1, on pouvait carrément dire n'importe quoi et ça passait là. Ce n'est pas concret, et puis on ne voyait pas vraiment les impacts sur notre procédé, et même si notre procédé n'était pas écologique tant que ça, ça ne changeait rien. On faisait l'analyse mais, au final, il n'y avait pas de points accordés à ça et il n'y avait pas de pénalité si le procédé n'était pas écologique ou si c'était mal calculé.

Nous avons constaté que la participante 6 insiste sur l'apprentissage concret pour mieux percevoir les impacts sur les procédés, ce qui nous mène à documenter les autres approches d'apprentissages plus pratiques et contextualisées comme les stages, les visites et les sorties sur terrain.

#### 4.3.3.5 Visites et stages

Nous avons posé la question « Est-ce-que vous avez eu l'opportunité d'apprendre en contexte réel comme dans un stage ou bien lors d'une visite par exemple ? Et là aussi est-que vous avez perçu des enjeux liés au DD ? » Le participant 1 a déclaré que lors de sa visite à une usine, il n'est pas arrivé à percevoir les traces écologiques et que tout ce qu'on lui a fait visiter comme chaines automatisées représentait pour lui des efforts pour faire du profit :

> J'ai visité une usine à un moment donné qui était, tout était vraiment informatisé finalement, ce sont des robots qui faisaient tout, mais c'est un peu dans le but de sauver de l'argent initialement. Il n'y a pas pratiquement d'employés dans le sens qu'on peut voir que c'est une sorte de DD, mais vue à base même s'ils voulaient nous faire croire que c'était écologique encore une fois dans le but de faire de l'argent.

Dans un autre extrait déjà cité, il explique que le seul aspect rappelant le DD était le toit vert dont cette usine était dotée, ce qui nous rappelle le *greenwashing* et l'image

verte qu'on essaierait d'y refléter. Le participant 5, dans un long extrait, a raconté son expérience de visite à une usine de démoulage par injection de plastique où il a pris connaissance des procédés de recyclage du plastique et a déconstruit l'image très négative du plastique véhiculée par les médias d'après ses dires. Il a compris, par cette visite, que le plastique était avantageux par sa facilité de recyclage et son prix de revient relativement bas en comparaison avec d'autres matériaux comme le verre, qui nécessite une grande énergie de chauffage, ou le bois, qui exige des procédés de traitement complexes et chronophages. Ce participant est convaincu que le plastique est la meilleure matière à recycler, mais qu'il est mal utilisé et que c'est un aspect non abordé par l'ingénierie :

> J'ai fait une visite à une usine de démoulage par injection plastique, puis on a parlé beaucoup des plastiques et de la mauvaise réputation que le plastique a, et qui n'est pas vraiment justifiée, parce que si on y pense le plastique c'est la matière la plus facilement recyclable, puis si tu compares ça à du verre, le verre il faut qu'il chauffe ça [beaucoup] avant de le faire fondre. Si tu compares ça à des métaux et si tu compares ça à du bois, c'est peut-être plus renouvelable, mais ça prend plus de temps et il faut quand même que tu coupes, que tu extrais et que tu classes et ça a besoin de plus de temps. […] Je pense qu'il y a un gros aspect éthique qui est dû à ce que les gens ne savent pas, et que ça devrait être enseigné, surtout au niveau de l'ingénierie, parce que les autres lorsqu'ils terminent, ils vont faire quoi avec les produits qui vont être vendus ?

La participante 6 a fait part de sa désagréable surprise de constater que le volet écologique n'est pas du tout abordé dans l'usine d'aérospatiale ou elle a effectué un stage. Au contraire, elle a jugé que cette usine était trop axée sur la performance technique, et s'est rendu compte que cette dernière gaspillait énormément les matériaux à cause des normes très strictes. Elle croit que les apports pour instaurer le DD sont possibles dans n'importe quel domaine, y compris en aérospatiale :

> Bien moi, j'ai fait un stage en aérospatiale. C'est intéressant de voir à quel point il n'y a rien qui est écologique là-dedans. Mais tu sais, ce n'est pas intéressant, ce n'est pas surprenant que [inaudible], mais il y a tellement, tellement de choses qui peuvent être en aérospatiale, juste que ce sont des matériaux qu'ils ne peuvent pas utiliser, des matériaux recyclés. Même si l'avion est fait en métal presque dans son entièreté, mais ils ne peuvent pas à cause des normes, et puis des trucs comme ça, mais après ça, même dans l'usine, il y avait beaucoup, beaucoup de pièces et de matériaux qui étaient gaspillés à cause du recyclage et puis tout ça. Même dans les conversations dans les bureaux ou dans l'innovation, il n'y avait aucune piste d'innovation écologique, c'était juste performance, performance, performance puis je ne trouve pas intéressant, il y a toujours quelque chose à faire dans n'importe quelle industrie, même en aérospatiale je pense[5].

Ces expériences de situations d'apprentissage contextualisées relatées par les participants nous font comprendre que l'atteinte des objectifs de tisser des liens entre le DD et l'ingénierie dépend du choix de l'usine ou de l'entreprise elle-même. Les participants ont soulevé des problématiques au niveau des cours pauvres en connaissances de DD et ont souvent évoqué que, dans les cours, les projets, les stages ou les visites, ils n'arrivaient pas à percevoir les liens avec les principes du DD. Pour nous, c'est un désir de développement de compétences qu'ils souhaitent, mais ils n'ont à aucun moment nommé ou énuméré ces compétences. Nous avons alors supposé que les participants ne connaissaient pas explicitement les qualités que l'ingénieur doit développer avant de diplômer.

#### 4.3.3.6 Compétences

Pour tirer au clair notre supposition de méconnaissance des compétences professionnelles en ingénierie par les participants, nous avons posé la question « Dans

[5] Une partie de cet extrait a déjà été citée dans la section « vision technocratique »

la formation des ingénieurs, on parle souvent des 12 qualités que doit acquérir un ingénieur avant la fin de sa formation. Est-ce-que vous connaissez ces 12 qualités ? Est-ce qu'on vous en a parlé dans votre formation ? »

Seuls deux participants ont répondu. La participante 6 a déclaré les avoir oubliées, malgré la consigne de les apprendre par cœur, mais qu'elle savait où les retrouver : « Oui, on est amenés à les apprendre par cœur puis je ne les connais plus mais je sais elles sont où ». Le participant 5 a signalé que ces qualités ont été présentées comme une formalité sans importance : « Nous, on nous les a présentées comme une formalité qui ne valait pas la peine d'être mentionnée là. […] elles sont juste incluses dans le plan de cours parce qu'ils n'ont pas le choix de les mettre là ! » Nous avons alors posé une autre question pour voir si au moins les deux étudiants qui ont répondu avoir pris connaissance de ces qualités en reconnaissaient les liens avec le DD : « Est-ce-que vous percevez des liens entre ces 12 qualités et les principes du DD ? ». Cette question a suscité beaucoup d'intérêt chez les participants, le participant 2 a demandé s'ils pouvaient avoir accès à ces qualités, le participant 5 a demandé depuis quand ces qualités ont été définies (surement pour savoir pourquoi elles ne prenaient pas plus de place que d'être indiquées symboliquement dans un plan de cours comme il l'a mentionné plus haut) et les participants 5 et 6 se sont mis à les chercher sur Internet (plan de cours et BCAPG). Après énumération des 12 qualités par la 2e animatrice (directrice de recherche), la participante 6 a donné l'exemple du lien de la qualité « analyse des problèmes » avec le principe de vision globale en DD. Elle a abordé également la formation continue et le manque de formation des enseignants en

environnement, un sous-thème que nous aborderons séparément. Elle pense que le DD peut être intégré de différentes manières et partout, et ne pas être identifié à une compétence ou qualité particulière :

> C'est dans plusieurs aspects, que ce soit l'analyse de problèmes, au lieu d'analyser seulement ton petit problème, c'est d'avoir une vision globale. Le problème c'est que les impacts, ça pourrait être ailleurs que ce soit sur la société ou sur l'environnement. […]. Après ça, l'apprentissage c'est la formation continue et l'apprentissage continu. C'est bien ça aussi pourquoi nos profs ne sont pas au courant de tous les impacts et des problématiques environnementales. Je pense que ça peut tellement être intégré, ça ne va pas être une qualité ou une compétence. L'environnement et le DD ça devrait être inclus un peu dans tout.

La participante 6 a continué à inspecter les 12 qualités une par une et à explorer les liens possibles avec le DD. Nous mettrons dans la liste suivante les qualités des ingénieurs et leur correspondance ou lien possible avec le DD entre parenthèses, telles qu'elles ont été formulées par la participante 6 :

a) Connaissances en génie (connaissances en DD comme le calcul d'impact carbone ou l'ACV).
b) Analyse de problèmes (vision systémique).
c) Investigation (centrée sur l'environnement).
d) Conception (conception durable, ressources utilisées bien choisies, produit fini recyclable).
e) L'utilisation d'outils d'ingénierie (tellement vaste qu'elle ne veut pas développer).
f) Travail en équipe (collaboration, interdisciplinarité)
g) Communication (adapter le discours technologique au discours environnemental, communication entre les ingénieurs et ceux spécialisés en environnement).
h) Professionnalisme (ça va dans tout)
i) Impacts de génie sur la société et l'environnement (lié directement au DD)
j) Déontologie et éthique
k) Économie et gestion de projet (impacts sur l'environnement et la société)
l) Formation continue (faire évoluer ses connaissances en DD)

### 4.3.4 ENSEIGNANTES ET ENSEIGNANTS

En analysant le discours des participants, quelques propos ont concerné les enseignants et leur responsabilité dans l'intégration du DD dans la formation des futures ingénieures et des futurs ingénieurs. Pour ce point précis, les participants n'ont pas été totalement d'accord. Le participant 5 rejette la responsabilité d'intégrer le DD sur les enseignants et juge qu'ils ne sont pas coopératifs et que le système éducatif est très lent à changer :

> C'est parce que ce n'est pas nous autres [étudiants] qui décidons, c'est vous autres [enseignants] et je pense même qu'on vous donnait des avertissements vous n'écoutiez pas et puis, de façon générale, changer le système c'est très lent. Si on ne pense rien qu'à la première réforme qui a eu, d'après moi, il y avait des affaires qui étaient censées être intégrées ne sont même pas encore faites.

La participante 6 ressent elle aussi la lenteur des changements en faveur du DD du système universitaire. Elle croit que plusieurs enseignants sont motivés pour intégrer le DD dans leur cours, mais qu'ils ne sont pas informés ni adéquatement formés pour le faire. Elle pense également que ces enseignants rencontrent des difficultés de planification et n'ont ni le temps, ni les ressources nécessaires pour pouvoir modifier leurs cours. Elle précise également que les enseignants sont trop pris par la recherche scientifique au dépend de l'évolution de leurs cours :

> Je sais qu'à [mon université], il y a plusieurs professeurs qui aimeraient ça en parler, mais qui n'ont pas soit les connaissances pour ça, parce que même eux, ils ne sont pas assez informés. Ils ne sont pas au courant ou ils n'ont pas eu des formations c'est comme dire. Mon deuxième point c'est qu'ils n'ont pas le temps de reformer leur cours, ils n'ont pas les ressources pour. Comme moi j'ai travaillé avec un professeur, puis justement, c'est d'essayer de changer le cours dans mon stage en tout cas, puis il était tellement tellement pris dans ses projets de recherche qu'il n'avait pas le temps à mettre pour son cours. Donc je me dis

> si c'est comme ça pour tous les professeurs, c'est sûr que nos cours deviennent un peu désuets et n'évoluent pas. Ils n'ont pas le temps d'évoluer. Je pense que la machine est encore plus grosse et que c'est lent, lent à changer et ce n'est pas évident là.

Le participant 5 est d'accord sur le manque de temps pour la mise à jour des cours, mais il a dénoncé deux autres aspects négatifs, soient le manque de coopération et l'absence de communication entre les professeurs. Il perçoit des liens entre les différents cours, mais trouve que ces liens ne sont pas exploités et que les enseignants n'en tiennent pas compte :

> Les fondements du problème c'est que les professeurs n'ont pas le temps de se mettre à jour et aussi il n'y a pas de coopération entre les professeurs, […] moi il y a des cours qui sont directement en lien avec un autre cours, mais les professeurs ne sont clairement pas aidés parce que au lieu d'utiliser des méthodes qu'on a apprises dans un autre cours, ils nous réapprennent l'autre méthode, on a l'impression qu'il n'y a pas de liens entre les cours mais il faut que ça se tienne, ça se prendrait que tous les professeurs soient conscients de ce qui est enseigné dans les autres cours au moins un minimum là. Même au niveau des examens et des projets, c'est tout le monde qui devrait être coopératif. Ça ne devrait pas être que chaque prof qui décide qu'est-ce qu'il enseigne et qu'est-ce qu'il fait comme projet qui fait ça indépendamment de tout le monde, il manque de coopération et de communication entre les enseignants.

Le participant 4 pense que les professeurs sont des exécutants du système éducatif et qu'ils ne sont pas directement responsables. Pour lui, la solution réside dans les réformes éducatives pour instaurer le DD dans la société : « ce ne sont pas les profs qui décident non plus, les professeurs ne sont pas les *boss*. Ils sont là, mais ça reste des pions du système là. C'est à la base, ça reste les dirigeants puis l'éducation, il faut des réformes pour que les gens qui votent, votent pour les bonnes personnes puis après ces bonnes personnes prennent les bonnes décisions ».

Le participant 5 pense qu'il faut du financement pour recruter plus de professeurs. Il croit également que les enseignants, pour mieux assurer leur charge pédagogique, ne devraient pas se consacrer à la recherche scientifique : « Ça prend plus d'argent pour avoir plus de profs, il y a la recherche à l'université donc ça prend un prof qui enseigne et puis un prof qui fait de la recherche. Et puis s'il fait de la recherche, c'est plus rendu un prof là mais pour avancer il faut que tu coupes les salaires ». La participante 6 a également évoqué le besoin de financement, mais elle a précisé que c'est pour offrir de la formation continue aux enseignants et pour leur laisser plus de temps pour se charger de l'intégration du DD dans leurs cours. Elle profite pour réexpliquer que les enseignants ne sont pas les seuls responsables de cette intégration, mais que ceci demandait le recours de tout le monde :

> C'est sûr qu'il faudra mettre plus d'argent pour peut-être pour avoir de la formation continue. Il en faut d'autres enseignants ou donner un peu plus de *lousse* aux professeurs dans l'université […], c'est une grosse machine et c'est mondial, c'est comme ça que les systèmes universitaires fonctionnent, comment on change de système ça c'est la *job* de tout le monde je pense.

### 4.3.5 PROPOSITIONS

Lors de l'entretien de groupe, nous avons pu collecter les opinions et les attitudes des participants sur le DD et sur son intégration dans leur formation. Parmi toutes les idées émises, beaucoup de critiques ont été notées, mais des propositions de solutions ou des pistes de changement et d'amélioration ont également été relevées.

#### 4.3.5.1 Intégration du DD dans la formation en génie et en éducation en général

Plusieurs participants ont suggéré que le DD occupe plus de place dans leur formation. Le participant 5 a dit que le DD devrait occuper une place centrale en éducation en général, car la crise environnementale est très urgente, et en génie spécifiquement parce qu'il considère que les ingénieurs sont des acteurs actifs dans le développement économique et, par conséquent, des agents susceptibles d'orienter la société :

> Il devrait avoir une place centrale ! Je pense que tous les cours devraient aborder toutes les notions dans le contexte de développement durable parce que c'est de l'humanité qu'on parle […], je pense que toute l'éducation devrait être axée là-dessus, mais en génie en particulier, parce qu'on a la chance de diriger la société dans une autre direction, car c'est nous autres qui développons les produits et puis c'est nous autres qui déterminons ce qui s'en va sur le marché là.

#### 4.3.5.2 Apprentissage systémique et contextualisé

La participante 6 pense également que le DD doit être intégré dans tous les cours : « L'environnement et le DD, ça devrait être inclus un peu dans tout, mais en tout, c'est ce que je vois là ». Cette participante a proposé que l'apprentissage du DD devrait s'offrir de manière continue à travers des exemples. Nous interprétons cette proposition par une nécessité d'apprentissage transversal contextualisé : « Je suis d'accord avec tout ça et puis justement, je pense que ça devrait être intégré à travers tous les exemples dans tous nos cours il faudrait toujours en parler ». La participante 6 propose que l'enseignement du DD soit plus appliqué et concret et souhaite que la vision systémique soit adoptée : « Le fait de penser à ce qui dévie, je trouve que c'est déjà mieux là. Je pense un peu plus global que juste faire par silos là et dire "ah" mais mon truc est *clean* dans le fond, je recycle du plastique ».

#### 4.3.5.3 Empowerment

Le concept « *empowerment* » n'a pas été évoqué explicitement par les participants, mais nous l'avons utilisé car il est reconnu en EDD comme le développement du savoir-agir et du pouvoir-agir (Redondo, 2020). L'*empowerment* pourrait être considéré comme l'élargissement de la liberté de choix et d'action de la communauté (Kamagenge, 2012). Le participant 5 a dit que les cours en DD devraient les orienter à bien choisir les entreprises pour effectuer leurs stages où ils pourraient aisément participer au changement en faveur du DD. Cette proposition est pour nous une invitation à offrir un enseignement qui développe le pouvoir agir et le savoir agir (*empowerment*) :

> Ça me fait penser qu'un cours de DD devrait nous permettre d'identifier les endroits où il y a moyen d'apporter des changements, et d'éviter de les envoyer dans les endroits où ce qu'on n'a pas vraiment. Par exemple, ça c'est un cas ou dans l'aérospatiale, c'est quelque chose qu'on ne devrait pas s'en aller voir ça, parce que tu ne seras pas capable de faire voler un avion avec des matériaux qui ne sont pas des matériaux composés avec des propriétés super particulières et puis qui les rendent difficilement recyclables, difficilement remplaçables.

#### 4.3.5.4 Enseignement interdisciplinaire et collaboratif

Le participant 5 souhaite que les enseignants devraient échanger entre eux, coordonner les cours, les projets et les examens et prendre des décisions ensemble :

> Ça prendrait que tous les professeurs soient conscients de ce qui est enseigné dans les autres cours au moins un minimum là. Même au niveau des examens et des projets. C'est tout le monde qui devrait être coopératif. Ça ne devrait pas être que chaque professeur qui décide qu'est-ce qu'il enseigne, qu'est-ce qu'il fait comme projet et qui fait ça indépendamment de tout le monde. Ils manquent de coopération et de communication entre les enseignants.

Les autres participants n'ont pas proposé directement l'interdisciplinarité, mais leur mécontentement de l'enseignement du DD isolé nous montre qu'ils réclament un enseignement du DD interdisciplinaire.

#### 4.3.5.5 Évaluation

Nous avons vu dans la section « évaluation » que trois participants avaient soulevé la problématique de l'absence de l'évaluation des apprentissages liés au DD. Cette critique sous-entendrait une proposition d'intégrer le DD dans leur formation et de le soumettre à l'évaluation.

#### 4.3.5.6 Financement

Le participant 5 a suggéré d'investir dans l'éducation, d'augmenter les financements pour pouvoir intégrer le DD et de copier les modèles réussis :

> Il faut que tu augmentes les financements, mais il faut que la société au complet réalise que, pour investir plus dans l'éducation, puis peut-être qu'on investisse moins ailleurs, parce qu'on n'a pas le choix de couper ailleurs sans qu'on risque de couper dans l'éducation. Mais à long terme, c'est la seule solution là. On peut prendre exemple sur d'autres endroits qui ont fait ça et puis clairement ça marche là.

Le participant 1 a également évoqué la nécessité de subventionner les projets à vocation de durabilité pour amener des changements significatifs en faveur de l'instauration du DD dans la société :

> Je crois que s'ils favorisaient le coté comme des subventions ou de mettre de l'avant les projets à DD, peut-être, que ça inciterait le monde à plus aller dans ce sens-là […] Je pense s'il y avait quand même des subventions pour ces projets-là, je pense que ça pourrait vraiment aider à aller de l'avant.

# 5 DISCUSSION

Dans ce chapitre, nous discutons les résultats obtenus par le biais du questionnaire et de l'entretien de groupe au regard des objectifs formulés dans la problématique. La première partie sera centrée sur la discussion des RS du DD chez des futurs ingénieures et ingénieurs étudiant au Québec. La deuxième partie va cibler la discussion de leur RS vis-à-vis du DD en ingénierie, alors que la troisième partie, visera la discussion de leurs RS de l'EDD.

Nous discuterons ces résultats par rapport au cadre théorique afin de montrer l'apport de nouveauté ou de valeur. Dans cette partie, nous décrivons également ce qui nous a paru prévisible ou imprévisible et nous évaluons à quel point cette étude a répondu à nos questions de recherche. Nous présentons les limites de notre travail ainsi que quelques recommandations en vue d'explorer de nouveaux questionnements.

## 5.1 REPRÉSENTATIONS SOCIALES DU DD

Nous commencerons par discuter les thèmes liés à la RS du DD. Des recommandations suivront la discussion pour quelques thèmes.

### 5.1.1 CONSENSUS SUR UNE REPRÉSENTATION CENTRÉE SUR L'ENVIRONNEMENT

Les résultats issus du questionnaire et de l'entretien de groupe ont révélé que les étudiantes et les étudiants en génie qui ont participé à la recherche semblent avoir une

représentation du DD centrée principalement sur l'environnement. En effet, rappelons que la question spontanée posée aux étudiants pour définir le DD a été résumée par un développement socioéconomique tout en protégeant l'environnement à travers la gestion de l'énergie et de l'exploitation pérenne des ressources par des comportements responsables individuelles et par le biais de solutions technologiques.

Le noyau central de la représentation a englobé les concepts environnement, avenir et énergie avec une nette dominance du concept environnement.

L'analyse de l'entretien de groupe a également révélé une tendance de centration sur l'environnement avec une insistance sur la gestion de l'énergie et la préservation des ressources au profit des générations futures.

Ces résultats ne sont à nos yeux pas étonnants, car ce constat a également été observé dans l'étude de Barthes, Jeziorski et Legardez (2014), où les étudiantes et les étudiants en études internationales français et allemands ont eux aussi répondu à la même question spontanée en citant le plus souvent et en premier les concepts environnement, énergie et avenir.

Ce qui pourrait expliquer cette tendance à définir le DD comme étant un développement qui respecte l'environnement est le fait que l'EDD a été précédée par son ancêtre l'ERE, processus d'éducation continu qui favorise les actions concrètes de protection de l'environnement. La génération de notre population interrogée a surement été formée au secondaire à l'ERE et non pas à l'EDD, puisque l'EDD a été principalement diffusée par le plan stratégique 2017-2022 du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. Ce plan quinquennal (MEES, 2019) n'a

pas concerné nos répondants, qui étaient déjà au post-secondaire. L'étude réalisée pour sonder les cégépiens sur le DD (Environnement-Jeunesse, 2018) a également révélé qu'environ un étudiant sur deux donne beaucoup d'importance au DD et que cette importance se manifeste par les habitudes quotidiennes contre le gaspillage de l'eau, en faveur de la gestion des déchets et pour une consommation responsable. Selon Moliner (1992), le noyau central de la RS est très influencé par la mémoire collective du groupe et dépend de l'historique des constructions cognitives, affectives et comportementales des individus d'un même groupe et justifie leur consensus. La formation initiale en ERE avant l'université justifierait peut-être la focalisation de la RS du DD sur l'environnement.

D'un autre côté, l'urgence climatique, la perte de biodiversité et la dégradation de l'environnement se font de plus en plus ressentir et nous supposons que leur médiatisation aurait nourri la focalisation de la RS du DD sur l'environnement. En effet, plus de la moitié des répondants au questionnaire ont dit ne pas avoir été sensibilisés au DD et la majorité de ceux qui ont répondu affirmativement ont rapporté l'avoir été par les médias. Comme les médias ciblent le public en général, il serait normal que cette sensibilisation soit vulgarisée et couvre essentiellement les gestes écoresponsables de tous les jours.

Jeziorski (2014) a décrit cette focalisation sur l'environnement comme une tension de non-reconnaissance de la complexité et des différentes interactions avec les piliers social et économique du DD. En raison de cette focalisation sur l'environnement, nous

sommes d'avis qu'une vision plus globale et complexe du DD gagnerait à être proposée aux étudiants et aux étudiantes de génie.

La représentation de protection de l'environnement par la gestion de l'énergie a été projetée directement vers l'avenir. Cette représentation serait influencée par la définition du DD de Brundtland, c'est-à-dire « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (CMED, 1987, p.51) et cela, bien que le concept de DD ait beaucoup évolué depuis ce rapport de 1987. En effet, comme nous l'avons vu dans le chapitre I, le concept de DD aboutit à l'atteinte des objectifs des Nations Unies fixés sur la protection de l'environnement et le bien-être socio-économique. Nous avons vu également que dans les sphères technologiques, le DD est orienté vers la gérance environnementale et la responsabilité sociale. Retrouver le concept avenir dans le noyau central peut être considéré comme un point positif et suppose que les répondants arrivent à se projeter dans l'avenir et pourraient anticiper les dégâts causés à long terme par des comportements non écoresponsables. Cependant, ce même concept avenir pourrait également être vu d'un angle purement utilitariste puisque, dans les témoignages des répondants, ce concept est toujours jumelé avec les ressources ou les besoins, ce qui nous pousserait à relier cette représentation à l'anthropocentrisme. Sauvé (2011) avait mis l'accent sur cette représentation de l'environnement comme un bassin de ressources qui peuvent être exploités.

Jeziorski (2014) a quant à elle, fait remarquer que la représentation environnementaliste du DD focalisée sur la préservation des ressources par une

consommation responsable pour les générations futures est généralisée pour toutes les nations et toutes les disciplines. Un des participants de notre étude a soulevé la problématique de la surpopulation par rapport à la pérennité des ressources. Là encore, le sujet est débattu puisque des experts en études stratégiques perçoivent la surpopulation comme un frein au développement, alors que d'autres la voient comme un moteur de développement. Charbit et Gaimard (2015) expliquent que, certes, la surpopulation est un facteur important à prendre en considération en pensant à la pérennité des ressources, mais ils précisent que d'autres facteurs plus nombreux et complexes entrent en jeu, comme la distribution non équitable des richesses, l'urbanisation déséquilibrée des territoires, les mouvements migratoires déclenchés par les guerres, les changements climatiques, les politiques non participatives des pays et spécialement par les choix alimentaires et les décisions agronomiques non responsables.

Pour ce dernier point, un participant à l'entretien de groupe est convaincu qu'une partie de la solution aux problèmes environnementaux est bien le végétarisme et la réduction des déchets. Toutefois, les résultats issus de l'entretien de groupe ont dévoilé une certaine difficulté de quelques étudiants à anticiper l'avenir et à entreprendre des actions pro-environnementales aux dépens de leur propre intérêt et confort. Demarque, Monaco, Apostolidis et Guimelli (2011) présentent une étude qui a révélé que ce sont les conditions sociales qui entourent une personne qui sont susceptibles de déterminer son implication envers la protection de la nature et l'aider à mieux percevoir les risques

dans le futur et prendre en compte dans le temps les conséquences de son comportement non responsable écologiquement.

Nous comprenons de là que pour être plus impliqués dans des actions responsables qui ne seront peut-être pas bénéfiques pour eux à court terme, les étudiantes et les étudiants en génie pourraient être conscientisés aux enjeux environnementaux et incités à adhérer à des associations environnementalistes étudiantes ou externes.

Cet encouragement pourrait, à notre avis, être initié par l'université ou par des organismes soit sous forme de bourses ou de reconnaissance morale visible sur le campus ou dans les médias. Initier et encourager la communauté étudiante en général à entreprendre des initiatives pro-environnementales pourrait être réalisé grâce à une formation formelle adaptée à visée socioéconomique et environnementale et aussi par le biais d'une formation informelle comme l'organisation d'événements sur le campus par le bureau du DD de l'université, par les associations étudiantes engagées en DD, par d'autres organismes ou avec des programmes de partenariat avec des entreprises écoresponsables.

### 5.1.2 SOUS-REPRÉSENTATION DU VOLET SOCIAL

Dans l'étude de Barthes, Jeziorski et Legardez (2014), les étudiants polonais ont répondu différemment par rapport aux étudiants français et allemands. Le noyau central de la représentation du DD des étudiants polonais a contenu les termes environnement, développement, équilibre et égalité, contre environnement, ave nir et énergie pour les étudiantes et les étudiants français et allemands. La RS du DD par ces derniers étudiants la moins significative a été le volet social. Cela semble être le cas également pour les étudiants en génie québécois ayant participé à notre recherche. Cependant, aux concepts ressources, social et attitudes correspondent les concepts responsabilité et précaution dans l'étude ciblée par la comparaison (Barthes, Jeziorski et Legardez, 2014) et ceci peut signifier que les étudiants en Master études européennes attribuent la gestion des ressources à une responsabilité collective.

Un enseignement socioconstructiviste contextualisé et qui cible des problématiques réelles, actuelles et urgentes pourrait aider à conscientiser les apprenants aux aspects sociaux du DD. Comme les populations les plus vulnérables sont souvent les plus touchées par les problématiques environnementales et sociales, mettre les futurs ingénieures et ingénieurs en contact avec elles, par l'entremise de stages, par exemple, pourrait contribuer à ce qu'ils développent un sentiment d'empathie et un intérêt pour le volet social en général.

D'après Abric (1994), la représentation repérée dans le noyau central constitue une représentation consensuelle, socialement partagée, stable et difficilement modifiable.

Viser les zones périphériques qui sont plus souples, en prise avec les conjonctures quotidiennes et disponibles serait plus adéquat à faire évoluer ou transformer une RS.

Rappelons que dans les trois zones périphériques, nous avons classé simultanément les catégories de concepts en fonction de la fréquence d'évocation et de l'importance accordée à ces concepts en situant leur rang moyen d'apparition.

Ainsi, la première zone périphérique renferme letermes ressources, attitudes et social, qui sont les plus fréquemment évoqués, mais considérés comme moins importants par les répondants. Cette zone est une zone potentielle de changement et ses éléments complètent le noyau central. Cela rejoint notre proposition d'exposer les futur ingénieures et ingénieurs aux enjeux sociaux et de les soutenir pour qu'ils adoptent des comportements et en place des initiatives socialement responsables et respectueuses de l'environnement.

### 5.1.3 REPRÉSENTATION DU VOLET ÉCONOMIQUE

Dans la zone de contraste (termes évoqués assez tôt, donc importants, mais nommés moins fréquemment), on a retrouvé les concepts développement, technologie, projet, économie et équilibre.

Une minorité de répondants donne une grande importance au volet économique du DD et considère que pour que le développement soit durable, on doit, en plus de protéger l'environnement, assurer un équilibre avec l'économie à travers des solutions

technologiques. D'après Abric (1994), la zone de contraste présente des tensions en stabilité et est donc favorable à modifier la RS globale.

Le terme « équilibre » dans cette zone a rassemblé les concepts équilibre et compromis. Nous avons noté que, dans l'entretien de groupe, ces concepts sont également présents. Nous jugeons que l'équilibre est nécessaire à respecter dans chaque sphère du DD. La notion d'équilibre dans la sphère économique concerne le profit et la gestion durable. Dans la sphère sociale, les besoins vitaux de tous les peuples présents et futurs, riches et pauvres devraient être satisfaits Dans la sphère environnementale, la protection de tous les écosystèmes et à long terme devrait être assurée. Le compromis gagnerait par ailleurs être observé entre ces trois dimensions par ajustement des intérêts socioéconomiques sans mettre en danger les écosystèmes.

### 5.1.4 REPRÉSENTATIONS INDIVIDUELLES

La dernière zone périphérique qui renferme les concepts les moins cités et les moins importants aux yeux des répondants représente des avis individuels non partagés, mais qui sont proches de la réalité pratique. Les concepts gestion des déchets, savoir, transport, projet, gouvernance et qualificatif ont été repérés dans cette zone.

Le concept gestion des déchets, malgré son éloignement du noyau central de la RS, a été débattu pendant l'entretien de groupe et a fait émerger les notions de responsabilité individuelle à travers les écogestes, de responsabilité collective à travers les gestes

électoraux réfléchis et à travers l'implication dans des associations, de responsabilité des industriels pour marquer les produits et faciliter leur recyclage par exemple et la responsabilité de l'état pour faire respecter les lois sur le recyclage et sur la protection de la nature en général.

Ce concept spécifique gestion de déchets a également été lié aux attitudes des répondants en faveur du DD.

### 5.1.5 ATTITUDES

Nous avons vu que le DD est perçu par plusieurs répondants comme la solution aux problèmes environnementaux. D'autres le considèrent comme un défi énorme et complexe. La manière dont les répondants perçoivent le DD influerait sur leurs attitudes et guiderait leurs comportements. Un des participants est convaincu que la planète est en danger et entreprend des mesures de réduction et recyclage de déchets rigoureuses, d'autres participants voient le DD comme un simple concept publicitaire. Cela nous a un peu surprise, mais nous croyons que cette perception est due à l'avis négatif qu'ont les étudiantes et les étudiants à propos des agissements des entreprises qu'ils ne trouvent pas assez responsables socialement et environnementalement. Dans la partie concernant l'interprétation de résultats, nous avons également dégagé deux positionnements principaux des répondants à l'égard du DD (les engagés et les moins engagés). Là également, nous regrettons la petite taille de notre population pour pouvoir dresser une typologie des attitudes des participants. Il

aurait été intéressant de pouvoir mieux documenter ces attitudes pour proposer des pistes d'action afin de changer les comportements des étudiantes et des étudiants, puisqu'il existe un lien direct entre les croyances, les attitudes et les comportements à l'égard du DD (Bonnefoy, Weiss et Moser, 2010). La réponse de la majorité des participants à la question « qui est responsable d'instaurer le DD dans la société ? » a été: « tout le monde ». Platt (1973) a mis en garde contre cette responsabilité partagée entre les différents acteurs de la société, qui cause la dilution de cette responsabilité et finalement, des individus peuvent se décharger en comptant sur les autres.

Lors de l'entretien de groupe, un participant éprouvait de la difficulté à renoncer à son confort pour réellement s'investir dans le tri de déchets, un autre a déclaré recycler par discipline familiale et n'est pas sûr de continuer une fois en appartement et un troisième a déclaré produire entre 8 et 9 livres de déchets par années. Nous avons constaté que les convictions se rapprochaient, mais que les actions sont très diversifiées. Dans la formation en génie, il serait souhaitable de sensibiliser les apprenants tout en travaillant sur les actions individuelles, sur celles de groupe, sur le devoir-agir, le pouvoir-agir et le comment-agir. Des approches en psychologie sociale environnementale seraient pertinentes pour contrer les normes de surconsommation et de consumérisme ancrées dans la société, surtout que les comportements proenvironnementaux et les représentations de chaque individu expliquent et prédisent ses comportements au travail (Wittenberg et Fleury-Bahi, 2011).

Le fait que les futurs ingénieures et ingénieurs partagent le même noyau central que des étudiants français et allemands, mais qu'il soit différent des Polonais dans l'étude de Barthes, Jeziorski et Legardez (2014) nous laisse supposer que l'aspect socioculturel influe sur la RS. Nous avons veillé alors à pousser la comparaison aux zones périphériques pour mieux comprendre quels sont les moyens déployés par les étudiantes et les étudiants en génie pour concrétiser la représentation environnementaliste énergétique et intergénérationnelle retrouvée dans le noyau central. Nous avons remarqué que les futurs ingénieurs avaient une vision technocratique comme les Allemands (évocation des concepts comme l'industrie, la technologie, l'innovation) et que leurs pratiques s'éloignent un peu des Français, qui misaient beaucoup plus sur l'éco-efficience, alors que chez les étudiantes et les étudiants en génie, les concepts de gestion des déchets et de transport sont assez éloignés du noyau central.

Nous avons procédé à une autre comparaison avec une étude menée par Jeziorski (2014) chez des futurs enseignants québécois en sciences et technologie et en univers social ainsi que des futurs enseignants français en sciences de la vie et de la terre et en histoire-géographie. Il s'est avéré que les représentations du DD chez tous les groupes confondus sont focalisées sur l'environnement et que les concepts évoqués dans les zones périphériques des futurs ingénieurs québécois s'approchent beaucoup plus de ceux évoqués par les futurs enseignants québécois de sciences et technologie et français sciences de la vie et de la terre que de ceux en histoire et géographie et univers social. Ceci nous pousse à supposer que le champ de spécialité en sciences

pures ou en sciences humaines influe également sur la concrétisation de la RS. Il se peut que la RS change d'une spécialité à l'autre en sciences pures ou d'une discipline à une autre en génie. En effet, nous avons vu que le participant étudiant en génie électrique évoquait plus les énergies renouvelables, celui en logistique parlait de transport, le chimiste s'attardait sur la récupération du plastique. Dans ce cas, une formation au DD spécifique à la discipline d'attache serait peut-être nécessaire.

### 5.1.6 REPRÉSENTATION SOCIOPROFESSIONNELLE

L'analyse de la zone muette vise à faire ressortir les non-dits de la RS. En effet, la question de substitution dans le questionnaire « si on demandait aux étudiants et aux étudiantes en génie au baccalauréat au Québec, qu'auraient-ils répondu ? » a fait ressortir une stabilité de contenu du noyau central. Cependant cette question a révélé l'existence d'une représentation plus riche contenant des termes professionnels au niveau des zones périphériques. Plusieurs concepts présents dans la question d'évocation spontanée sont réapparus avec plus de précision technique (ex. tri sélectif de déchets au lieu de déchets). De nouveaux concepts (collaboration, communication, opinion, équipe, code d'éthique, collectivité, partenariat, produire autrement, stratégie d'amélioration continue, adapter les programmes d'éducation et d'enseignement) ont émergé. Cet enrichissement des concepts évoqués pourrait traduire l'existence d'une représentation professionnelle, mais une autre possibilité est à prendre en considération, celle que les répondants ont eu l'occasion d'y réfléchir une deuxième

fois. D'après Lac, Mias, Labbé et Bataille (2010), on ne pourrait parler de représentations professionnelles (RP), mais de représentations socioprofessionnelles, puisque ces représentations sont en voie de construction. Dans le même article, plusieurs études qui sont présentées ont montré la coexistence de RS et RP dans un même groupe. Nos répondants sont encore des étudiants et n'ont peut-être pas encore fini de bâtir une représentation professionnelle commune et riche, donc nous préférons parler de représentation socioprofessionnelle incluse dans la RS.

Notre première remarque est que les RS sont contextuelles, puisque les mêmes personnes interrogées ont répondu différemment selon qu'on les interroge en tant qu'individus isolés ou en tant qu'individus faisant partie d'un groupe donné (ici, c'est le groupe des futurs ingénieures et ingénieurs). Nous pourrions croire que cette remarque serait utile pour choisir d'offrir la même formation en DD pour tous les futurs ingénieures et ingénieurs ou bien la différencier selon les différentes spécialités du génie. La deuxième remarque est que la RS est susceptible de changer à travers le temps au sein d'un même groupe professionnel selon l'expérience. Cette deuxième remarque a été constatée lors de l'entretien de groupe. En effet, les trois répondants finissants ont souvent abordé des aspects de génie de leurs disciplines respectives, alors que les trois autres étudiants en début de formation citaient des exemples généraux et évoquaient plus des pratiques écoresponsables de tous les jours. Il nous semble plus pertinent de proposer des premières notions en DD dès le début de la formation en génie pour initier les étudiantes et les étudiants au DD, les sensibiliser et les y responsabiliser en

préparation à une formation plus contextualisée et plus spécialisée les années suivantes.

Nous cherchions à documenter dans notre étude les RS du DD et de l'EDD à travers le questionnaire et l'entretien de groupe mais, à notre surprise, une RS du DD en génie a aussi émergé dans le discours des répondants.

## 5.2 RS DU DD EN GENIE

Rappelons que les répondants ont décrit le monde de l'ingénierie comme un milieu qui vise d'abord le profit puis, dans un second temps, la préservation de l'environnement. Ils ont présenté une RS du DD en génie globalement centrée sur l'économie et majoritairement basée sur une vision technocratique de leur rôle d'ingénieur. Les participants ont évoqué quelques qualificatifs à connotation négative comme le *greenwashing* et l'incompatibilité du développement durable avec le capitalisme.

### 5.2.1 REPRESENTATION DU GENIE CENTREE SUR L'ECONOMIE

Nous n'avons pas pu comparer cette représentation économiste du génie avec d'autres études, bien que nous ayons élargi la recherche en utilisant les mots clés suivants : RS du génie, RS de l'ingénierie, RS de la technologie, RS de l'industrie. Il se peut que cette représentation soit partagée par d'autres étudiants en génie, mais qu'elle ne soit apparemment pas partagée par les entreprises. En effet, Lourdel (2005) a étudié l'évolution de l'ingénierie sur une trentaine d'années et a remarqué que, dans les années 2000, les entreprises disaient ne pas uniquement se soucier du rendement financier

comme dans le passé. Bon nombre d'entreprises contemporaines (en France) déclarent intégrer ou vouloir intégrer la réflexion à long terme pour anticiper les risques et les opportunités et l'engagement éthique en abordant les problématiques sociales et en respectant les règlementations de protection de l'environnement (Lourdel, 2005). Cependant, l'auteure (Lourdel, 2005) fait remarquer que ces changements sont lents et que l'intention ne suffit pas. Ce sont les démarches concrètes dans les pratiques de l'ingénierie qui ramèneraient de réels changements de durabilité.

### 5.2.2 DESACCORDS DU DD EN GENIE

Les participants n'étaient pas tous d'accord sur les liens qui existent entre le DD et l'ingénierie. Leur point commun était la critique d'une ingénierie basée sur l'économie, mais les propositions faites pour une ingénierie cohérente avec leur représentation environnementaliste du DD a pris des formes diversifiées. Adapter des applications pour s'inscrire dans une démarche de croissance durable, adopter une vision globale durable de l'ingénierie se basant sur une exploitation rationnelle des ressources, ne pas miser uniquement sur l'innovation et la compétitivité et viser une ingénierie systémique et interdisciplinaire, changer de stratégie et s'orienter vers une économie locale pour minimiser le transport sont les propos des participants qui avaient accompagné leur débat politique, éthique, économique et philosophique.

Le caractère polysémique et contextuel qu'a le concept DD a été décrit comme « effet caméléon » par Gutsats en 1983 (dans Boiral et Croteau, 2001), puisque le DD fait

l'objet de plusieurs interprétations souvent controversées, mais qui font réfléchir les gestionnaires sur l'environnement. Il serait pertinent de faire débattre les étudiants et les étudiantes sur les controverses qui entourent le DD en ingénierie et de les faire discuter sur leur vision de ce qui est une ingénierie durable et de ce qui ne l'est pas. Dans l'interview filmée dans la chaine de Syntec-Ingénierie (2021), Klein a expliqué qu'il est très important que les ingénieurs discutent entre eux des sujets controversés de la technologie et de ses effets sur la société, surtout qu'ils ont des positions très diversifiées entre technophilie, technophobie et technolâtrie. D'après ce professeur ingénieur de formation initiale, les ingénieurs devraient également diffuser leurs idées au public pour que les utilisateurs de la technologie comprennent ce que pensent les ingénieurs et ce qu'ils font pour alimenter les débats technicoscientifiques, car leur discrétion céderait le terrain à d'autres variantes de discours plus extrémistes et moins experts (Syntec-Ingénierie (2021). Klein décrit les ingénieurs comme les intellectuels de la technologie, car ils lisent beaucoup pour répondre aux besoins de la société et écrivent énormément pour fournir des rapports détaillés, ce qui nous guiderait vers la nécessité d'également former ces ingénieurs en communication et en argumentation.

### 5.2.3 GREENWASHING

Quelques participants ont déclaré que l'image verte qu'affichent les entreprises n'est qu'une vitrine publicitaire pour attirer et intéresser plus de consommateurs. Cette représentation du DD est à connotation négative. Furlow (2010) qualifie le

*greenwashing* de phénomène doublement négatif, puisqu'il contribue à tromper les consommateurs les moins vigilants et à compromettre la crédibilité des entreprises qui sont réellement responsables et durables. Pour permettre aux futurs étudiantes et étudiants en génie de distinguer les entreprises durables de celles qui prétendent l'être, leur formation devrait comporter la reconnaissance des pratiques responsables et des labels de durabilité authentiques.

Justement, dans l'article de Benoît-Moreau et Larceneux (2008), il est expliqué que la plupart des consommateurs ne prêtent pas attention aux pratiques du *greenwashing* comme la couleur verte utilisée ni aux mots vert, durable, écologique. Cependant, ils peuvent se faire influencer par des labels de durabilité octroyés par les entreprises elles-mêmes. Cette capacité d'identification du *greenwashing* serait bénéfique aux étudiantes et aux étudiants en génie en tant que citoyens consommateurs avertis, en tant que diplômés chercheurs d'emploi ciblant des entreprises en cohérence avec leurs valeurs d'écoresponsabilité et en tant que futurs ingénieures et ingénieurs soucieux de fournir des prestations durables et de préserver une bonne réputation de durabilité de l'entreprise où ils œuvreront. En parallèle de la reconnaissance du *greenwashing*, la formation en génie devrait inclure une reconnaissance des bonnes pratiques de responsabilité environnementale et sociale également au sein des entreprises.

### 5.2.4 SOUS-REPRESENTATION DU VOLET SOCIAL DU GENIE

En général, les enjeux sociaux n'ont pas été fortement liés à une représentation du génie par les participants. Seule la préoccupation pour le sort des générations futures a été évoquée en entretien de groupe. Pour ces raisons, il semble que la formation en génie devrait prendre en charge l'intégration ou le renforcement de la sociologie de la technologie dans ses programmes. Beaucoup d'entreprises utilisent les concepts « responsabilité sociale des entreprises » (RSE) et évitent le concept DD, qui est très général et beaucoup plus utilisé par les Nations Unies (Maymo et Murat, 2020). Les principales caractéristiques qui différencient la RSE du DD sont le côté volontaire de la RSE et son aspect spécifique à l'entreprise. L'entreprise qui s'engage dans une démarche RSE veille à instaurer le DD dans sa gérance et dans son plan d'action, conformément à la norme ISO 2600, non par obligation mais comme cadre directeur pour répondre aux défis sociaux et environnementaux (Helfrich, 2008). Comme pour le *greenwashing*, la formation en génie devrait apprendre aux futurs ingénieures et ingénieurs à distinguer les entreprises socialement responsables de celles qui ne le sont pas ou qui le sont moins. D'après Lejeune (2015), la formation en génie devrait inclure en général des notions concrètes et adaptées en sociologie de la technologie pour bien encadrer les futurs ingénieures et ingénieurs et les préparer aux rôles qu'ils pourraient exercer.

### 5.2.5 REPRESENTATION DU ROLE DE L'INGENIEUR

Dans les réponses au questionnaire, la majorité des étudiants pense que le rôle de l'ingénieur est de proposer des solutions technologiques et une minorité pense que l'ingénieur doit consulter le public ou peut prendre des décisions. Lejeune (2015) a aussi documenté ces rôles. Pour lui, pour accompagner l'utilisateur de la technologie, l'ingénieur devrait le consulter, être à l'écoute de ses besoins, prendre en considération ses retours pour lui faciliter l'exploitation de cette technologie. Cet accompagnement ne pourrait se faire adéquatement si l'ingénieur se contente d'exécuter des ordres ou d'innover sans consulter le public. Dans l'entretien de groupe, d'autres avis sont apparus, comme celui d'un participant qui s'appuierait sur la législation et les normes entourant la profession d'ingénieur qu'il a apprises dans le cours de déontologie et qu'il a à respecter pour accomplir son travail convenablement. Deux autres participants ont évoqué la nécessité de changer catégoriquement de système politique en renonçant au capitalisme au lieu d'essayer d'introduire le DD dans un système capitaliste alors qu'ils pensent qu'il y est incompatible.

### 5.2.6 INCOMPATIBILITE AVEC LE CAPITALISME

La problématique de non-compatibilité du DD avec le capitalisme qui a été soulevée chez les futur ingénieures et ingénieurs est similaire au résultat observé chez quelques répondants de l'étude de Jeziorski (2014). Dans cette étude, quelques étudiants considèrent que le DD est une bonne solution de rechange au capitalisme. Cependant,

d'autres répondants associent le DD à une croissance verte ou même à une décroissance. Finalement, une troisième catégorie d'étudiants pense que le DD est une pure utopie. Dans l'article de Hickel (2019), la contradiction est démontrée au sein même des 17 ODD. En effet, l'auteur explique que les objectifs 6, 12, 13, 14 et 15 ciblent la protection de la planète et le bienêtre de ses occupants, alors que l'objectif numéro 8 incite à une croissance économique mondiale continue de 3 % par an. Cet article s'appuie sur des données empiriques pour tester la validité de cette hypothèse d'incompatibilité des ODD 6, 12, 13, 14 et 15 avec l'ODD 8, en accordant une attention particulière à deux indicateurs écologiques clés : l'utilisation des ressources et les émissions de $CO_2$. Ce même article propose la révision de l'ODD 8 et propose d'autres solutions qui ciblent la réduction des inégalités entre et les pays et à l'intérieur d'eux au lieu de cibler une croissance globale. Dans la littérature, quelques modèles économiques alternatifs au capitalisme comme l'économie sociale et solidaire, l'économie locale, l'économie circulaire et l'économie équitable sont proposés et pourraient être explorés par les futurs ingénieures et ingénieurs pour développer une culture économique compatible avec le DD.

### 5.2.7 REPRESENTATION PROFESSIONNELLE PROJETEE DANS LE FUTUR

Dans notre étude, nous retenons que les futur ingénieures et ingénieurs sont pour le développement durable et insistent sur le volet environnemental, car ils voient justement que le monde du génie et de l'industrie sont davantage centrés sur

l'économie. Une autre question sur l'emploi convoité par les répondants après leur diplomation a engendré notre étonnement. À peu près le tiers des répondants ont dit choisir selon les avantages salariaux et sociaux offerts par l'entreprise et seulement le sixième d'entre eux ont l'intention de trancher selon les impacts environnementaux et sociaux de l'entreprise. Plusieurs facteurs pourraient influencer le choix de milieu de travail des répondants, comme la RS du génie centrée sur l'économie aux dépens de l'environnement, peut-être le manque de confiance en leur pouvoir de décision, en leur marge de manœuvre ou en leur pouvoir de changer les choses. Des efforts d'*empowerment* et de développement de capacité à se projeter dans l'avenir seraient des pistes pour les aider à réfléchir dès maintenant à leur rôle d'acteurs actifs et engagés pour le bien de l'environnement et de la société en parallèle avec d'autres aspirations légitimes d'innovation et de rémunération. Lors de l'entretien de groupe, la plupart des participants ont dit garder une attitude proenvironnementale dans leur futur métier. La participante 6 a dit qu'elle n'accepterait jamais de travailler dans une entreprise en désaccord avec ses principes et a cité l'exemple d'une raffinerie, relativement à une préoccupation environnementale. Un autre participant a avoué sa peur de ne pas trouver d'emploi conforme à ses valeurs. Cela nous oriente vers la nécessité d'informer les étudiantes et les étudiants de l'existence d'entreprises responsables et de les renseigner sur les normes de certification et indices de durabilité des entreprises. Les participants ont parlé de capacité de négocier leurs contrats de travail, de possibilité d'accepter ou refuser des tâches spécifiques, de l'opportunité d'influencer les collègues et également

de pouvoir contribuer au changement à travers les élections ou à travers la pression sur les élus.

Barthes, Jeziorski et Legardez (2014) ont également souligné qu'aucun des groupes d'étudiants qui ont témoigné dans leur étude n'envisageait d'action politico-citoyenne en faveur du DD, malgré une attitude positive envers le DD. C'est également ce que nous avons observé lors de l'analyse des données du questionnaire et de l'entretien de groupe. Dans le même ordre d'idées, Klein a exposé un constat à corriger de non-participation des ingénieurs (français) dans le Sénat ou le parlement, alors qu'ils ont les atouts pour y être des membres à part entière (Syntec-Ingénierie, 2021). D'après lui, les ingénieurs sont modérés, entrainés à faire des bilans d'avantages et d'inconvénients, capables d'imaginer un futur réaliste et aptes à relever des défis.

Dans une série d'entrevues, Ingénieurs Canada (2021) a échangé avec des élus ingénieurs pour parler de leur formation en ingénierie et de leur expérience professionnelle qui ont enrichi leur contribution en politique. La présentation de modèles d'ingénieurs engagés en politique aux étudiantes et aux étudiants en génie serait bénéfique pour élargir la vision de possibilités d'intervention et de contribution des futur ingénieures et ingénieurs dans la société et pour une politique éclairée et inclusive.

## 5.3 DISCUSSION DES RÉSULTATS DES RS DE L'EDD

Nous discutons dans cette partie les résultats issus du questionnaire et de l'entretien de groupe à propos des RS de l'EDD chez les futur ingénieures et ingénieurs.

### 5.3.1 INTÉRÊT POUR L'EDD ET SENSIBILISATION AU DD

D'après les réponses au questionnaire et le témoignage des participants à l'entretien de groupe, il s'est avéré que la grande majorité des répondants accorde une grande importance à l'EDD et est convaincue que la réussite de l'instauration du DD dans la société passe principalement par l'éducation. Les participants ont insisté sur la nécessité de généraliser l'EDD à toute la population et pour tous les niveaux scolaires. Ce grand intérêt a émergé dans les réponses à des questions comme celle sur la responsabilité d'instaurer le DD. Les résultats de l'étude de Jeziorski (2014) ont montré que les futur enseignants français et québécois, que ce soit en sciences ou en sciences humaines, ont en majorité manifesté un intérêt envers le DD pour l'étudier et envisagent de l'enseigner. De même, les étudiants en études européennes français, allemands et polonais ont également manifesté un intérêt au DD et à l'EDD (Barthes, Jeziorski et Legardez, 2014). Le sondage de Polytechnique Montréal (2021) a montré que les étudiants en génie sont intéressés par le DD et la moitié des répondants préfèrent réserver des crédits optionnels à des cours dédiés au DD.

Cet intérêt pour le DD et pour l'EDD devrait être exploité pour accompagner les futurs ingénieures et ingénieurs dans leur cheminement et maintenir et enrichir cette motivation en proposant des enseignements, des activités, des projets et des évènements pour les aider à transformer cet engouement en actions réelles envers le DD, que ce soit sur le plan personnel ou professionnel. C'est également une réponse claire et insistante à notre question de recherche: les étudiantes et les étudiants en génie

au Québec qui ont participé à notre étude sont bel et bien intéressés par le DD et par son intégration dans leur formation.

Pour la catégorie minoritaire des étudiants non intéressés par l'EDD, il serait intéressant de connaitre l'origine de ce manque d'intérêt pour y faire face. Si l'apprenant est désintéressé par méconnaissance des enjeux de durabilité, il est important de les aborder non pas de manière séparée, mais avec le contenu technologique (Catel, Dampérat, Jeannot, Jongmans et Jolibert, 2015). Si l'apprenant connait les enjeux de durabilité mais se sent impuissant, il faudrait travailler sur son sentiment de pouvoir agir. D'après Catel, Dampérat, Jeannot, Jongmans et Jolibert (2015), l'abord des enjeux de durabilité à grande échelle contribue à la déresponsabilisation, voire au désespoir (catastrophisme) des acteurs. C'est pour cela qu'il est recommandé dans ce texte, pour éviter de décourager les étudiantes et les étudiants, de cibler des problématiques précises et de viser des améliorations successives satisfaisantes sans nécessairement être optimales. Si l'apprenant est intéressé et connait les enjeux de durabilité (y est sensibilisé), il semble pertinent de pousser cet intérêt et cette connaissance au niveau supérieur de la responsabilité et de l'action.

En réponse à la question de sensibilisation au DD dans leur formation en génie, 42 % des répondants à notre questionnaire ont déclaré ne pas l'avoir été. La majorité de ceux qui ont répondu par l'affirmative disent l'avoir été principalement par les médias. Les autres ont été conscientisés dans les cours ou lors d'événements en faveur du DD sur le campus. Dans Jeziorski (2014), la majorité des futur enseignants (français et

québécois) ont répondu avoir été sensibilisés au DD, avec de légères disparités. Globalement, les futurs enseignants en sciences (ST et SVT) disent l'être plus que ceux en sciences humaines (HG et US). Jeziorski (2014) a laissé entendre que ceci est dû à la représentation environnementaliste du DD et au fait que l'environnement fait partie des programmes de sciences dans les deux pays. Il est donc clair qu'il est nécessaire de passer aussi par les cours pour sensibiliser les étudiantes et les étudiants au DD. Les étudiants français ont répondu par l'affirmative en plus grand nombre que les Québécois et Jeziorski (2014) a justifié cette dernière différence par une formation obligatoire du DD à tous les niveaux en France.

Du coté des participants à l'entretien de groupe, une insistance sur une formation au DD interdisciplinaire, contextualisée et évaluée a été signifiée. Le fait que beaucoup d'étudiantes et d'étudiants disent avoir été sensibilisés au DD par les médias dégage une piste d'action et de recours aux médias et aux réseaux sociaux. Ce sont des outils très consultés par les jeunes. On pourrait y proposer des capsules vidéo par exemple ou y promouvoir les activités universitaires et parauniversitaires en faveur du DD. Il serait aussi intéressant de faire connaitre aux futurs ingénieurs et ingénieures les associations et les partenaires engagés en DD.

### 5.3.2 PRÉSENCE DU DD DANS LE PROGRAMME

La moitié des répondants à notre questionnaire disent ne pas avoir abordé le DD dans leur formation. L'autre moitié a déclaré que le DD est présent dans le cursus, mais

seulement le tiers de ces derniers a dit avoir appliqué les principes du DD dans ses projets. Les autres ne l'ont pas fait, soit par absence de consigne allant en ce sens dans le cahier de charge et par manque de reflexe, soit par manque de temps ou de connaissances.

Des expressions comme « cours en DD non pertinents », « notions de DD survolées », « apprentissages en DD non évalués », « cours en DD compartimentés » et « démarches DD non guidées » ont été repérées dans l'entretien de groupe. Elles témoignent d'une insatisfaction des étudiants et des étudiantes vis-à-vis des cours dédiés au DD dans leur cursus. Ceci est contraire aux résultats du sondage de Polytechnique Montréal (2021), dans lequel plus de la moitié des répondants ont déclaré être satisfaits de leurs apprentissages en DD. Cependant, une nette différence dans le niveau de satisfaction des étudiants ayant complété le sondage de cette université a été notée entre les différentes disciplines. En effet, les étudiantes et les étudiants en génie géologique étaient le plus satisfaits par les notions de DD proposées, et ceux en génie électrique l'ont été le moins. Dans notre questionnaire, nous n'avons pas demandé aux participants de mentionner leur spécialité en génie ni le niveau d'étude ni l'université à laquelle ils sont inscrits. Cependant, à l'étape de la discussion de groupe, il a été observé que trois participants étaient à leur 2e session et les trois autres étaient des finissants. Nous avons remarqué que les nouveaux étudiants avaient beaucoup moins de connaissances que les autres et ne savaient pas s'ils allaient aborder le DD dans leur formation. Un participant pensait notamment que le DD n'allait s'aborder qu'en recherche aux cycles supérieurs. Il serait important d'expliquer les contenus des

programmes en génie et de faire la promotion des cours en DD qui s'y appliquent plus tôt dans le parcours des étudiants et des étudiantes, peut-être même avant leur admission, dans les journées portes ouvertes ou via les publicités des départements de génie.

### 5.3.3 CONTENU DES COURS DÉDIÉS AU DD

En ce qui concerne le contenu des cours, les participants ont mentionné des notions comme l'analyse de cycle de vie (ACV), le calcul du bilan carbone, la santé et la sécurité au travail (SST) et la déontologie de la profession d'ingénieur. C'est la pratique de ces notions dans les projets qui fait défaut d'après les dires des participants. Ces étudiants et étudiantes ont critiqué le cloisonnement des cours et la juxtaposition des notions sans contextualisation des apprentissages dédiés au DD. Ils ont également désapprouvé le fait que les enjeux de durabilité ne soient pas intégrés dès le début dans les projets, mais ajoutés à la fin et sans être évalués. Les participants ont également émis des recommandations en faveur d'apprentissages interdisciplinaires et concrètement intégrés à travers les projets. Nous craignons que tant que les cours de DD sont optionnels et que les notions de DD sont non évaluées, ils soient considérés comme non prioritaires ou non essentiels et donc délaissés par les étudiants et les étudiantes.

En observant les résultats du sondage effectué par Polytechnique Montréal (2021) sur le DD auprès de sa population étudiante, on remarque également que la majorité des

étudiants et étudiantes de cette école ont répondu que la plupart des notions dédiées au DD ont été brièvement abordées et une minorité de cours ont été déclarés principalement dédiés au DD. Les étudiants ont en grande majorité mentionné que les notions de DD ont été présentées sous forme de diapositives de notes de cours. Dans ce même rapport, il a été mentionné que contrairement aux attentes, l'identification DD des cours faite par le bureau du DD ne les a pas rendus plus attrayants. Pour attirer plus d'étudiants et d'étudiantes vers des cours qui traitent du DD, il serait intéressant de dépasser l'identification DD des cours et présenter les projets à vocation durable réalisés par les étudiantes et les étudiants des promotions antérieures et montrer les bons exemples de projets en ingénierie qui ont inclus le DD pour inspirer les étudiantes et les étudiants et les encourager à choisir des cours dédiés au DD.

Nous recommandons par ailleurs d'ajouter des mots clés dans la description des cours dans les plans de cours comme conception durable dans un cours de conception ou bien analyse de cycle de vie dans le cours « matériaux pour les ingénieurs », de manière à ce que ces notions soient abordées. Il serait également pertinent de proposer les cours dédiés au DD les plus pertinents dans la liste des cours obligatoires des programmes ou, à défaut, dans la liste de cours optionnels ou complémentaires. Nous proposons d'intégrer l'aspect social lorsque les aspects environnementaux et économiques sont abordés dans des cours existants.

Dans le rapport de Polytechnique Montréal (2021), presque la moitié des répondants ont dit préférer l'intégration des enjeux de DD au travers d'exemples du cours. Le tiers de ces répondants a réclamé un cours complet sur le DD mais spécifique à leur

programme. Un sixième de ces répondants a souhaité suivre un cours complet dédié au DD, mais général et obligatoire à toutes les spécialités.

Dans notre étude, nous avons posé une question de préférence de formation de base en DD pour tous les ingénieurs ou de formation d'ingénieurs spécialisés en DD. Les avis sont diversifiés, mais quelques participants ont émis une réponse intéressante de former tous les ingénieurs au DD pour les outiller à affronter les enjeux environnementaux, économiques et sociaux de l'ingénierie et les préparer à communiquer facilement avec les ingénieurs spécialisés en DD. Quelques conceptions initiales ont émergé dans cette discussion. Un participant croit que les ingénieures et les ingénieurs spécialisés en DD auraient moins de chance de trouver du travail après diplomation et qu'ils seraient plus vulnérables face aux mesures de réduction d'effectifs ou de licenciement dans les entreprises en se basant sur l'expérience de sa sœur. Une autre participante pense que les ingénieurs en DD sont moins compétents que les ingénieurs spécialistes tellement le domaine du DD est vaste. Notre vision, à la lumière des données et des écrits, est de former tous les ingénieurs et les ingénieures au DD en incluant les connaissances de base dans les premières sessions et les connaissances spécifiques à chaque discipline dans les sessions plus avancées.

La formation d'ingénieures et d'ingénieurs spécialistes en DD restera par ailleurs une discipline à part entière, comme les autres disciplines du génie, et les universités devraient mettre davantage en valeur les professions liées au DD et montrer les opportunités d'employabilité et d'adaptabilité professionnelle.

En ce qui concerne la perception des liens de durabilité dans les apprentissages pratiques hors cours, comme les stages et les visites sur terrain, les réponses des participants à l'entrevue de groupe ont été disparates entre satisfaction (lien avec l'environnement lors d'une visite d'une usine de recyclage de plastique, lien avec l'environnement et l'économie pendant la participation dans un projet de transport de minerais via des pipelines) et insatisfaction (aucun lien de durabilité lors d'un stage en aérospatiale, remarque de *greenwashing* lors d'une visite d'usine). Nous croyons que les apprentissages pendant les stages et les sorties sur le terrain sont très bénéfiques pour tisser les liens entre l'ingénierie et les principes du DD, mais cette disparité perçue chez les étudiants est peut-être due au choix non adéquat des entreprises visées par les stagiaires. Dans tous les cas, la multiplication des expériences pratiques permet aux stagiaires de mieux identifier ce qu'ils désirent faire plus tard ou tout au moins ce qu'ils ne souhaitent pas ou plus faire.

### 5.3.4 ORIENTATION

Il nous apparait ici un grand manque en orientation pour les stages qui occupent une partie importante de la formation en génie. En effet, les stages au Québec sont généralisés, notamment en génie. Ils constituent une bonne opportunité d'acquisition d'expérience professionnelle temporaire pour les stagiaires, mais restent mal présentés et peu documentés (Carrier-Plante et Retg, 2018). Les étudiantes et les étudiants font souvent des recherches personnelles parmi des centaines ou des milliers d'offres de

stage et se baseraient sur des critères de rémunération, de renommée de l'entreprise ou de son emplacement (proximité du logement ou au contraire désir de découverte d'autres villes ou pays).

Dans Dubruc et Boudarel (2010), le stage est désigné pour 70 % des étudiantes et des étudiants en génie (français) comme étant le facteur d'encouragement le plus important dans leurs études. Dans ce même article, le stage est décrit comme un support primordial pour aider les stagiaires à réfléchir sur le rôle de leur métier d'ingénieur ou ingénieure et à bien choisir et s'orienter vers une spécialité spécifique. Le stage permet donc de bien choisir son emploi et augmente par la même occasion les chances de se faire recruter. Dans de telles circonstances, il serait pertinent de l'exploiter pour effectuer des apprentissages solides en DD. Il existe des coordonnateurs et des coordonnatrices de stage dans les facultés et écoles de génie, mais en jetant un coup d'œil rapide sur les pages web dédiées aux stages, nous avons remarqué que le critère de durabilité n'est pas mentionné dans les exigences des universités. Seuls les liens avec l'industrie sont mentionnés.

Il serait pertinent d'orienter les stagiaires vers des entreprises écoresponsables et de leur apprendre à reconnaitre les labels et certifications de durabilité comme le certificat « B corp », « LEED », ou bien « ISO 26000 » pour choisir les entreprises en connaissance de cause. Il s'agit d'accompagner les futur ingénieures et ingénieurs à connaitre la profession d'ingénieur et à reconnaitre son évolution et les différentes compétences requises, notamment celles en lien direct avec la durabilité et responsabilité sociale. Dans le guide des carrières en DD proposé par HEC Montréal

(HEC, 2021), il est souligné que les parcours de professions en DD ne sont pas encore bien balisés et que les occasions de pouvoir travailler dans des carrières en DD sont limitées. Ainsi, les candidats à ces professions devront être intéressés, entreprenants et devront planifier leur cheminement pour pouvoir s'y embarquer.

L'accompagnement par des finissants dès la 1re année du baccalauréat pourrait être une piste de l'exploration des multiples aspects de la profession d'ingénierie. Il est également souhaitable que les enseignants et le campus participent à cet accompagnement vers le DD. Les bureaux de coordination des stages pourraient proposer aux entreprises la prise en charge des principes du DD dans leurs offres de stages. Il serait intéressant également de recommander aux enseignantes et aux enseignants en supervision de stages d'inclure les enjeux de durabilité et d'évaluer les compétences des stagiaires à comprendre ces enjeux et à les considérer dans leurs travaux et dans leurs rapports de stage.

### 5.3.5 COMPÉTENCES

D'après les résultats de l'entretien de groupe, la plupart des participants ne connaissent pas les compétences visées dans leur programme ou bien ils les ont effleurées dans les plans de cours. Pendant l'entretien, ils ont demandé à connaitre ces compétences et ont réussi à faire des liens étroits et directs entre ces compétences et les principes du DD. Une formation axée sur les compétences est censée mener les futurs ingénieures et ingénieurs vers l'élaboration d'un projet professionnel, alors que les représentations

qu'ont les étudiantes et les étudiants en génie de leur future profession sont vagues et ne renvoient pas forcément aux pratiques professionnelles effectives (Bachelet, Verzat, Hannachi et Frugier, 2004). Les futur ingénieures et ingénieurs ont tendance à voir leur profession comme un ensemble de tâches à exécuter ou comme une entreprise à viser et à rejoindre, et non comme une mission globale effectives (Bachelet, Verzat, Hannachi et Frugier, 2004).

Les participants à l'entretien de groupe ont dénoncé une présence symbolique des douze qualités de l'ingénieur dictées par le BCAPG dans les plans de cours sans établissement dans les apprentissages ni dans les évaluations. En observant les douze qualités, nous remarquons que la qualité 9, « impacts du génie sur la société et sur l'environnement », regroupe déjà deux piliers du DD l'environnement et la société. La qualité 10, « déontologie et équité », est en lien direct avec la responsabilité sociale. La qualité 11, « économie et gestion de projet », englobe le pilier économique du DD. Toutes les autres qualités peuvent être liées au DD en ajoutant des détails comme l'idée de conception durable au lieu de « conception » dans la qualité 4, ou bien « travail en équipe et interdisciplinarité » à la place de « travail en équipe » dans la qualité 6, etc.

### 5.3.6 ENSEIGNANTS ET ENSEIGNANTES

Lors de l'entretien de groupe, les participants ont critiqué les pratiques classiques de leurs enseignants et enseignantes comme l'isolement disciplinaire et la faible coopération entre eux, mais ont justifié ces critiques en déclarant que leurs professeurs

ne sont pas formés au DD et devraient suivre des cours en formation continue pour se mettre à jour avec les nouvelles exigences de la profession d'ingénieure et d'ingénieur. Cependant, la plupart des cours dédiés à l'enseignement du DD comme les cours « Didactique du développement durable » ou « Didactique de l'éducation au développement durable », sont entièrement dédiés à l'enseignement aux niveaux primaire et secondaire. Les enseignants en génie désirant se former aux principes du DD et à la didactique de l'EDD pourraient suivre ces cours et tenter de les adapter à leurs besoins ou bien suivre des formations fournies par l'OIQ ou de type MOOC. Les participants ont également soulevé le problème de manque de temps pour pouvoir intégrer le DD dans les cours et l'un des participants a mis en cause l'occupation des professeurs par la recherche scientifique aux dépens de la tâche d'enseignement. Nous sommes entièrement d'accord avec les participants que la formation continue des enseignantes et des enseignants en DD est nécessaire. Nous appuyons également la proposition des participants à leurs enseignantes et à leurs enseignants d'adopter une approche-programme. Catel, Dampérat, Jeannot, Jongmans et Jolibert (2015) insistent sur l'indispensabilité de la collaboration des enseignants et les échanges entre sciences humaines et sciences techniques pour enseigner les enjeux de durabilité.

Nous concluons que pour espérer généraliser l'EDD entre autres en génie, il faut absolument préparer les enseignants à tenir compte de la complexité de l'EDD. Une formation appropriée des enseignantes et des enseignants pour intégrer le DD a recours à des cours en histoire et philosophie des sciences, en sociologie de la technologie, etc.,

donc en sciences humaines, en plus des savoirs disciplinaires scientifiques et techniques.

Ceci revient à envisager un grand changement d'identité professionnelle qui pourrait être stressant et déstabilisant pour les enseignants (Ntebutse, 2010). La tâche d'axer l'enseignement en génie vers la prise en charge des enjeux du DD concerne toutes les parties prenantes comme les conseillers pédagogiques, les agents d'aide à l'apprentissage (bibliothécaires, agents de service aux étudiants...), les coordonnateurs de stage et les gestionnaires.

### 5.3.7 CHANGEMENT VERS LE DD

L'ÉDD nécessite le recours de tout le monde, et non la contribution isolée des enseignants. Il ne s'agit pas d'intégrer le DD comme une matière à part ou de l'intégrer timidement dans les cours, c'est plutôt un projet global qui requiert un changement organisé de vision, de stratégies et d'agissements. C'est un « changement de paradigme » comme décrit dans l'article de Diemer (2017) à travers six postulats que doivent appliquer les scientifiques pour s'inscrire dans une dynamique de DD. Il s'agit de tenir compte des enjeux de société sous forme de QSV, de gérer la complexité via l'interdisciplinarité, d'inclure la vision systémique dans les démarches méthodologiques, de considérer les dimensions multiples du DD (environnementale, économique, sociale, culturelle, éthique et politique), de considérer les échelles spatio-temporelles et d'induire les changements comportementaux (Diemer, 2017). Les

participants ont vu certains de ces liens lors de l'entrevue de groupe comme c'est le cas pour la gestion de la complexité par l'interdisciplinarité et la vision systémique. Nous avons également remarqué qu'une participante à l'entretien de groupe a évoqué son engagement associatif et a cité les apports de son association étudiante dans l'instauration du DD sur le campus. Nous insistons sur l'importance de la collaboration des associations étudiantes, du bureau du DD et des organismes partenaires et actifs sur les campus pour aider et participer à l'instauration d'une EDD complète et continue à travers des projets réels sur le campus ou dans la communauté. Les efforts en vue d'instaurer une culture de durabilité pourraient également exploiter les occasions privilégiées en célébrant par exemple les journées clé comme la journée mondiale de l'ingénierie durable ou la journée des femmes en génie. Des boites à outils sont disponibles sur les sites des universités et qui proposent un soutien aux enseignants désirant intégrer le DD dans leur enseignement. Il est peut-être nécessaire de dédoubler les efforts de promotion et de publicité pour faire connaitre ces ressources et y faciliter l'accès. La communication des pratiques écoresponsables et des initiatives d'intégration du DD réussies sur les sites web des campus ou lors des journées de recrutement aiderait pour se démarquer et attirer les futurs étudiantes et étudiants soucieux du DD.

Plusieurs recommandations et idées émergent, mais pour engager le changement, il nous semble important de recenser les obstacles et les défis de l'EDD pour mieux guider les interventions.

### 5.3.8 LES OBSTACLES ET LES DÉFIS DE L'EDD

Nous nous sommes contentée de discuter des difficultés et des défis rapportés par les participants ou détectés chez ces derniers lors de l'entretien de groupe. Les principales difficultés nommées étaient celles d'équilibrer les dimensions du DD et ne pas réduire le DD à sa dimension environnementale, d'opérationnaliser les objectifs du DD et de prendre en charge la complexité des interactions de ces ODD et la gestion des compromis, des priorités, des risques et des incertitudes liés aux solutions technologiques proposées par l'ingénierie.

Nous avons vu également que les participants ont critiqué le cloisonnement des disciplines dans leur formation. En effet, ce morcellement des disciplines et la surspécialisation sont actuellement considérés comme des obstacles à un enseignement qui tient compte des problématiques liées au changement climatique et à l'énergie (Catel, Dampérat, Jeannot, Jongmans et Jolibert, 2015). Nous pouvons fort probablement généraliser ces obstacles à l'EDD également, puisque les problématiques citées font partie intégrante du DD. La prise en charge des RS du DD variées et variables constituerait un autre obstacle à l'EDD comme expliqué dans Diemer (2017), où l'auteur déclare que l'EDD requiert une représentation « commune » du DD. Pour pallier cet obstacle, chaque enseignant gagnerait à engager des discussions avec ses apprenants dans le but de dégager une définition concertée.

Un des participants avait évoqué une difficulté de mettre en place une EDD reposant sur l'effort collectif dans une société fondée sur des valeurs individualistes. Là

également, le choix des démarches pédagogiques contextualisées et collaboratives contribuerait à développer les compétences de travail en équipe tout en profitant des principes d'autonomie véhiculés par l'individualisme. Il s'agit de transformer les difficultés en opportunités, c'est le cas également d'encourager les comportements individuels indispensables pour la transition énergétique. En effet, les petits gestes écoresponsables, considérés comme une faiblesse par rapport aux actions collectives et actives (Jeziorski, 2013), ne devraient pas être négligés car ils pourraient être utilisés dans le transfert des comportements écoresponsables de la maison, au campus, au futur travail et gagneraient à être complétés par une orientation vers l'engagement collectif et actif.

La proposition d'intégration du DD dans un seul cours indépendant peut compromettre la compréhension systémique entre les différents domaines d'étude (Diemer, 2014). De la même manière, une intégration transversale dans tous les cours pourrait générer des difficultés de coordination (Diemer, 2014). Une proposition de combinaison entre une formation systémique, qui prend en charge la complexité du DD et engage des discussions et débats entre les apprenants, et un enseignement interdisciplinaire, qui met en œuvre l'ouverture d'esprit, la collaboration et les échanges, est assez ambitieuse et difficile à instaurer dans les programmes de génie qui ont leurs coutumes et façons de faire propres aux sciences appliquées et à la technologie. Le changement connait toujours des résistances et prend du temps à se réaliser (Diemer, 2014). Les participants au *focus group* se sont d'ailleurs plaint de la lenteur des changements.

Dans Lourdel (2005), plusieurs aspects à introduire dans la formation des ingénieurs sont résumés comme suit: « perception de la dimension évolutive du concept de DD », « compréhension de la notion d'incertitude », « prise en compte des divergences d'acceptation », « acquisition d'un mode de pensée systémique », « réflexion éthique », « interrogation sur la notion de responsabilité collective et individuelle », « réflexion sur le changement de paradigme induit par ce concept », « capacité à considérer de façon pragmatique cette notion théorique ».

### 5.3.9 APPROCHES FAVORABLES À L'EDD

De ce qui s'est dégagé de la discussion et pour synthétiser les recommandations, nous dirons qu'une formation au DD gagne à se centrer sur l'apprenant en ciblant l'acquisition des connaissances scientifiques nécessaires pour comprendre les enjeux de durabilité, des techniques pour y faire face et la mobilisation de valeurs et de compétences (ouverture, réflexivité, collaboration, autonomie…) pour des agissements personnels et professionnels écoresponsables. En parcourant la littérature, plusieurs approches sont recommandées, entre autres l'approche par programmes, l'approche par projets, l'approche par compétences et d'autres approches innovantes.

L'approche par programme préconisée dans le rapport de Polytechnique Montréal (2021) recommande de concevoir un programme d'étude autour d'un projet de formation cohérent et continue qui couvre l'ensemble du programme et ne dessert pas les cours indépendamment (Legault, 2015). Dans cette approche, ce sont les

compétences qui sont visées et le DD serait intégré à travers ces compétences dans la majorité des cours, contrairement à l'approche par cours, qui propose un seul cours en DD sans liens avec le reste des autres cours (Polytechnique Montréal, 2021). La pédagogie par projets est également un moyen efficace pour établir les compétences et ne pas focaliser seulement sur les connaissances. Elle accorde aux apprenants la chance de vivre une première expérience en gestion de projet et leur permet de développer des compétences professionnelles et de se projeter dans leur future profession effectives (Bachelet, Verzat, Hannachi et Frugier, 2004). C'est une pédagogie qui engage un enseignement concret et contextualisé et fait intervenir plusieurs compétences en même temps (gestion, collaboration, communication, résolution de problèmes et investigation, prise en charge de la complexité, interdisciplinarité, globalité…). La pédagogie par projets favorise également le développement de l'autonomie des élèves ingénieurs et adapte progressivement les apprentissages vers un développement de la vision systémique (Lourdel, 2005), ce qui fait qu'elle est adaptée à l'EDD également. En parallèle des approches et démarches propices au DD, on retrouve une panoplie d'outils adaptés (Redondo et Ladage, 2019; Legardez, Jeziorski et Cadet-Mieze, 2021). Nous citons l'exemple des RS des différents acteurs collectées par questionnaires, entretiens, dessins ou cartes conceptuelles pour choisir les stratégies adéquates. La pédagogie d'enquête (Simonneaux, 2019) développe en même temps l'esprit critique et la pensée prospective. Les débats de consensus (Dupon et Panissal, 2015) et les jeux de rôle (Lourdel, 2005) développent également l'esprit critique prospectif et réflexif des étudiants. Malheureusement, malgré cette richesse de pédagogies et d'outils, la

disparité dans les cultures et stratégies des universités et la surcharge des programmes en génie font que les enseignants peineront à notre avis à se frayer un chemin vers l'EDD (à moins d'être très engagés et entreprenants) si les efforts de tous les acteurs ne sont pas déployés.

## 5.4 DISCUSSION DE LA MÉTHODOLOGIE

Nous présentons, dans cette partie, la discussion de la méthodologie suivie pour une auto-critique, un exposé des limites de notre initiation à la recherche et un rapport des difficultés rencontrées tout au long de ce travail.

### 5.4.1 LIMITES ET DIFFICULTÉS

La première limite que nous citons est la taille de la population réduite. Au début, nous avons visé d'interroger 50 répondants dans le questionnaire. Malheureusement après plusieurs mois, nous n'avons pu récolter que 38 réponses. Il nous semble probable que cela ait été dû à la coïncidence avec la fermeture des campus et le basculement vers l'enseignement à distance à cause des restrictions sanitaires de la Covid-19. Nous pouvons nous consoler en prenant en considération que notre recherche ne visait pas de généralisation statistique. Notre recherche s'inscrit dans un cadre exploratoire en quête de compréhension. Bien que les études des RS du DD (Jeziorski, 2014) et de l'ERE (Collard-Fortin, 2013) chez les futurs enseignants aient des participants en nombre élevé, d'autres études ont considéré une population réduite et ont récolté des résultats assez riches et significatifs, comme c'est le cas de Cadotte-Dionne (2009), qui

a travaillé avec 10 participants, et de Brunet-Simard (2008), qui a réalisé son étude en interrogeant 41 personnes. La même constatation de nombre réduit de participants à l'entretien de groupe est rapportée. Nous projetions faire discuter trois groupes de 8 participants, mais nous n'avons eu que 6 volontaires à poursuivre la 2e partie de la collecte de données. Ce nombre de participants aurait été suffisant pour un groupe de discussion, puisque Kitzinger, Markova et Kalampalikis (2004) préconisent entre 4 et 8 participants. Dans d'autres écrits, on recommande entre 6 et 12 participants. Nous aurions toutefois espéré mener des entretiens avec plus d'un groupe.

Lorsque nous avons envoyé le questionnaire, nous l'avons joint d'une fiche de présentation de la chercheure et de l'étude et son but et d'un formulaire de consentement à participer et garder la confidentialité de tout ce qui se passe en entrevue. Dans ce formulaire, nous avons demandé aux participants de confirmer qu'ils sont en génie, au premier cycle et étudiant dans une université québécoise. En entrevue de groupe, les participants, en se présentant, ont nommé leur programme d'études. Certains ont dit être inscrits en informatique, en biochimie et en logistique. Nous ne savons pas vraiment s'ils étaient en génie informatique ou en informatique, par exemple. La difficulté, c'est qu'il est possible que certains des participants à notre recherche n'étaient pas des étudiants et étudiantes en génie et que nous ne l'ayons pas su. Nous avons pu éliminer quelques répondants non éligibles qui ont été repérés par le biais de leur adresse courriel, ce sont des personnes que nous connaissons personnellement et qui ne font pas partie de notre population désirée. Dans une recherche future, l'amélioration à faire serait de demander explicitement le domaine

d'études ou bien ajouter une fiche descriptive des participants (genre, niveau d'étude et spécialité du génie) pour tirer un maximum d'informations et tisser plus de liens et assurer l'éligibilité rigoureuse de participation à l'étude.

À cause des restrictions sanitaires du Covid-19, nous avons programmé de faire les entrevues de groupe en ligne sur la plateforme Zoom (après avoir eu l'approbation du comité d'éthique). L'entretien de groupe s'est bien déroulé dans l'ensemble, mais nous supposons que les interactions auraient été encore plus riches si l'entretien était en présentiel.

### 5.4.2 REPONSES A LA QUESTION DE RECHERCHE

À la fin de cette étude, nous espérons être parvenue à récolter des réponses claires à notre question de recherche qui est : « Quelles sont les représentations sociales des étudiants et des étudiantes universitaires au premier cycle en génie à l'égard du développement durable en termes de connaissances en DD, d'attentes de l'EDD et d'engagement au DD ? »

En effet, les résultats ont montré que les étudiants et les étudiantes en génie interrogés ont une RS partagée du DD principalement centrée sur la protection de l'environnement à travers la gestion de l'énergie et la préservation des ressources pour les générations futures. Les participants ont témoigné d'une conscience environnementaliste à travers des gestes écoresponsables à des degrés variés d'engagement. Leur vision du métier d'ingénieur est centrée principalement sur les

solutions technologiques. Ils se représentent le monde du génie basé sur le profit au dépens de l'environnement et le volet social a été moins abordé par rapport aux enjeux économiques et environnementaux. Les résultats ont confirmé par ailleurs qu'ils sont vivement intéressés par l'intégration du DD dans leur formation. Ils ont été très critiques sur le constat de l'EDD en génie et ont émis plusieurs souhaits à profiter d'une formation en DD contextualisée, interdisciplinaire et systémique. Ils sont également conscients que te telles propositions nécessitent un changement de vision global et une préparation adéquate des enseignantes et des enseignants.

### 5.4.3 APPORTS DE LA RECHERCHE

Nous espérons, par ce travail, contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'EDD et spécifiquement en génie. Les résultats obtenus permettront une meilleure compréhension des RS du DD chez les étudiants et les étudiantes en génie et aideront à déconstruire d'éventuelles représentations erronées sur l'intérêt de ces jeunes au DD et à l'EDD. Les propositions faites par les étudiantes et les étudiants concernant l'intégration du DD dans leur formation et les recommandations tirées des écrits consultés constitueront des éléments susceptibles d'aider à améliorer les initiatives inclusives du DD des enseignants et des enseignantes en génie et des administrateurs également.

# CONCLUSION

Nous présentons, dans cette partie du mémoire, les principaux résultats récoltés qui ont contribué à apporter une réponse à notre question de recherche. Notre principal objectif était de comprendre et de décrire sous différentes facettes les représentations sociales du DD et de l'EDD chez les futur ingénieures et ingénieurs au Québec. Les différentes facettes ont concerné le volet cognitif, affectif et comportemental de la RS. Rappelons que la question de recherche était : « Quelles sont les représentations sociales des étudiants et des étudiantes universitaires au premier cycle en génie à l'égard du développement durable en termes de connaissances en DD, d'attentes de l'EDD et d'engagement au DD ? »

Afin de clarifier les caractéristiques de la RS du DD et de l'EDD chez les étudiantes et les étudiants en génie, nous avons eu recours à une méthodologie exploratoire mixte critique. Nous nous sommes intéressée à documenter ces RS par le biais de deux outils de collecte de données : le questionnaire et l'entretien de groupe. Nous avons procédé à une analyse combinée des données en ayant recours à l'analyse structurale de la RS et à une analyse thématique de l'entrevue.

Il s'est avéré que les participants ont une représentation sociale du DD à dominance environnementale et que les aspects sociaux sont moins visibles dans leurs propos.

Les participants ne sont pas indifférents au DD et sont motivés par une EDD systémique, interdisciplinaire et contextualisée. Les étudiants et les étudiantes pensent que leur établissement universitaire ne prend pas suffisamment en compte le DD dans

leur formation, que les enseignantes et les enseignants sont surchargés par les cours disciplinaires et ne sont pas formés au DD. Ils réclament un changement en faveur du DD significatif et imminent et revendiquent la participation dans la prise de décision de ces changements dans les programmes de génie.

La dimension comportementale est très disparate, la majorité des étudiants interrogés témoignant d'une recherche d'éco-efficience. Quelques-uns sont plus engagés que d'autres par les écogestes ou l'adhésion à des associations étudiantes pro-DD, mais nous n'avons pas décelé d'ambition de participation citoyenne active à échelle politique.

Une autre RS a émergé dans les résultats, celle d'une vision économiste de l'ingénierie. Les étudiantes et les étudiants en génie pensent que le DD n'est pas suffisamment présent dans les entreprises, ni assez appliqué en industrie et craignent de ne pas trouver d'emploi conforme à leurs valeurs.

**Recommandations**

Plus concrètement – et à la lumière des résultats obtenus –, nous recommandons une formation en génie interactive centrée sur l'apprenant en vue d'acquisition de compétences nécessaires à une professionnalisation en génie durable. L'EDD en génie gagnerait à se baser sur l'approche systémique par programme à travers une combinaison de stratégies pédagogiques interdisciplinaires (projets), réflexives (pensée critique, questionnement éthique, prospection, résolution de problèmes), proactives (engagement individuel et collectif). Les départements de génie pourraient intensifier les collaborations avec d'autres départements, de sciences humaines et sociales

notamment, mais aussi avec d'autres universités et avec les partenaires (entreprises, gouvernement, population) pour profiter de leurs expériences. Cette étude des RS du DD et de l'EDD nous a éclairée sur la compréhension du DD et nous a permis de déceler des conceptions initiales chez les étudiantes et les étudiants en génie et nous a renseignée sur leurs attentes de l'EDD. Nous recommandons aux enseignants en génie qui désirent intégrer le DD dans leurs cours d'avoir recours à la collecte de RS du DD et de l'EDD via des sondages ou des discussions avec les apprenants pour choisir ensemble le type d'intervention selon les besoins de ces apprenants.

**Perspectives et prochaines recherches**

Nous sommes convaincue de l'intérêt des étudiantes et des étudiants envers le DD et l'EDD. Nous croyons que pour entreprendre des réformes profondes et sérieusement étudiées, comme l'ont exigé les participants à l'entretien de groupe, nous gagnerions à documenter dans le futur les pratiques enseignantes effectives ou déclarées en génie et recenser les pédagogies innovantes et les expériences éducatives formelles, informelles et non formelles réussies en génie qui intègrent déjà les principes du DD pour les faire connaitre et les partager.

Vu que les participants ont déploré la présence symbolique des 12 qualités de l'ingénieur dans les plans de cours, une autre piste de recherche s'est dessinée à l'horizon, celle de documenter la prise en charge effective de ces qualités par les enseignants en génie et les moyens déployés pour leur établissement en enseignement et en évaluation.

## RÉFÉRENCES


Abric, J.-C. (1994). Pratiques et représentations sociales. *Presses universitaires de France*.

Abric, J.-C. (2003). *Méthodes d'étude des représentations sociales*. Erès.

Anadón, M. et Guillemette, F. (2006). La recherche qualitative est-elle nécessairement inductive. *Recherches qualitatives, 5*(1), 26-37.

Arjen E.J. Wals, J. B. (2010). Third-wave Sustainability in Higher Education: Some (inter)national trends and developments. Dans *Sustainability Education* (1e éd.).

Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (2008). Représentation (ou conception). Dans *Mots-clés de la didactique des sciences* (p. 147-157). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.astol.2008.01.0147

Auclair, É. (2011). Revenir vers les habitants, revenir sur les territoires. *Développement durable et territoires, 2*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.4000/developpementdurable.8946

Bachelet, R., Verzat, C., Hannachi, A. et Frugier, D. (2004). *MESURER L'ESPRIT D'ENTREPRENDRE DES ELEVES INGENIEURS*. Communication au 3éme congrès de L'Académie de l'entrepreneuriat. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00112214

Bader, B. (2018). *Fondements de la pédagogie critique [vidéo]* YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=4LjSQHqvNAk&t=13s

Bader, B., Bouchard, C., Bacon, N. et Anctil, F. (2012). *Enseignement du développement durable en ingénierie : un état des lieux*. https://ieds.ulaval.ca/fileadmin/Fichiers/05-Publications/cahiersInstitut/CA12_Enseignement_Ingenierie.pdf

Bader, B. et Sauvé, L. (2012). *Éducation, environnement et développement durable: vers une écocitoyenneté critique*. Presses de l'université Laval.

Bardin, L. (2013). *L'analyse de contenu*. Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.bard.2013.01

Baribeau, C. (2009). Analyse des données des entretiens de groupe. *Recherches qualitatives, 28*(1), 133-148. https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1085324ar

Barthes, A., Jeziorski, A. et Legardez, A. (2014). Chapitre 13. Représentations sociales du développement durable d'étudiants français, allemands et polonais en Master « Études européennes ». Dans *Education au développement durable* (p. 273-288). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.diemer.2014.01.0273

Basque, J. (2015). L'approche-programme-Les multiples connaissances mobilisées dans un projet d'approche-programme en enseignement supérieur.

Benoît-Moreau, F., Parguel, B. et Larceneux, F. (2008, 2008). Comment prévenir le greenwashing ? L'influence des éléments d'exécution publicitaire. Dans. Etats Généraux du Management, Paris, France. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00336129

Binninger, A.-S. et Robert, I. (2008). Consommation et développement durable: vers une segmentation des sensibilités et des comportements. *La revue des sciences de gestion,* (229), 51-59. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00336129

Bisaillon, V. et Webster, A. (2013). Stratégies d'action pour l'intégration du développement durable à la formation postsecondaire. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*.

Blais, M. et Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives, 26*(2), 1-18. https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1085369ar

Bonnefoy, B., Weiss, K., Mose (2010). Les modèles de la psychologie pour l'étude du comportement dans le cadre du développement durable. Dans K. W. e. F. G. (Eds) (dir.), *Psychologie et développement durable.* (p. 71-93). In Press https://www.researchgate.net/publication/338194369_Bonnefoy_B_Weiss_K_Moser_G_2010_Les_modeles_de_la_psychologie_pour_l'etude_du_comportement_dans_le_cadre_du_developpement_durable_In_KWeiss_F_Girandola_Eds_Psychologie_et_developpement_durable_pp_71-9

Braun, V. et Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology, 3*(2), 77-101.

Brundtland, G. H. (1987). Rapport Brundtland-Notre avenir à tous. *Ministère des Affaires étrangères et du Développement international, Paris*.

Brunet-Simard, P. (2008). *Représentations des jeux de hasard et d'argent des cégépiens de l'Outaouais* [Mémoire de maitrise, Université d'Ottawa].

Cadotte-Dionne, M. (2009). *Les représentations sociales des musulmans chez un groupe d'employeurs* [Mémoire de maitrise, Université du Québec à Montréal]. Archipel. https://archipel.uqam.ca/2404/1/M11024.pdf

Carrier-Plante, C. et Retg, C. (2018). *Les stages et les stagiaires du réseau universitaire québécois : Portraits, enjeux et réalités*. ADEESE-UQAM. http://www.adeese.org/wp-content/uploads/stages-et-stagiaires-reseau-universitaire-qc-ADEESE.pdf

Catel, A., Dampérat, M., Jeannot, F., Jongmans, E. et Jolibert, A. (2015). L'efficacité créative collective : étude de l'influence de l'efficacité créative personnelle et de la proximité sociale. Dans. AIMAC 2015: 13ème Conférence Internationale de Management des Arts et de la Culture.

Charbit, Y. et Gaimard, M. (2015). La croissance démographique est-elle un frein au développement ? Dans *La bombe démographique en question* (p. 173-227). Presses Universitaires de France. https://www.cairn.info/la-bombe%20demographique-en-question--9782130626022-page-173.htm

Clarke, V. et Braun, V. (2013). Teaching thematic analysis: Overcoming challenges and developing strategies for effective learning. *The psychologist, 26*(2), 120-123.

Clément, P. (2010). Conceptions, représentations sociales et modèle KVP. *Skholê: cahiers de la recherche et du développement, 16*, 55-70. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01024972/

Collard-Fortin, U. (2013). *Éducation relative à l'environnement (ERE) : une étude des représentations sociales et des pratiques éducatives d'enseignants de science et technologie du secondaire en contexte de formation continue.* [Mémoire de maitrise, Université du Québec à Chicoutimi]. https://constellation.uqac.ca/2763/1/030586190.pdf

de Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B., et Soares, G. R. D. L. (2020). Concepts and forms of greenwashing: a systematic review. *Environmental Sciences Europe, 32*(1).

Delouvée, S. (2018). *Manuel visuel de psychologie sociale. 2e édition*. Dunod. https://doi.org/10.3917/dunod.delou.2018.01

Demarque, C., Monaco, G. L., Apostolidis, T. et Guimelli, C. (2011). Socialisation, perspectives temporelles et implication personnelle: une étude dans le champ de l'environnement. *Les cahiers internationaux de psychologie sociale*, 351-369. https://doi.org/10.3917/cips.092.0351

Diaz, L. et Potvin, A. L'approche intégrée EDS (AI-EDS) : les campus comme laboratoires vivants1.

Diemer, A. (2012). Développement durable et écologie industrielle : quelle formation pour les ingénieurs. *Sustainable development and Industrial Ecology*. https://www.yumpu.com/fr/document/read/43586815/quelle-formation-pour-les-ingacnieurs-oeconomianet

Diemer, A. (2013). L'éducation au développement durable, une affaire de représentation. *Revue Francophone du développement durable, 1*, 30-59. https://www.researchgate.net/publication/268217145_L'education_au_developpement_durable_une_affaire_de_representation

Diemer, A. (2014a). L'EDD, une initiation à la complexité, la transdisciplinarité et la pédagogie critique. *Education au développement durable, enjeux et controverses.*, 99-118. https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-01085053

Diemer, A. (2014b). L'éducation systémique, une réponse aux défis posés par le développement durable. *Éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions,* (Volume 11). https://journals.openedition.org/ere/805

Diemer, A. (2017). Le développement durable, un changement de paradigme? *Revue Francophone du développement durable,* (10), 7-68. https://journals.openedition.org/ere/805

Diemer, A. et (2017b). *L'utilisation des conceptions de l'éducation au DD dans la recherche : le modèle REDOC.* CanalUved. https://www.canal-u.tv/chaines/canal-uved/les-representations-en-vue-d-une-eedd/l-utilisation-des-conceptions-de-l

Diemer, A. et Marquat, C. (2015). *Regards croisés Nord-Sud sur le développement durable*. De Boeck Supérieur.

Doise, W. (1985). *Les représentations sociales : définition d'un concept*. Connexions.

Dubois, L. ( 2014). *Résoudre des problèmes complexes et gérer l'incertitude* [vidéo]. Canal-U https://www.canal-u.tv/chaines/canal-uved/eduquer-a-l-environnement-et-au-developpement-durable/4-resoudre-des-problemes

Dubruc, N. et Boudarel, M.-R. (2010). *L'orientation, une question pour la formation d'ingénieurs généralistes?* International Conférence of «L'accompagnement à l'orientation aux différents âges de la vie. Quels modèles, dispositifs et pratiques.

Dumas, M. (2020). *Évolution des activités de l'Ordre des ingénieurs du Québec en matière de reconnaissance des qualifications professionnelles et d'intégration socioprofessionnelle de personnes formées à l'étranger.* [Essai de maitrise, Université de Sherbrooke]. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/18239/Dumas_Marjorie_MSc_2021.pdf?sequence=1

Dupont, P. et Panissal, N. (2015). Le genre du débat sur une question socialement vive. *Éducation et didactique, 9*(2), 27-49.

Elkington, J. (1997). The triple bottom line. *Environmental management: Readings and cases, 2*, 49-66.

Environnement-Jeunesse. (2018). *Dévoilement d'une étude provinciale menée par les étudiants de techniques de recherche sociale*. https://enjeu.qc.ca/devoilement-resultats-dune-etude-provinciale-preoccupations-etudiantes-a-legard-developpement-durable/

Erkman, S. (2004). *Vers une écologie industrielle : comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle*. Éditions Charles Léopold Mayer. https://www.researchgate.net/publication/37414919_Vers_une_ecologie_industrielle_comment_mettre_en_pratique_le_developpement_durable_dans_une_societe_hyper-industrielle

ÉTS. (2021). *L'ingénierie durable, le génie pour la transition* [vidéo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=idFizfVaE_o

Flament, C. et Milland, L. (2010). La substitution dans les études de représentations sociales: quel processus impliqué? *Psychologie française, 55*(3), 195-210.

Fournier, T. (2013). Représentation ou conception? Une réflexion sur l'emploi du terme en sciences de l'éducation. *Non Publié*, 1-12.

Furlow, N. E. (2010). Greenwashing in the new millennium. *The Journal of Applied Business and Economics, 10*(6), 22-25.

Garceau, J. (2012). *La cohabitation des générations*. Éditions La Presse. https://storage.googleapis.com/cantookhub-media-enqc/81/e7468eefbcaf933482ef8536464ab50bbf3b4c.pdf

Garnier, C. et Rouquette, M.-L. (2000). *Représentations sociales et éducation*. Éditions nouvelles.

Garnier, C. et Sauvé, L. (1999). Apport de la théorie des représentations sociales à l'éducation relative à l'environnement : Conditions pour un design de recherche. *Éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions,* (Volume 1).

Gilly, M. (2003). Les représentations sociales dans le champ éducatif. Dans *Les représentations sociales* (vol. 7, p. 383-406). Presses Universitaires de France.

Giordan, A. (2011). Préface. Vous avez dit « Éduquer au développement durable » ? Dans *Pour une éducation au développement durable* (p. 1-4). Éditions Quæ. https://www.cairn.info/pour-une-education-au-developpement-durable--9782759209057-page-1.htm

Giordan, A. (2017). *Émergence de l'éducation au développement durable. [vidéo].* https://www.canal-u.tv/video/canal_uved/emergence_de_l_education_au_developpement_durable.39775

Giordan, A., De Vecchi, G. ( 1987). *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*.

Giordan, A., Martinand J-L. (1988). *État des recherches sur les conceptions des apprenants à propos de la biologie.* (vol. 2). Publications de l'Université de Rouen.

Grenon, V., Larose, F. et Carignan, I. (2013). Réflexions méthodologiques sur l'étude des représentations sociales : rétrospectives de recherches antérieures. *Phronesis, 2*(2-3), 43-49. https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1018072ar

Hawkes, J. (2001). The fourth pillar of sustainability: culture's essential role in public planning. Dans. https://www.researchgate.net/publication/200029531_The_Fourth_Pillar_of_Sustainability_Culture's_essential_role_in_public_planning

HEC Montréal,. (2021). *Guide carrière en développement durable*. https://www.hec.ca/developpement_durable/carriere/2021_Guide_Carrieres_DD.pdf

Helfrich, V. (2008). La régulation des pratiques de RSE par les normes: le cas de la norme ISO 26000 sur la responsabilité sociale. Dans 5e Congrès de l'ADERSE" Transversalité de la RSE : L'entreprise à l'aune de ses responsabilités vis-à-vis de l'homme, de l'environnement et du profit https://www.aderse.org/docatelecharger/congres_aderse_2008/actes/Articles/Session%202.6/La%20regulation%20des%20pratiques%20de%20RSE%20par%20les%20normes%20_%20Le%20cas%20d.pdf

Hickel, J. (2019). The contradiction of the sustainable development goals: Growth versus ecology on a finite planet. *Sustainable Development, 27*(5), 873-884. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sd.1947

Ingénieurs-Canada. (2016). *Guide national sur le développement durable et la gérance environnementale à l'intention des ingénieurs*. https://engineerscanada.ca/fr/guide-national-sur-le-developpement-durable-et-la-gerance-environnementale-a-lintention-des-ingenieurs

Ingénieurs-Canada. (2021). *Des ingénieurs sur la Colline parlementaire : La sénatrice Rosa Galvez*. https://engineerscanada.ca/fr/nouvelles-et-evenements/nouvelles/des-ingenieurs-sur-la-colline-parlementaire-la-senatrice-rosa-galvez

Jeziorski, A. (2014). *Étude des représentations sociales du développement durable dans une perspective didactique : une contribution à la formation des enseignants à l'éducation au développement durable : le cas des futurs enseignants québécois et français de sciences de la nature et de sciences humaines et sociales* [doctorat, Université Laval]. Corpus. https://corpus.ulaval.ca/entities/publication/6acdaf94-15c8-40e6-afdb-6d7e45fc86c8

Jodelet, D. (1989). Représentations sociales : un domaine en expansion. Dans *Les représentations sociales* (p. 31-61). Presses Universitaires de France.

Kamagenge, V. (2012). Mobilizing local expertise through networking and empowerment. Conservation and sustainable development: Linking practice and policy in Eastern Africa. . (Routledge IDRC), 39-54. .

Kitzinger, J., Markova, I. et Kalampalikis, N. (2004). Qu'est-ce que les focus groups ? *Bulletin de psychologie, 57*(3), 237-243. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00533472

Klein, E. (2021). *Quels rôle et mission pour l'ingénieur dans notre société?* Syntec-Ingénierie. https://www.youtube.com/watch?v=cN1Or_fe1jo

Labbouz, D., Brisepierre, G., Auzoult, L. et Borel, C. . (2020). *Rapport de l'étude transphères : transferts de pratiques environnementales entre les sphères professionnelles et personnelles*. ADEME. https://www.ifpeb.fr/wp-content/uploads/2020/05/%C3%89tude-TRANSPH%C3%88RES.pdf

Lac, M., Mias, C., Labbé, S. et Bataille, M. (2010). Les représentations professionnelles et l'implication professionnelle comme modèles d'intelligibilité des processus de professionnalisation. *Les dossiers des sciences de l'éducation,* (24), 133-145. https://journals.openedition.org/dse/960

Lange, J. M. ( 2012). *Barbara Bader et Lucie Sauvé. Éducation, environnement et développement durable : vers une éco-citoyenneté critique.* (vol. 6). Presses de l'Université Laval https://doi.org/https://doi.org/10.4000/rdst.145

Legardez, A., Jeziorski, A. et Cadet-Mieze, M. (2021). Panorama des études francophones sur des questions vives socio-environnementales, dans une perspective didactique. *Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales,* (9), 59-78.

Legault, L. (2015). Techniques d'animation et recherche-action dans le milieu éducatif québécois. *Revue internationale animation, territoires et pratiques socioculturelles,* (8), 63-72. https://doi.org/https://doi.org/10.55765/atps.i8.489

Lejeune, C. (2010). Montrer, calculer, explorer, analyser. Ce que l'informatique fait (faire) à l'analyse qualitative. Dans *Logiciels pour l'analysequalitative : innovations techniques et sociales* (vol. 9, p. 15-32). Association pour la recherche qualitative. http://www.recherche-qualitative.qc.ca/Revue.html

Lejeune, M. (2015). L'apport de la sociologie de la technologie à la professionnalisation de l'ingénieur. *Phronesis, 4*(2), 34-41.

Lemaître, D. (2014). Quelles finalités pour les sciences humaines et sociales dans la formation des ingénieurs ? *Kalim*, 25-40. https://hal-ensta-bretagne.archives-ouvertes.fr/hal-00937226

Lemaître, D. (2021). La mobilisation des SHS dans la formation des ingénieurs au développement durable [Article de synthèse et point de vue]. https://hal-ensta-bretagne.archives-ouvertes.fr/hal-03152075

Libaert, T. (2006). *Communication et développement durable : des relations ambiguës* (vol. 1). Communication et langages. https://www.persee.fr/doc/colan_0336-1500_2006_num_150_1_5367

Lourdel, N. (2005). *Méthodes pédagogiques et représentation de la compréhension du développement durable : application à la formation des élèves ingénieurs* [Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00781854

Marín, V. I., Duart, J. M., Galvis, A. H. et Zawacki-Richter, O. ( 2018). Thematic analysis of the International Journal of Educational Technology in Higher Education (ETHE) between 2004 and 2017. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 15(1)*, 1-7. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41239-018-0089-y

Martin, S.et Gaspard, A. (2016). *Changer les comportements : faire évoluer les pratiques sociales vers plus de durabilité*. http://www.centreressourcesgusp.org/sites/default/files/changer-les-comportements.pdf

Maymo, V. et Murat, G. (2020). Outil 45. La norme ISO 26000. Dans *La boîte à outils du développement durable et de la RSE* (p. 166-169). Dunod. https://www.cairn.info/la-boite-a-outils-du-developpement-durable--9782100811526-page-166.htm

MEES. (2019). *L'éducation au développement durable*. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PSG/politiques_orientations/EDD-volume1-histoire.pdf

Moliner, P. et Guimelli, C. (2015). *Les représentations sociales : Fondements historiques et développements récents*. Presses universitaires de Grenoble. https://www.cairn.info/les-representations-sociales--9782706122118.htm

Moreau, A., Dedianne, M. C. et Letrilliart, L. (2004). Méthode de recherche : s'approprier la méthode du focus group., *18*(645), 382-384. https://nice.cnge.fr/IMG/pdf/focus_group.pdf

Moreira, S. M. et ( 2010). Conservation and subversion in the social representations of students and teachers in teacher training programs made evident through concept maps. . *Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping, 2 (pp. ) Viña del Mar, Chilie : Lom Ediciones S.A.*, 66-71. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.412.6424&rep=rep1&type=pdf

Negura, L. (2006). L'analyse de contenu dans l'étude des représentations sociales. *SociologieS*. https://doi.org/https://doi.org/10.4000/sociologies.993

Ntebutse, J. G. (2010). *Étude phénoménologique de la dynamique du changement chez des professeurs d'université en contexte d'innovations pédagogiques visant la professionnalisation des étudiants* [doctorat, Université de Sherbrooke]. https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/5285

Offroy, J.-G. (2015). Réflexions sur 25 ans de formation aux relations humaines dans une école d'ingénieurs. *Phronesis, 4*(2), 43-53. https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1033449ar

Olivier, L. ( 2017). *Le dialogue des savoirs comme fondement de la démocratie scientifique.* Édition science et bien commun. .

ONU. (1992). *Communication dans la* Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. , Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement durable. https://www.un.org/fr/conferences/environment/rio1992

Paillé, P. et Mucchielli, A. (2021). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin. https://www.cairn.info/l-analyse-qualitative-en-sciences-humaines--9782200624019.htm

Paquette, C. (2019). Quel rôle ont les médias face à la crise environnementale? Retour sur le midi-discussion. *GaïaPresse* https://www.mediaterre.org/actu,20190207145655,16.html

Pearce, A., Walrath, L. (2008). Definitions of Sustainability from the Literature. Sustainable facilities and infrastructure. *Georgia Institute of Technology*.

Pellaud, F. (2018). *La pensée complexe pas si compliquée* [vidéo]. https://www.canal-u.tv/video/canal_uved/la_pensee_complexe_pas_si_compliquee.39791

Perpignan, C. (2021). *Définition d'un cadre de compétences pour intégrer l'ingénierie durable dans les formations technologiques : application à l'écoconception* [doctorat, Université de technologie de Compiègne]. https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03573052/document

Pipon, M. (2014). *L'éducation au développement durable : analyse critique et recommandations pour une généralisation dans les écoles secondaires du Québec* [mémoire de maitrise, Université de Sherbrooke]. https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2014/Pipon_M__2014-05-12_.pdf

Platt, J. (1973). Social traps. *American Psychologist, 28*(8), 641–651. https://doi.org/ https://doi.org/10.1037/h0035723

Polytechnique Montréal, (2021). *Rapport et recommandations sur la présence du développement durable dans la formation au baccalauréat à Polytechnique*. https://static1.squarespace.com/static/5b4a45989772ae71332592f4/t/6138008e7f3d664084c5c7b5/1631060110578/Rapport-Sondage-DD-2020-2021.pdf

Prévost, P. et Jouffray, A. C. (2013). *Le développement durable dans les formations d'ingénieur en France : comment se situer entre formation professionnelle et « éducation à… ». L'exemple de la formation d'ingénieur agronome*. Logiciels pour l'analyse qualitative : innovations techniques et sociales. http://www.recherche-qualitative.qc.ca/Revue.html

Redondo, C. et Ladage, C. (2019). *Diversité et détermination des pédagogies de l'éducation au développement durable*. Ve Congrès international d'Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF). https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-02458655

Roby, C. (2015). Évolutions de la formation et de la recherche en sciences humaines et sociales dans les écoles d'ingénieurs en France. *Phronesis, 4*(2), 17-33. https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1033447ar

Roure, S. et (2018). *Évaluation critique d'une méthodologie d'intégration transversale du développement durable : cas du baccalauréat en génie civil* [Maitrise de mémoire, Université de Sherbrooke]. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/11897/Roure_Bastien_MScA_2018.pdf?sequence=4

Said-Touhami, F., Perez, M., Fregonese, M., Dupont, L., Freud, N., Martin-De-Argenta, D. et al. (2019). Intégration des enjeux du développement durable dans la formation des ingénieurs: enjeux et mise en œuvre. . *Actes du 6ème Colloque Pédagogie & Formation.* https://pedago-insa2019.sciencesconf.org/data/Touhami.pdf

Saldaña, J. (2014). *Coding and Analysis Strategies*. The Oxford handbook of qualitative research. https://doi.org/

Sauvé, L. (2007). *L'éducation relative à l'environnement et la globalisation : enjeux curriculaires et pédagogiques.* (vol. 6). Éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions. https://doi.org/10.4000/ere.3894

Sauvé, L. (2011). La prescription du développement durable en éducation : la troublante histoire d'une invasion barbare. . Dans *Education, environnement et développement durable : vers une écocitoyenneté critique* (p. 17-43). Presses de l'université Laval. https://doi.org/10.4000/rdst.145

Savoie-Zajc, L., Karsenti, T. (2004). *La recherche en éducation : étapes et approches.* (3e éd.).

Simonneaux, J. (2019). *La démarche d'enquête : une contribution à la didactique des questions socialement vives : ouvrage collectif*. Educagri Éditions. https://books.google.ca/books?id=pDo6zgEACAAJ

Sonntag, M., Gitzhofer, F. et Lejeune, M. (2015). La place de la recherche en sciences humaines, sociales et économiques dans les écoles d'ingénieurs : bilan et perspectives. *Phronesis, 4*(2), 1-4. https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1033445ar

Thouin, M. (2014). *Réaliser une recherche en didactique*. Éditions MultiMondes.

UNESCO. (2012). *Progress report on the UNESCO Engineering Initiative*. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/UEI_report_2012.pdf

UNESCO. (2015). *Éducation 2030 : Déclaration d'Incheon et Cadre d'action pour la mise en œuvre de l'Objectif de développement durable 4 : Assurer à tous une éducation équitable, inclusive et de qualité et des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie*. http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/education-2030-incheon-framework-for-action-implementation-of-sdg4-2016-fr.pdf

UNESCO. (2019). *Les futurs de l'éducation : Un nouveau contrat pour l'éducation : une initiative mondiale pour réinventer la manière dont le savoir et l'apprentissage peuvent façonner l'avenir de l'humanité et de la planète.* . https://fr.unesco.org/futuresofeducation/

UNESCO. (2021). *Repenser nos futurs ensemble.* https://fr.unesco.org/courier/2021-5/repenser-nos-futurs-ensemble

Wittenberg, I., Fleury-Bahi, G. (2011). *Facteurs explicatifs du comportement proenvironnemental dans trois types d'organisation : le rôle du contexte et des croyances environnementales*.

# ANNEXE 1 RAPPORT DE RECENSION DE COURS DD

## Cours de développement durable proposés dans les programmes de génie dans les universités québécoises

Concet DD explicite dans le titre ou dans la description du cours
Cours obligatoires par spécialité
Cours optionnels par spécialité

| **Sigle**<br>titre du cours<br>Spécialités | **Description** |
|---|---|
| **École de Technologie Supérieure (ÉTS)** | |
| **CTN100**<br>Éléments de gestion de projets de construction<br>Génie construction | Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure :<br>D'identifier les différents éléments qui caractérisent la culture de l'industrie de la construction ainsi que les différents intervenants pouvant être impliqués dans un projet de construction;<br>D'analyser l'impact des différents environnements sur le déroulement d'un projet;<br>D'évaluer l'importance des équipes multidisciplinaires en gestion de projets;<br>D'utiliser les différents outils de gestion permettant de développer une approche proactive afin de respecter les objectifs visés d'un projet de construction.<br>Notions de base en gestion. Introduction à la gestion de projets : culture, environnement, intervenants, cycle de vie d'un projet, caractérisation des principales phases d'un projet (identification, définition, approvisionnement, réalisation et terminaison) et apprentissage des fonctions de gestion (planification, organisation, direction et contrôle). Identification des différentes caractéristiques d'un projet de construction (déroulement fractionné, construction unique, notions de développement durable et motivations diverses). Interrelation entre la gestion d'entreprise et la gestion de projets. Gestion d'une équipe de projet : communication, leadership, motivation, schémas de comportements sociaux, gestion des conflits. Résolution de problèmes et processus de prise de décision. |
| **CTN626**<br>Génie de l'environnement<br>Génie construction | Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure :<br>de reconnaître la spécificité du génie de l'environnement vis-à-vis des sciences de l'environnement; d'intégrer le développement durable dans sa pratique;<br>de juger de l'importance du génie de l'environnement sur la protection de la santé publique et de l'environnement;<br>de définir et expliquer les approches de traitement pour la production d'eau potable, d'épuration des eaux usées, la réhabilitation des sites contaminés et la gestion des matières résiduelles;<br>de décrire et expliquer les impacts potentiels du changement climatique sur la pratique de l'ingénierie; |

| | |
|---|---|
| | d'identifier les principales lois et règlements en matière d'environnement au Québec et juger de leur impact sur la pratique de l'ingénierie.<br>Introduction au génie de l'environnement. Notions de développement durable. Critères et normes. Qualité de l'eau : traitement de l'eau potable et des eaux usées, érosion et contrôle de l'érosion. Gestion des matières résiduelles : 3R-V, enfouissement, tassement et production de biogaz. Contamination des sols et restauration des sites contaminés : principaux contaminants, caractérisation, gestion du risque et technique de restauration. Droit de l'environnement : principaux règlements et lois en matière d'environnement au Québec et leur impact sur la pratique de l'ingénieur. Changements climatiques : introduction, impacts sur la pratique de l'ingénieur. Qualité de l'air : contrôle et traitement des émissions, qualité de l'air dans les bâtiments. |
| **CTN793**<br>Projet de fin d'études en génie de la construction<br>Génie de la construction | À la fin de cette activité, l'étudiant sera en mesure de démontrer son habileté à :<br>Concevoir des éléments, des systèmes, des procédés et des processus qui répondent à des besoins spécifiques tout en respectant des contraintes non techniques telles que les facteurs économiques, le développement durable, la santé et la sécurité, l'éthique ou les contraintes légales;<br>Appliquer une méthodologie de conception rigoureuse;<br>Produire toute la documentation technique nécessaire à la mise en oeuvre des éléments, des systèmes, procédés ou processus;<br>Appliquer les principes de gestion de projet, de communication et de travail d'équipe.<br>Il doit s'agir d'un projet de conception en ingénierie, accompli selon un processus créatif et évolutif qui repose sur les connaissances acquises en mathématiques, sciences, sciences du génie et études complémentaires. Tous les projets sélectionnés ont une haute teneur en conception et en sciences du génie.<br>Sous la supervision d'une équipe de professeurs, l'étudiant est appelé à réaliser, en équipe de cinq (minimum), un projet choisi parmi une liste proposée par le Département. L'équipe de professeurs est sélectionnée en fonction des expertises requises dans le cadre du projet.<br>Les étudiants seront appelés à gérer eux-mêmes leur projet. Ce projet conduit à la présentation d'un rapport technique rédigé selon les normes professionnelles. De plus, le rapport doit faire l'objet d'une présentation orale. |
| **TIN503**<br>Environnement, technologie et société<br>Génie de la construction<br>Génie électrique<br>Génie logiciel<br>Génie mécanique<br>Génie logistique<br>Génie de la production automatisée | Ce cours propose une réflexion sur les liens entre la technologie, la société et l'environnement.<br>Exploration et discussion, guidées par des perspectives et concepts issus des sciences humaines et sociales, des enjeux liés au développement et à l'utilisation des technologies dans la société moderne, ainsi que des enjeux environnementaux contemporains et du développement durable. |
| **CTN735** | Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure : |

| | |
|---|---|
| Environnement et bâtiments durables<br>Géniede la construction | D'évaluer les impacts environnementaux des bâtiments;<br>De proposer des options de développement durable dans la conception et la construction des bâtiments.<br>Introduction aux impacts environnementaux des bâtiments et de leur construction. Constat environnemental du milieu bâti. Évaluation des impacts environnementaux des bâtiments sur les ressources, l'eau et l'air. Impact du milieu urbain et du choix du site. Analyse du cycle de vie. Sources d'énergies renouvelables : solaire, éolienne et géothermique. Gisement solaire et brise-soleil. Qualité de l'air dans les bâtiments. Éclairage naturel et artificiel. Réduction de la consommation d'eau potable et réutilisation des eaux grises. Traitement des eaux usées sur le site. Gestion de l'eau de pluie. Impacts environnementaux des matériaux et des systèmes. Matériaux naturels et artificiels. Proximité des sources de matières premières et du lieu de fabrication des composantes du bâtiment. Gestion des déchets sur le chantier. Énergie intrinsèque. Balance énergétique. Efficacité énergétique. Confort thermique. Approches passives. Méthodes de construction durable : toits verts, murs trombe, récupération de chaleur des extrants, panneaux photovoltaïques, etc. Évaluation des différentes options de conception en fonction des impacts environnementaux et économiques. Impacts de la construction et de l'opération du bâtiment sur l'environnement. Normes d'évaluation des bâtiments durables. |
| **CTN736**<br>Conception intégrée de bâtiments durables<br>Génie construction | Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure :<br>De piloter, de planifier et de proposer des options de développement durable dans la conception et la construction des bâtiments;<br>D'appliquer les méthodes de conception intégrée pour la planification et la réalisation de bâtiments durables dans un contexte d'équipe multidisciplinaire;<br>De justifier les choix à la fois techniques et de gestion pour rencontrer les cibles environnementales et de performance d'un projet.<br>Différentes méthodes de conduite de projets et d'évaluation des impacts environnementaux des bâtiments sur les ressources, l'eau l'air et la qualité de vie des occupants. Interprétation de solutions proposées par les différentes spécialités pour réaliser un bâtiment durable. Prise de décision à l'aide d'outils d'étalonnage environnemental. Processus de la conception intégrée autour des principes de respect des trois piliers du développement durable, soit l'environnement, l'économie et le social. Méthodes de facilitation des équipes multidisciplinaires. |
| **ING500**<br>Outils de développement durable pour l'ingénieur<br>Génie électrique<br>Génie logiciel<br>Génie mécanique<br>Génie logistique<br>Génie de la production automatisée | Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure :<br>De définir le rôle de l'ingénieur dans l'opérationnalisation du développement durable;<br>D'utiliser les outils de développement durable pour l'ingénieur;<br>De faire des recommandations et d'élaborer un plan d'action pour intégrer le développement durable dans l'entreprise et la société.<br>Principes de bases du développement durable (DD). Outils de DD pour l'ingénieur : systèmes de gestion environnementaux, analyse de cycle de vie, bilan carbone, empreinte écologique, efficacité énergétique, grilles d'analyse de la durabilité des projets. Droit de l'environnement au Québec et au Canada. Économie de la durabilité : externalités, principe pollueur payeur, marché du carbone, coût total. Certifications et systèmes d'évaluation en développement durable. Codes de conduite environnementaux et sociaux : AA 1000, Chartes des entreprises pour le développement durable, Standard Social SA 8000. |

| | |
|---|---|
| Génie de la technologie de l'information | Responsabilité sociale de l'entreprise : considération des parties prenantes, compétences transversales de l'ingénieur, multidisciplinarité des projets en DD. Communication de la performance en DD : blanchiment écologique, reddition de compte, évènements éco-responsables, technologies de l'information et des communications « vertes ». Indicateurs de DD : indice de développement humain, PIB vert. Santé publique : contamination et effets sur la santé, écotoxicologue. Gestion des risques et des catastrophes. L'ingénieur citoyen : technologies appropriées, coopération internationale. |
| **ELE795**<br>Projet de fin d'études en génie électrique<br>Génie électrique | Au terme de cette activité, l'étudiant sera en mesure de démontrer son habileté à :<br>Concevoir des éléments, des systèmes, des procédés et des processus qui répondent à des besoins spécifiques;<br>Intégrer à la résolution d'un problème technique des enjeux et contraintes non techniques tels que les facteurs économiques, le développement durable, la santé et la sécurité, l'éthique ou les contraintes légales;<br>Effectuer un travail d'équipe avec d'autres étudiants et possiblement d'autres intervenants impliqués dans le même projet;<br>Appliquer une méthodologie de conception rigoureuse; de produire toute la documentation technique nécessaire à la mise en œuvre des éléments, des systèmes, procédés ou processus;<br>Appliquer les principes de gestion de projet et de communiquer tant à l'oral qu'à l'écrit le projet réalisé et les résultats obtenus.<br>Sous la supervision de professeurs, les étudiants réalisent en équipe, à l'aide d'une méthodologie rigoureuse, un projet choisi parmi une liste de sujets approuvés par le département. Ils sont appelés à gérer eux-mêmes leur projet.<br>Il doit s'agir d'un projet de conception en ingénierie, accompli selon un processus créatif et itératif qui repose sur les connaissances acquises en mathématiques, sciences fondamentales, sciences du génie et études complémentaires.<br>Ce projet conduit à la présentation d'un rapport technique rédigé selon les normes professionnelles et comprenant la problématique, les objectifs, la méthodologie, l'analyse, les conclusions et les recommandations. De plus, le rapport doit faire l'objet d'une présentation orale. |
| **LOG795**<br>Projet de fin d'études en génie logiciel<br>Génie logiciel | Au terme de cette activité, l'étudiant sera en mesure :<br>De concevoir des éléments, des systèmes, procédés et processus qui répondent à des besoins spécifiques tout en respectant des contraintes non techniques telles que les facteurs économiques, le développement durable, la santé et la sécurité, l'éthique et les contraintes légales;<br>D'appliquer une méthodologie de conception rigoureuse;<br>De produire toute la documentation technique nécessaire à la mise en œuvre des éléments, des systèmes, procédés ou processus;<br>D'appliquer les principes de gestion de projet, de communication et de travail d'équipe.<br>Il doit s'agir d'un projet de conception en ingénierie, accompli selon un processus créatif, itératif et évolutif qui repose sur les connaissances acquises en mathématiques, sciences fondamentales, sciences du génie et études complémentaires. Tous les projets doivent avoir une haute teneur en conception et en sciences du génie.<br>Sous la supervision de professeurs, les étudiants réalisent en équipe un projet choisi parmi une liste de sujets approuvés par le Département. Ils sont appelés à gérer eux-mêmes leur projet. Ce projet conduit à la présentation d'un rapport technique |

| | |
|---|---|
| | accompagné d'artefacts propres à la discipline et au sujet, le tout rédigé selon les normes professionnelles. De plus, le rapport doit faire l'objet d'une présentation orale. |
| **GOL690**<br>Environnement et analyse du cycle de vie de produits<br>Génie logistique | Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure de réaliser une étude détaillée en analyse de cycle de vie (ACV) et faire des études d'impact.<br>L'importance de concevoir des chaînes logistiques durables nécessite l'adoption d'une vision globale et d'avoir accès à une information de qualité pour étudier les compromis associés aux différentes options. L'ACV, étant une méthode d'évaluation normalisée (ISO 14040 et 14044), favorise l'écoconception des produits et devient une partie intégrante dans ce contexte. Problèmes environnementaux et développement durable. Sources de pollution et normes d'émissions. Bilans d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Méthodes d'analyse et d'évaluation du cycle de vie des produits (conception, fabrication, assemblage, distribution, exploitation, maintenance, récupération, valorisation, et élimination). Normalisation ISO 14040 et 14044 (définition des objectifs et du champ de l'étude; analyse de l'inventaire; évaluation des impacts du cycle de vie; interprétation des résultats). Utilisation des bases de données et des logiciels d'ACV. |
| **GOL740**<br>Logistique inverse et développement durable<br>Génie logistique | Au terme de ce cours, l'étudiant sera familier avec un ensemble de concepts et de techniques quantitatives de la gestion de la chaîne logistique pouvant contribuer au développement durable et à l'économie circulaire.<br>Le contenu porte principalement sur les dimensions économiques, environnementales et sociales de la logistique durable, l'analyse du cycle de vie, les principes de l'économie circulaire, la conception du réseau logistique durable, le recyclage et la logistique inverse, la logistique durable à boucle fermée, la gestion des déchets, les sources d'énergie durable, les sources d'approvisionnement durable, le transport vert et la gestion des risques environnementaux et sociaux dans la chaine logistique. |
| **GPA793**<br>Projet de fin d'études en génie de la production automatisée<br>Génie de production automatisée | Au terme de cette activité, l'étudiant sera en mesure de démontrer son habileté à :<br>Concevoir des éléments, des systèmes, des procédés et des processus qui répondent à des besoins spécifiques;<br>Intégrer à la résolution d'un problème technique des enjeux et des contraintes non techniques tels que les facteurs économiques, le développement durable, la santé et la sécurité, l'éthique ou les contraintes légales;<br>Effectuer un travail d'équipe avec d'autres étudiants et possiblement d'autres intervenants impliqués dans le même projet;<br>Appliquer une méthodologie de conception rigoureuse;<br>Produire toute la documentation technique nécessaire à la mise en œuvre des éléments, des systèmes, procédés ou processus;<br>D'appliquer les principes de gestion de projet et communiquer tant à l'oral qu'à l'écrit le projet réalisé et les résultats obtenus. |
| **ULAVAL** | |
| **GMC-3012**<br>Introduction à la amécanique du bâtiment et aux énergies renouvelables<br>Génie civil | Ce cours constitue une introduction à la mécanique du bâtiment en abordant les thèmes suivants : conditionnement de l'air, air humide, confort thermique, qualité de l'air intérieur, thermique du bâtiment, charge de chauffage, rayonnement solaire, charge de refroidissement, simulation énergétique, réseaux de distribution de fluide, éclairage. De plus, une partie du cours est consacrée aux énergies renouvelables, en particulier à la géothermie et à l'énergie solaire. Finalement, le cours propose à l'étudiant de réfléchir sur l'importance de l'énergie dans nos vies, dans un contexte de développement durable. |

| | |
|---|---|
| GMN-**2005**<br>Environnement minier et métallurgique<br>Génie minier | Développement durable dans l'industrie minière et métallurgique. Problèmes environnementaux de l'industrie métallurgique. Contribution aux problèmes des gaz à effet de serre et pluies acides. Pyrométallurgie des sulfures, traitement des gaz et poussières pyrométallurgiques. Hydrométallurgie de l'or, traitement des rejets cyanurés. Pollution de la sidérurgie et de la métallurgie de l'aluminium. Industrie minière : effets de l'exploitation des mines sur le milieu environnant, drainage rocheux acide, prévention et contrôle. Toxicité et traitement des effluents miniers. Réglementation et aspects légaux concernant l'ouverture et la fermeture des mines. Conception et contrôle des parcs à résidus, construction de digues, emplacement des parcs à résidus. Gestion de l'environnement dans une entreprise minière. |
| **PHI-2910**<br>Génie et développement durable<br>Tous | Ce cours s'adresse aux étudiants des baccalauréats en génie et a pour objectif d'initier le futur ingénieur au concept du développement durable et aux différentes idées philosophiques sous-jacentes. Également, il l'amène à faire une démarche de réflexion sur le sens de la profession d'ingénieur dans un contexte où le développement durable a progressivement été intégré à l'encadrement normatif de la profession. À partir d'enjeux actuels auxquels l'ingénierie est confrontée, ce cours engage l'étudiant dans une réflexion méthodique sur les forces et les limites des outils dont il dispose pour participer au projet de société durable qui lui impose désormais de tenir compte des enjeux économiques, sociaux et environnementaux. |
| **STC-3900**<br>Impact des sciences et technologies<br>Tous | Ce cours étudie des applications des sciences et technologies dans le monde industriel et dans la vie quotidienne. Des exemples concrets servent à illustrer, de façon intégrée, les applications technologiques de la biologie, de la chimie et de la physique. Sujets abordés : procédés industriels (usine de filtration d'eau, bassin d'élevage de saumons, utilisation des sciences en médecine moderne ou en production d'énergie, raffinerie du pétrole, etc.), des problématiques modernes (effet de serre, amincissement de la couche d'ozone, manipulations génétiques, recyclage des déchets, sources alternatives d'énergie, développement durable, défis alimentaires d'aujourd'hui et de demain, gestion de l'eau potable). |
| **FOR-1011**<br>Opérations forestières<br>Génie du bois | Contexte et cadre de réalisation des opérations forestières. Connaissances et compétences pour gérer les principaux traitements sylvicoles associés aux différents stades d'évolution des peuplements forestiers. Description des étapes, des méthodes et équipements utilisés lors de la récolte, du transport de la matière ligneuse et de la construction d'infrastructures. Prise en considération des aspects humains, environnementaux et monétaires dans le réseau d'approvisionnement forestier. Notions sur la lutte des incendies en forêt. |
| **DDU-2000**<br>Aménagement durable du territoire<br>Géomatique<br>Agroenvironnemental<br>Des eaux | Le cours vise à initier l'étudiant à la problématique et aux modes d'organisation de l'aménagement du territoire, particulièrement dans le contexte québécois et dans une perspective de développement durable. Il cherche à amener l'étudiant à comprendre pourquoi et comment une société planifie et contrôle l'occupation, l'utilisation et la transformation de son territoire. Après avoir exploré l'histoire, les acteurs, les grands objectifs et enjeux de l'aménagement du territoire, le cours poursuit l'étude de ses principales composantes : le cadre législatif, le zonage et les instruments de contrôle de l'usage du sol, le transport, la protection de l'environnement et l'exploitation des ressources naturelles, la notion de planification ainsi que les outils et les données qu'elle comporte, les rapports entre l'aménagement du territoire et le développement durable. |
| **GMT-1100**<br>Urbanisme durable<br>Génie géomatique | Ce cours porte un regard d'ensemble, à la fois technique et critique, sur le phénomène de l'urbanisme. L'étudiant est amené à comprendre comment les pratiques urbanistiques sont transformées par les principes du développement durable. Quatre grands thèmes y sont explorés : la densification et la mixité des usages, le verdissement et l'introduction de pratiques agricoles en milieu urbain, le patrimoine et le design, la mobilité durable. Ce cours accorde une large place à l'acquisition |

| | |
|---|---|
| | de connaissances historiques et théoriques, de même qu'à l'expérimentation concrète et au développement de compétences intégratrices par l'entremise d'un travail pratique, mené en équipe. |
| **FOR-2015**<br>Problématique forestière du Québec<br>Génie du bois | Introduction à l'analyse de politique et au processus décisionnel dans l'administration publique. Description et étude du milieu forestier québécois. Développement de la problématique forestière du Québec selon des axes économique, social, culturel et environnemental. Insertion de la foresterie québécoise dans une perspective mondiale. Exploration du caractère multidimensionnel de la forêt. Compréhension des fondements éthiques de la pratique forestière au Québec. |
| **GBO-3095**<br>Projet de fin d'études<br>Génie du bois | L'étudiant réalise un projet de conception qui intègre les connaissances acquises en sciences naturelles et en génie, et y applique les notions de gestion de projets en ingénierie, en tenant compte de ses incidences économiques, environnementales et sociales. Le projet sert à évaluer de façon terminale les compétences suivantes : conception, utilisation d'outils d'ingénierie, travail individuel et en équipe, communication, économie et gestion de projets. Le projet est réalisé en équipe de deux à quatre étudiants, supervisé par un comité de trois membres, dont le directeur de projet (professeur), rédigé sous forme de rapport technique et soutenu devant ce comité. |
| **SOC-2114**<br>Environnement et société | S'intéresser à la relation entre environnement et société constitue une porte d'entrée privilégiée pour comprendre le monde contemporain. Quels sont les principaux problèmes écologiques d'aujourd'hui? Comment les sociétés y font-elles face? Qui sont les acteurs impliqués? Autour de quels discours et pratiques se structure l'action environnementale? Ce cours se concentre sur les multiples implications sociopolitiques et culturelles des enjeux écologiques, et vise à stimuler une réflexion constructive et critique à l'égard de la place que l'environnement occupe au sein de nos sociétés. Le cours aborde les thèmes suivants : sociologie et environnement; développement durable; changements climatiques; biodiversité; eau; forêts; milieux urbains; participation et gouvernance environnementale; mouvement écologique; science, technologie et environnement. |
| **FOR-2017**<br>Économie de l'environnement forestier<br>Génie forestier | Notions de microéconomie appliquées à l'environnement forestier : théorie de l'entreprise, fonction de production et utilisation des ressources; économie de l'offre, de la technologie et de l'innovation; comportements du consommateur et demande pour les ressources forestières; équilibre des marchés, externalités, développement durable et pérennité des ressources; rentabilité des projets de mise en valeur; commerce international des produits forestiers, tarifs et barrières par rapport à la libre circulation des biens; principaux aspects de la gestion de l'environnement forestier; économie des valeurs intangibles. |
| **FOR-2015**<br>Problématique forestière du Québec<br>Génie forestier | Introduction à l'analyse de politique et au processus décisionnel dans l'administration publique. Description et étude du milieu forestier québécois. Développement de la problématique forestière du Québec selon des axes économique, social, culturel et environnemental. Insertion de la foresterie québécoise dans une perspective mondiale. Exploration du caractère multidimensionnel de la forêt. Compréhension des fondements éthiques de la pratique forestière au Québec. |
| **BIO-1910**<br>Écologie et pollution<br>Aménagement durable des forêts<br>Génie forestier | Problématiques environnementales et solutions, selon l'angle de l'écologie et du fonctionnement des écosystèmes. Durabilité des écosystèmes et notion d'équilibre. Impacts de l'homme : air, eau, sols et eau souterraine, déchets solides. Enjeux mondiaux : effet de serre et changements climatiques, énergies alternatives, précipitations acides, couche d'ozone, conservation de la biodiversité, aires protégées, accords internationaux. Évaluation environnementale, gestion environnementale et certification. Politique de développement durable. |

| | |
|---|---|
| **BIO-4900**<br>Écologie et environnement<br>Génie des mines et de la minéralurgie | Relations entre les organismes, leurs habitats et l'activité humaine dans un contexte de développement durable et de changement global; fondements et fonction des écosystèmes marins et terrestres, écoservices, intégrité biotique et concept de stabilité; biogéographie et invasions biologiques; crise environnementale; écotoxicologie; gestion des ressources vivantes. |
| **DDU-1000**<br>Fondements du développement durable<br>Génie alimentaire<br>Génie civil<br>Mines et minéralurgie | Ce cours d'introduction au développement durable s'adresse à tout étudiant de premier cycle. Il consiste à fournir une introduction au concept, aux différentes dimensions et aux outils de mise en œuvre du développement durable. Il permet à l'étudiant d'acquérir les éléments de base d'une réflexion générale sur le développement durable, laquelle prend en compte ses multiples ambiguïtés et les difficultés de son opérationnalisation. De plus, ce cours incite à réfléchir aux outils nécessaires à son appréhension comme projet de société. Ce cours interdisciplinaire est offert à distance aux sessions d'automne, d'hiver et d'été. Ce cours est obligatoire au profil en développement durable. |
| **UQAC** | |
| **6GCI212**<br>Génie de l'environnement<br>Génie civil<br>Génie géologique | Introduire au génie de l'environnement. Introduire au traitement des eaux et à la gestion des déchets urbains. Comprendre les enjeux liés au développement durable (matière première, régénération, énergie).<br>Envergure des problèmes environnementaux et importance des réactions et interactions dans les milieux. Bases scientifiques du génie de l'environnement: bilans de matières, notions de calculs des réacteurs, bilans énergétiques. Chimie et caractéristiques des contaminants et paramètres de qualité. Phénomènes biologiques dans les milieux: les micro-organismes et leur rôle, cinétique des biomasses et biodégradation. Écologie appliquée: niveaux trophiques, cycles biogéochimiques et eutrophisation. Impacts. Production d'eau potable, épuration des eaux usées. Caractéristiques des déchets, récupération, recyclage, enfouissement et incinération. Exploitation forestière et commerce du bois, impact environnemental, transformation et énergie. |
| **6GIN308**<br>Impact des projets d'ingénierie<br>Génie civil<br>Génie géologique<br>Génie électrique<br>Génie mécanique<br>Génie informatique | Familiariser aux principes généraux de la réalisation d'études d'impacts sociaux et environnementaux découlant de projets d'ingénierie.<br>Structure, fonctionnement et équilibre de la biosphère. Interrelations entre environnements physiques, chimiques et biologiques. Quantification des phénomènes écologiques. Étude d'impacts en relation avec des projets d'ingénierie: étapes essentielles, paramètres environnementaux, identification et évaluation des impacts environnementaux et sociaux, approche économique, quantification des répercussions, mesures compensatoires, choix des options, rédaction d'un rapport, consultation publique. |
| **6GIN440**<br>Projet de synthèse en ingénierie I<br>Génie civil<br>Génie électrique<br>Génie mécanique<br>Génie informatique | Amener à réaliser, en équipe, la première partie d'un projet de conception d'envergure en utilisant les connaissances et les habiletés acquises dans les cours précédents. Démontrer sa capacité à analyser des problèmes d'ingénierie complexes, trouver des solutions possibles et identifier parmi ces dernières une solution répondant aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publiques, des aspects législatifs et réglementaires, des normes, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales. Agir de manière professionnelle, autant durant la réalisation du projet que dans les communications que ce dernier aura à produire.<br>Besoins et exigences de tous les intervenants (cahier des charges). Réalisation d'une revue de l'état de l'art. Informations relatives aux codes et standards généralement employés dans le cas. Répertoire et résumé des préoccupations sociales, |

| | |
|---|---|
| | professionnelles et de développement durable touchant le problème. Méthodes de recherche de solutions. Adaptation des solutions existantes pour des problèmes similaires. Modèles, prototypes, ou autres outils pour évaluer certains choix. Outils de décision utilisant plusieurs critères. Résultats d'expérience et d'analyse afin de sélectionner certaines options. Consultation des experts et des intervenants afin d'évaluer certaines options. Réalisation d'un concept ou un plan de réalisation. Design détaillé. Amélioration de manière évolutive d'un concept. Différents rôles d'un professionnel, comme un ingénieur, et d'un ordre professionnel, comme l'OIQ, en particulier dans la sécurité du public. Concepts de base en matière de santé et de sécurité, d'environnement et de développement durable, de l'intérêt et du bien du public. Aspects du risque pour le public et l'environnement. Identification et appropriation des valeurs d'un professionnel. Différents types de bénéfices économiques et financiers ainsi que les coûts liés à une activité d'ingénierie. Estimation crédible des coûts et des bénéfices. Évaluation de l'imprécision des estimés. Mesures de performance économique et financière pour une activité d'ingénierie. Alternative la plus appropriée basée sur des considérations économiques et financières. Implications de l'inflation, des taxes et des incertitudes sur ces valeurs. Tâches requises pour compléter une activité d'ingénierie ainsi que les ressources requises pour la finaliser. Calendrier des tâches et des ressources requises afin de compléter à temps une activité d'ingénierie selon le budget prévu. |
| **6GIN445**<br>Projet de synthèse en ingénierie II<br>Génie civil<br>Génie électrique<br>Génie mécanique<br>Génie informatique | Amener à réaliser, en équipe, la seconde partie du projet débuté dans le cadre du cours *Projet de synthèse I*. Démontrer sa capacité à analyser des problèmes d'ingénierie complexes, trouver des solutions possibles et identifier parmi ces dernières une solution répondant aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publiques, des aspects législatifs et réglementaires, des normes, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales. Agir de manière professionnelle, autant durant la réalisation du projet que dans les communications que ce dernier aura à produire.<br>Toutes les phases du projet, incluant les documents s'y rattachant, seront systématiquement évaluées et commentées par un professeur-ingénieur, tant sur le plan du contenu que de la forme. Une pondération significative de l'évaluation est rattachée à ce point de même que sur la gestion du projet. |
| **6GMC430**<br>Matériaux renouvelables pour l'ingénieur<br>Génie civil | Présenter les nouvelles alternatives en matière de matériaux possibles dans la construction. Ces alternatives sont liées à la raréfaction des ressources fossiles et à la prise en compte du développement durable.<br>Le bois et la construction (architecture ancienne et contemporaine utilisant le bois). Interaction forêt-arbre-bois. Les atouts écologiques du bois. Notions de développement durable. Le bois dans l'arbre, approche anatomique (essences de bois, variabilités, spécificités, singularités). Vers un matériau de construction normalisé (dimensions, règles de classement). Bois composite naturel. Propriétés physiques (densité, hygroscopie, retrait, gonflement, séchage, température). Propriétés mécaniques (Viscoélasticité, fatigue, fluage, effet mécanosorptif, loi de comportement, matrice de rigidité). Propriétés thermiques, comportement au feu. Durabilité (champignons, insectes, imprégnabilité, traitements, prévention constructive). Comptabilité chimique des bois vis-à-vis des autres matériaux. Principes et procédés de finitions extérieures. Les produits d'ingénierie du bois (bois abouté, lamellé collé, lamellé croisé ou CLT, fermes de toit, murs préfabriqués, poutrelles de plancher en I et ajourées, microlames ou LVL, LSL et OSL, Parallam, panneaux de fibres et de particules, panneaux lattés, contreplaqués) Les polymères naturels ou biopolymères, les polymères synthétiques. Les bioproduits à partir de la fibre de |

| | |
|---|---|
| | bois, la nanocellulose cristalline, les isolants naturels (paille, laine de bois, cellulose.) et performances physiques et mécaniques. Notions de performances énergétiques, végétalisation de couverture et écohabitation. |
| **6GIN275**<br>Ingénierie et éthique<br>Génie électrique<br>Génie informatique<br>Génie géologique<br>Génie civil<br>Génie mécanique | Familiariser à une démarche éthique en relation avec la pratique de l'ingénierie et le préparer à une pratique professionnelle conforme à la déontologie des ingénieurs.<br>L'éthique de l'ingénierie. Diversité des conceptions de l'éthique. Description d'une démarche éthique en quatre phases: prise de conscience de la situation, clarification des valeurs conflictuelles de la situation, prise de décision éthique, établissement d'un dialogue entre personnes impliquées. Utilisation d'une grille d'analyse. Professionnalisation et société moderne. Système professionnel québécois. Structure et contenu du code de déontologie des ingénieurs québécois. Tendances actuelles en éthique de l'ingénierie. Rôle et responsabilité des ingénieurs et autres décideurs en ingénierie dans le contexte actuel du développement technologique et principaux enjeux: la productivité industrielle, la sécurité du public et l'environnement. |
| **6GLG420**<br>Projet de conception en sciences de la Terre<br>Génie géologique | Amener à l'acquisition d'une expérience d'envergure de la conception en ingénierie et en géologie, fondée sur les connaissances et les habiletés acquises dans les cours précédents (fondations, géochimie environnementale, mécanique des sols, géomorphologie et géologie appliquées, géomatique appliquées, géostatistique et mise en valeur et mécanique des roches). Familiariser avec les concepts du travail en équipe et la gestion de projet. Développer la capacité à concevoir des solutions à des problèmes complexes et concevoir des solutions qui répondent aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publiques, des aspects législatifs et réglementaires, des normes ainsi que des incidences économiques, environnementales culturelles et sociales. Développer des habiletés de communication orale et écrite.<br>Le thème du projet est suggéré de préférence par l'industrie. Le travail est orienté vers un aspect de l'exploration/exploitation de ressources naturelles (minérales, hybriques etc.) et des aménagements conséquents. Il se fait en collaborations avec des personnes qualifiées (ingénieurs, géologues, etc.). Analyse et synthèse de l'information pertinente, inventaire des moyens disponibles et définition de la méthodologie proposée. Toutes les phases du projet, incluant les documents s'y rattachant, sont systématiquement évaluées et commentées. |
| **6GLG634**<br>Projet de fin d'études en génie géologique<br>Génie géologique | Réaliser, en équipe ou individuellement, un projet de conception d'envergure en utilisant les connaissances et les habiletés acquises dans les cours précédents. Démontrer la capacité à analyser des problèmes d'ingénierie géologique complexes, trouver des solutions possibles et identifier parmi ces dernières une solution répondant aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publique, des aspects législatifs et réglementaires, des normes, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales.<br>Besoins et exigences de tous les intervenants (cahier des charges). Réalisation d'une revue de l'état de l'art. Informations relatives aux codes et standards généralement employés dans le cas. Répertoire et résumé des préoccupations sociales, professionnelles et de développement durable touchant le problème. Méthodes de recherche de solutions. Adaptation des solutions existantes pour des problèmes similaires. Modèles, prototypes, ou autres outils pour évaluer certains choix. Outils de décision utilisant plusieurs critères. Résultats d'expérience et d'analyse afin de sélectionner certaines options. Consultation des experts et des intervenants afin d'évaluer certaines options. Réalisation d'un concept ou d'un plan de |

| | |
|---|---|
| | réalisation. Design détaillé. Amélioration de manière évolutive d'un concept. Différents rôles d'un professionnel, comme un ingénieur, et d'un ordre professionnel, comme l'OIQ, en particulier dans la sécurité du public. Concepts de base en matière de santé et de sécurité, d'environnement et de développement durable, de l'intérêt et du bien du public. Aspects du risque pour le public et l'environnement. Identification et appropriation des valeurs d'un professionnel. Différents types de bénéfices économiques et financiers ainsi que les coûts liés à une activité d'ingénierie. Estimation crédible des coûts et des bénéfices. Évaluation de l'imprécision des estimations. Mesures de performance économique et financière pour une activité d'ingénierie. Alternative la plus appropriée basée sur des considérations économiques et financières. Tâches requises pour compléter une activité d'ingénierie ainsi que les ressources requises pour la finaliser. Calendrier des tâches et des ressources requises afin de compléter à temps une activité d'ingénierie selon le budget prévu. Les recommandations devront tenir compte de paramètres économiques, environnementaux et humains (santé et sécurité). Le travail peut comporter la cueillette de données sur le terrain et/ou des travaux de laboratoire après un inventaire bibliographique. Les travaux et les résultats sont ensuite rassemblés dans un mémoire technique qui est évalué par deux professeurs, après sa présentation publique également évaluée. L'étudiant devra agir de manière professionnelle, autant durant la réalisation du projet que dans les communications que ce dernier aura à produire. |
| **6STR108**<br>Essai en analyse de risques naturels<br>Génie géologique | Permettre de participer activement à l'analyse d'un processus naturel et industriel passé, présent ou à venir, ayant des incidences sur la santé et la sécurité des personnes et des biens, leur intégrité physique et psychologique. Permettre de mettre en pratique diverses notions acquises dans la formation académique et de développer des habiletés de communication orale et écrite.<br>Incidences sur les collectivités locales et planétaires. Appréciation des contraintes techniques, économiques sociales et environnementales que l'on retrouve dans les entreprises ou organisations et sociétés. Travaux sur le terrain sous diverses formes, dont un stage d'observation. |
| **6STR110**<br>Stage en analyse de risques naturels<br>Génie géologique | Permettre le développement d'une pensée critique par l'analyse d'un processus naturel, passé, présent ou à venir, ayant des incidences sur le milieu industriel, la santé et la sécurité des personnes et des biens, leur intégrité physique et psychologique. Permettre de mettre en pratique diverses notions acquises dans la formation académique par un stage d'observation et de développer ses habiletés de communication orale et écrite.<br>Incidences sur les collectivités locales et planétaires. Appréciation des contraintes techniques, économiques, sociales et environnementales que l'on retrouve dans les entreprises ou organismes et sociétés. |
| **UQAR** | |
| **GEN44108**<br>Ingénierie et environnement<br>Génie civil | Connaître les principes généraux qui régissent la dynamique à l'intérieur des différents écosystèmes. Comprendre la problématique de l'évolution du climat et le concept de développement durable. S'initier à la démarche de l'évaluation de l'impact des travaux d'ingénierie sur l'environnement. |

| | |
|---|---|
| **DST12118**<br>Changement social contemporain | **Objectif:** Identifier, comprendre et décrire les processus contemporains de changement social.<br><br>**Contenu**: Historicité du concept de changement : évolution, progrès, développement, développement durable et développement social, intersectionanalité. Théories du changement : acteurs, facteurs, conditions et temporalités. Rôle des savoirs (science) et des facteurs culturels, sociaux et technologiques. Perspective internationale (globalisation, cosmopolitisme) et **communautés** locales : enjeux de l'interconnexions, réseaux. Perspective internationale. |
| **GEN38519**<br>Génie environnemental<br>Génie des systèmes électromécaniques<br>Génie électrique<br>Génie mécanique | **Objectif** : Acquérir les connaissances permettant de répondre aux problèmes de production d'eau potable, de traitement des eaux usées, boues et sols contaminés, de gestion des déchets urbains, dans une perspective de développement durable.<br>**Contenu** : Développement durable et opérations d'assainissement, de traitement des eaux et des déchets urbains. Chimie de l'eau, propriétés physico-chimiques. Réactions chimiques : précipitation, acide/base, association ionique, oxydation/réduction. Solution tampon, volatilisation. Traitement de l'eau; l'eau potable : coagulation, floculation, sédimentation, filtration, désinfection, absorption, membranes. Traitement des eaux usées : caractérisation, normes, prétraitement, traitement primaire, traitement secondaire, désinfection. Traitement des sols contaminés. Traitement des boues. Déchets urbains : collecte, recyclage. Conception et gestion des sites d'enfouissement : normes, sélection du site, préparation du site, équipements, opérations, conception d'une cellule. Valorisation des matériaux de construction, introduction à l'analyse du cycle de vie, développement durable dans la construction, déclaration environnementale des produits de construction (norme ISO 21930-2007). |
| **GEN48620**<br>Écoconception des structures | **Objectif** : Acquérir les notions de base sur la conception écoresponsable des structures et des bâtiments. **Contenu** : Impacts environnementaux liées aux bâtiments. Introduction aux systèmes de certifications environnementales de bâtiment (LEED, HQE, etc.). Analyse de stratégies écoresponsables selon le contexte. Application de l'analyse du cycle de vie aux bâtiments. Préfabrication et gestion des déchets de construction. Analyse des coûts selon le cycle de vie. Analyse hygrothermique des enveloppes de bâtiments. |
| **UQTR https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/fro/grille/79442019301.pdf** | |
| **ING1200**<br>Pratique de la profession d'ingénieur<br>Génie électrique<br>Génie électrique concentration informatique<br>Génie industriel<br>Génie mécanique<br>Génie mécanique concentration mécatroniqueGénie mécanique cheminement coopératif | Offert à l'ensemble des baccalauréats en génie, ce cours vise à développer des compétences complémentaires aux savoirs disciplinaires étroitement liées à l'exercice de la profession d'ingénieur. L'évolution des compétences de l'ingénieur(e) : processus d'accès au titre professionnel d'ingénieur(e), responsabilités de l'ingénieur(e) et formation continue. Les fondements théoriques et applications pratiques du professionnalisme, de l'éthique et de la déontologie en lien avec le travail de l'ingénieur(e). L'environnement légal de l'ingénieur(e) : lois, règlements et normes qui encadrent les travaux d'ingénierie et le développement de produits. L'ingénieur(e) et la mondialisation. L'environnement professionnel de l'ingénieur(e) : ouverture, savoir être et normes de comportement. Rôle de l'ingénieur(e) dans le développement de produits, les projets de conception et de construction ainsi que dans la recherche et développement. Les décisions de l'ingénieur(e) et leurs impacts sur la société et la population : l'utilisation des énergies renouvelables, le développement durable, le cycle de vie des produits, l'empreinte écologique et la gestion de risques technologiques. |

| UQO https://etudier.uqo.ca/documents/programmes/PDF/7543.pdf | |
|---|---|
| **GEN1543**<br>Ingénierie : aspects professionnels, éthiques, sociaux et environnementaux<br>Génie électrique<br>Génie informatique | **Objectifs :** Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure : d'analyser les impacts sociaux du rôle de l'ingénieur et du développement technologique.<br>**Contenu :** Dimensions et implications sociales de la pratique professionnelle de l'ingénieur. Développement de la profession au Québec. Transformation des sociétés et développement technologique : aspects culturels, politiques et économiques. Organisation du travail dans les sociétés industrielles. Principes de professionnalisme et d'éthique professionnelle dans la pratique de l'ingénieur, incluant ses obligations envers la société et l'environnement, et les aspects de santé et sécurité au travail. |
| **GEN1683**<br>Énergies renouvelables<br>Génie électrique | **Objectifs *:*** Au terme de cette activité, l'étudiant (e) sera en mesure : de comprendre les problématiques et les enjeux techniques spécifiques aux énergies renouvelables et la relation entre énergies vertes et développement durable.<br>**Contenu *:*** Introduction aux énergies renouvelables. Fondements scientifiques et techniques. Technologies énergétiques renouvelables et conventionnelles. Énergie solaire, spectre de radiation et variations saisonnières, effets thermiques et concentrateurs, cellules et systèmes photovoltaïques, tailles et performance. Énergie éolienne, modélisation de la ressource vent, turbines aérodynamiques, paramètres de conception et de contrôle, applications. Bioénergie, sources et applications, structures cellulaires et énergie, chimie de la digestion, déchets et technologies de conversion. Énergie hydraulique, ressource eau, ondes et énergie, installations hydroélectriques, rendement de la conversion énergétique. |
| **GEN1873**<br>Projet de conception de grande envergure en génie électrique<br>Génie électrique<br>Génie informatique | **Objectifs *:*** Au terme de cette activité, qui s'étale sur une période de deux trimestres consécutifs, l'étudiant(e) sera en mesure de réaliser en équipe une activité de conception et de synthèse en génie électrique portant sur un projet de grande envergure. L'étudiant(e) va démontrer son autonomie, son professionnalisme et sa créativité par l'application et l'approfondissement de ses connaissances acquises durant ses études. La solution proposée devra intégrer des préoccupations de développement durable. Un des objectifs est le développement des habiletés du travail en équipe ainsi que de la communication verbale et écrite.<br>**Contenu *:*** Le projet consiste en un travail de conception de niveau professionnel sur un problème réel, suggéré de préférence par l'industrie, réalisé en équipe sous la direction de deux enseignants en possession de permis d'ingénieur. Le mandat comprend les objectifs du projet, le cahier des charges, la méthodologie de résolution, l'échéancier et les ressources nécessaires à sa réalisation. L'étudiant(e) doit analyser en profondeur les différents aspects techniques, économiques, législatifs, sociaux, environnementaux, et de santé et sécurité du problème soumis. Son travail doit inclure les étapes de la conception, la modélisation et simulation, et le prototypage. Elles doivent mener à l'implantation d'une solution novatrice démontrant les capacités de l'étudiant(e) à réaliser un projet d'ingénierie selon les règles de l'art, les normes et les protocoles propres au domaine du génie électrique. Une composante importante du travail est la gestion de projet. Toutes les phases du projet, incluant les documents s'y rattachant, sont systématiquement évaluées tant sur le plan de la rigueur que de la présentation. |
| **GEO1333**<br>Territoires, environnement et développement durable | **Objectifs *:*** Ce cours vise à approfondir les concepts d'environnement et de développement durable dans une perspective géographique et territoriale. L'étudiant(e) sera en mesure de poser un problème d'ordre spatial et d'analyser l'organisation des territoires dans une perspective de développement durable. Il vise également à familiariser l'étudiant(e) avec l'analyse |

| | |
|---|---|
| Génie électrique | des grands enjeux environnementaux (globaux, nationaux et locaux) et les tendances mondiales en matière de gestion environnementale des territoires et de développement durable.<br>**Contenu *:*** Initiation aux concepts d'environnement et de développement durable dans une perspective géographique et territoriale. Survol des grands enjeux environnementaux (globaux, nationaux et locaux) et des tendances mondiales en matière d'environnement et de développement durable : les changements climatiques ; les pluies acides ; la qualité de l'air (pollution atmosphérique, smog urbain, …) ; la qualité et l'utilisation des eaux douces (eaux usées municipales et industrielles, consommation d'eau, …) ; les substances toxiques dans l'environnement (polluants persistants) ; la biodiversité, les espèces en péril et les aires protégées ; etc. Regards sur les perspectives disciplinaires et interdisciplinaires pour la compréhension et la résolution des problèmes environnementaux. Aperçu des grandes approches et des instruments de gestion environnementale des territoires : les bilans environnementaux et les rapports sur l'état de l'environnement ; les diagnostics territoriaux ; les indices et les indicateurs environnementaux ; l'évaluation des effets sur l'environnement (étude d'impact) et l'évaluation environnementale ; la gestion écosystémique et la gestion intégrée de l'environnement; les stratégies de développement durable ; le suivi environnemental ; les procédures de participation publique (information, consultation, négociation, médiation et concertation). Sorties sur le terrain et études de cas. |
| **UQAT https://www.uqat.ca/etudes/guide-des-etudes/pdf/genie.pdf** | |
| **MIN1120 –**<br>Impacts sur l'environnement et le développement durable<br>Génie des mines | **Objectifs :** Présenter les concepts de développement durable et les études d'impacts sur l'environnement en insistant plus particulièrement sur les outils et techniques d'évaluation ainsi que sur le rôle des ingénieurs dans les processus d'évaluation des impacts sur l'environnement.<br>**Contenu :** Historique, principes et concepts du développement. Rôle des ingénieurs et outils à leur disposition dans un contexte de développement durable. Processus provincial et fédéral d'études d'impacts sur l'environnement et de demande de certificats d'autorisation au Québec. Aspects socio-économiques, légaux et biophysiques des projets de la planification jusqu'au démantèlement. Techniques d'identification et d'évaluation des impacts environnementaux. Processus de participation publique. Risques technologiques et évaluations environnementales. Études de cas. |
| **Université de Sherbrooke** | |
| **GCB450**<br>Analyse du cycle de vie des procédés<br>Biotechnologique<br>chimique | **Cible(s) de formation** ; Maîtriser l'analyse du cycle de vie et l'appliquer pour la modélisation des impacts des procédés chimiques et biotechnologiques, et ce, dans une optique de développement durable.<br>**Contenu**: L'analyse du cycle de vie comme outil de développement durable et d'amélioration des impacts des procédés chimiques et biotechnologiques. Le contenu des normes ISO 14040 et 14044 sur l'analyse du cycle de vie. Logiciel de modélisation et différentes banques de données utilisées en analyse du cycle de vie. Les distinctions entre analyse environnementale, économique et sociale du cycle de vie. |
| **GCH532**<br>Génie environnemental<br>Génie biotechnologique<br>Génie chimique | **Cible(s) de formation** ; Acquérir les bases du génie de l'environnement; connaître le contexte légal dans lequel l'ingénieure ou l'ingénieur exerce ses activités; prendre conscience du rôle à jouer par rapport à la protection de l'environnement; développer, par la réalisation d'un projet intégrateur, les compétences de travail en équipe et savoir communiquer efficacement les résultats dans ce domaine. |

| | |
|---|---|
| Génie mécanique | **Contenu** ; Nuisances environnementales. Types. Sources, nature et ampleur des déchets. Toxicité et risque. Aspects législatifs. Classification des matières dangereuses. Lois, règlements et normes pour les rejets. Les juridictions. Responsabilité de l'ingénieure ou de l'ingénieur. Gestion des nuisances environnementales. Approches préventive et curative. Aperçu des technologies de traitement des effluents gazeux, liquides et solides. Gestion de la qualité de l'eau, des sols et de l'air. Calcul de la concentration des polluants rejetés dans le milieu. Magnitude des traitements requis. Évaluation des impacts. Nature des impacts, procédure d'évaluation environnementale. Contenu du rapport d'impact. Les juridictions. Audiences publiques. L'ingénieure ou l'ingénieur et la société. Rôle de l'ingénieure ou de l'ingénieur, responsabilité sociale et champs d'action. Éthique. Gestion intégrée et développement durable. Normes ISO. Importance de la communication avec le public. |
| **GCI736**<br>Analyse du cycle de vie et écoconception<br>Génie civil<br>Génie du bâtiment<br>Génie mécanique | **Cible(s) de formation** ; Acquérir une formation de base en écoconception. Maîtriser l'analyse du cycle de vie et l'appliquer à des projets d'ingénierie.<br>**Contenu** ; Les stratégies et les outils d'écoconception. L'analyse du cycle de vie comme outil de développement durable et comme outil d'écoconception. Le contenu des normes ISO 14040 et 14044 sur l'analyse du cycle de vie. Les distinctions entre analyse environnementale, économique et sociale du cycle de vie. Les différents logiciels et banques de données utilisés en analyse du cycle de vie. |
| **GEN272**<br>Ingénierie durable et évaluation des impacts environnementaux<br>Génie électrique<br>Génie informatique | **Cible(s) de formation :** comprendre les phénomènes physicochimiques des problématiques environnementales et leurs effets sur l'environnement et l'Homme. Reconnaitre, comprendre et appliquer sommairement les concepts d'analyse du cycle de vie à des systèmes relevant du génie électrique et du génie informatique.<br>**Contenu :** Notions élémentaires de chimie et de physique environnementales. Impacts environnementaux. Analyse du cycle de vie comme outil du développement durable. Évaluation des impacts de projets d'ingénierie. Normes ISO sur l'analyse du cycle de vie, unité fonctionnelle, inventaire, catégories d'impacts, facteurs de caractérisation, méthodologies d'évaluation des impacts du cycle de vie de systèmes relevant du génie électrique et du génie informatique. |
| **GEN550**<br>Impacts éthiques du développement technologique en ingénierie<br>Génie électrique<br>Génie informatique<br>Génie robotique | **Cible(s) de formation ;** définir, développer et organiser le contexte social d'implantation et la finalité du produit; évaluer les impacts éthiques, économiques, environnementaux, légaux, sociaux et les enjeux et défis associés ainsi qu'établir une stratégie de priorisation et d'enrichissement du projet de conception.<br>**Contenu** : Définition et importance de l'éthique en conception. Application du processus de résolution de problèmes aux situations rencontrées dans la pratique de l'ingénierie et présentant une dimension éthique. Gestion des parties prenantes. Analyse, priorisation et gestion des impacts des projets en ingénierie. Approche par les usages. |
| **Polytechnique Montréal** | |
| **ING8971**<br>Projet intégrateur en développement durable<br>Génie aérospatial<br>Génie biomédical | Projet intégrateur de quatrième année d'une durée d'un trimestre divisé en deux volets : travail en équipe et travail individuel. Volet équipe : résolution d'une problématique d'ingénierie et conception technique dans une perspective de développement durable. Travail en équipe mixte, ouvert à tous les génies, encadré par une équipe technique multidisciplinaire. Prise en compte dans la conception des impacts des solutions proposées sur l'environnement, la société et l'économie. Volet |

| | |
|---|---|
| Génie chimique<br>Génie des mines<br>Génie civil<br>Génie électrique<br>Génie géologique<br>Génie industriel<br>Génie informatique<br>Génie logiciel<br>Génie mécanique<br>Génie physique | individuel : développement d'une expertise individuelle en matière de développement durable. Cette compétence est transférable au projet d'équipe et liée aux intérêts et à la formation de l'étudiant. |
| **DDI8001**<br>Développement durable pour ingénieurs<br>Génie aérospatial<br>Génie biomédical<br>Génie chimique<br>Génie civil<br>Génie des mines<br>Génie électrique<br>Génie géologique<br>Génie industriel<br>Génie informatique<br>Génie logiciel<br>Génie mécanique<br>Génie physique | Contexte historique, repères et acteurs du développement durable. Concepts théoriques, modèles, indicateurs et mesures tels que : produit intérieur brut, indice de développement humain, Genuine Progress Indicators, empreinte écologique. Cadre légal : Loi 118, Loi sur la qualité de l'environnement du Québec, Loi sur les ingénieurs. Leviers et outils de mise en œuvre : responsabilité sociale des organisations, analyse de cycle de vie, écoconception. Outils de reddition de compte, certification : normes de l'Organisation internationale de normalisation et du Bureau de normalisation du Québec, Global reporting initiave, écolabel. Enjeux majeurs tels que : biodiversité, eau, sols, énergie, changements climatiques, industrie extractive, procédés de transformation, matières résiduelles, milieu bâti, transport, éthique, société. Défis et contraintes. |
| **DDI8002**<br>Études de cas en DD<br>Génie aérospatial<br>Génie biomédical chimique<br>Génie civil<br>Génie des mines<br>Génie électrique géologique<br>Génie informatique<br>Génie logiciel<br>Génie mécanique | **Description** : Synthèse et méthodologie d'application des principes du développement durable (DD) à partir d'études de cas ou de problèmes rencontrés pour la prise en compte des relations environnementales, économiques et sociales propres à un produit, procédé ou service pendant tout son cycle de vie. Aspect méthodologique de la préparation d'un rapport de durabilité. Revue des critères d'écoconception. Application de l'analyse du cycle de vie selon les normes ISO14040 et suivantes. Rôle de l'ingénieur dans les débats de société. Connaissance des milieux de mises en uvre des principes du DD. Exemples d'intégration des aspects à impacts durables dans les procédés de transformation et dans l'utilisation des produits et services. Exemples de l'influence de la source d'énergie utilisée pour développer une technologie, un produit ou un service sur leurs impacts de durabilité. |

| | |
|---|---|
| Génie physique | |
| **GCH1110**<br>Analyse des procédés de DD<br>Génie chimique | Analyse des procédés et identification des variables de procédés. Développement durable : historique, concepts et outils de base. Méthodologies des bilans de matière, d'énergie et des impacts environnementaux. Principaux concepts de chimie physique intervenant dans les bilans vus à travers trois procédés réels : synthèse de l'ammoniac, centrale thermique de Polytechnique et piles à combustible. Concepts: gaz réels, équilibres chimiques, équilibres des phases, humidité, thermochimie, combustion, cinétique, électrochimie et impacts des rejets sur l'atmosphère et l'hydrosphère. Interprétation des bilans sur les trois procédés selon les critères du développement durable. |
| **GCH1220**<br>Conception environnementale et cycle de vie<br>Génie géologique<br>Génie chimique | Introduction aux problèmes environnementaux et au développement durable. Impact des activités humaines et industrielles, sources de pollution majeures, normes d'émissions, étude d'impact, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). Types d'énergie primaires et secondaires et problématiques associées. Bilans d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre (GES) autour de processus. Pensée cycle de vie, système de produit, échange de flux de matière et d'énergie, chaîne d'approvisionnement. Définition d'une unité fonctionnelle et des frontières d'un système. Calcul de bilans d'énergie et d'émissions de GES d'un système. Introduction à l'analyse du cycle de vie (ACV), exemples d'application et interprétation des résultats. Outils simplifiés d'évaluation environnementale. Analyse de points chauds, identification des opportunités d'amélioration des aspects environnementaux. Stratégies de conception environnementale. Normes et outils d'application de la conception environnementale. Incitatifs internes et externes, études de cas d'application de la conception environnementale en entreprise. Chimie verte et écologie industrielle. |
| **GCH8272**<br>Projet de conception et analyse d'impacts<br>Génie chimique | Projet intégrateur final en génie chimique consistant à effectuer la conception en équipe d'un procédé réel, proposé par un partenaire industriel. Planification de la conception. Analyse préliminaire de l'impact environnemental et social, et des risques liés à la santé et sécurité des travailleurs, de la mise en place de procédés et d'installations de production. Analyse technico-économique préliminaire du procédé conçu, incluant un survol du marché. Supervision par le professeur ainsi que plusieurs intervenants industriels. Utilisation de logiciels de conception et de simulation des procédés. Projet comportant quatre étapes clés se terminant par une présentation et des discussions avec les clients industriels. |
| **CIV3220**<br>Impacts sur l'environnement et DD<br>Génie civil<br>Génie des mines<br>Génie géologique | Historique, principes et concepts du développement durable. Rôle des ingénieurs et outils à leur disposition dans un contexte de développement durable. Processus provincial et fédéral d'études d'impacts sur l'environnement et de demande de certificats d'autorisation au Québec. Aspects socio-économiques, légaux et biophysiques des projets de la planification jusqu'au démantèlement. Techniques d'identification et d'évaluation des impacts environnementaux. Processus de participation publique. Risques technologiques et évaluations environnementales. Études de cas. |
| **ELE2400**<br>Électricité: Sécurité et environnement<br>Génie électrique | Effets de l'électricité sur le corps humain: chocs électriques, électrocution et premiers soins. Effets des champs électromagnétiques. Sources d'énergie et dangers qu'elles présentent. Installations électriques sécuritaires: réseaux haute, moyenne et basse tension. Conséquences des pannes d'électricité. Régimes du neutre et protections. Organismes de normalisation. Aspects environnementaux: impacts des projets sur l'environnement et développement durable. Calcul des émissions de gaz à effet de serre. L'énergie dans le monde, au Canada et au Québec. |

| | |
|---|---|
| **IND1401**<br>Systèmes de production durable<br>Génie industriel | Responsabilités de l'ingénieur industriel envers la société en terme de développement durable. Production et consommation durable. Gestion des déchets et des émissions. Conformité réglementaire environnementale. Durabilité et économie en boucle fermée. Logistique inverse. Symbiose industrielle. Production propre. Écologie industrielle. Économie circulaire. Métabolisme industriel. Analyse des flux de matière. Analyse et gestion du cycle de vie. Changements climatiques et problèmes environnementaux. Bilan carbone d'une entreprise. Écoconception et innovation durable. Systèmes de gestion environnementale selon ISO 14001. Intégration dans des systèmes de gestion de la qualité et de la santé et sécurité au travail. Indicateurs de développement durable. |
| **IND8202**<br>Production durable<br>Génie industriel | Trois volets du développement durable : environnemental, social, économique. Perspective du cycle de vie. Moteurs de changement en entreprise. Cadre normatif ISO 14000 et principales initiatives volontaires. Gestion du cycle de vie. Système de gestion environnementale. Performance environnementale dans l'ensemble de la chaîne de valeurs d'une entreprise. Empreintes carbone et eau. Analyse sociale du cycle de vie. Analyse des coûts du cycle de vie et éco-efficacité. Écologie et symbiose industrielle. Écoconception des systèmes durables. Eco-innovation. Approvisionnement responsable. Communication environnementale interne et externe. Labels et déclaration environnementale de produits. Leviers de création de valeur dans l'entreprise par le développement durable. Économie circulaire et de la fonctionnalité. |
| **GCH2730**<br>Énergie et DD dans les systèmes informatiques<br>Génie informatique<br>Génie logiciel | Analyse dimensionnelle. Variables utilisées dans les procédés : débit, pression, température et composition. Notion de procédé et principe de fonctionnement d'une pile. Équation générale de conservation de la matière. Bilans de matière sur des systèmes informatiques. Équilibre de phases. Réactions chimiques : réactif limitant et en excès, rendement, sélectivité. Bilans d'énergie sur des systèmes informatiques. Formes d'énergie dans un procédé. Calcul de l'enthalpie et état de référence. Premier principe de la thermodynamique. Procédure d'établissement des bilans d'énergie pour des procédés non-réactifs et réactifs. Électrochimie : oxydo-réduction, loi de Nernst, loi de Faraday. Effet Joule. Chaleur dissipée dans une pile. Bilans de matière et d'énergie dans une salle de serveurs. Développement durable : historique, concepts et outils de base. Introduction à l'analyse du cycle de vie. Place du développement durable dans les systèmes informatiques. Études de cas. |
| **Concordia:** aucun cours DD n'est proposé en génie, seuls des cours et contenus en environnement sont proposés, des cours en DD sont existants mais non indiqués sur les listes des cours en génie. | |
| **Mc Gill:** aucun cours DD n'est proposé en génie, seuls des cours et contenus en environnement sont proposés, des cours en DD sont existants mais non indiqués sur les listes des cours en génie**.** | |

# ANNEXE 2 QUESTIONNAIRE EN LIGNE

**Note aux participants et aux participantes :**

Au cours des dernières années, le développement durable est abordé dans plusieurs sphères de la société. C'est dans ce contexte que nous vous invitons à répondre à des questions au sujet de votre point de vue **(étudiants et étudiantes en génie au premier cycle au Québec)** sur le développement durable et sur son intégration dans la formation des ingénieurs.

Il est important de noter qu'il n'y a pas de bonnes ni de mauvaises réponses à ces questions. Notre but est de connaître votre opinion. Compléter le questionnaire devrait vous demander au maximum 30 minutes.

Nous vous demandons de lire attentivement les questions posées et d'y répondre le plus spontanément possible (réponses courtes et sans avoir recours à une recherche documentaire). C'est d'ailleurs dans le but d'obtenir vos réponses spontanées que nous ne vous permettrons pas de revenir en arrière, dans le questionnaire. Cela signifie que lorsque vous aurez complété une section, vous ne pourrez pas y revenir.

Dans le questionnaire, il vous sera demandé si vous souhaitez participer à la deuxième phase de l'étude qui consistera en un entretien de groupe d'environ une heure trente. Cet entretien sera enregistré (audio seulement) et portera sur le même thème que le questionnaire, soit sur le développement durable et son intégration dans la formation des ingénieurs. Le cas échéant, il vous sera demandé de cocher la case « intéressé(e)

par l'entretien » pour être contacté dans le but de prendre rendez-vous pour l'entretien. Une compensation de 30$ est offerte aux étudiants et étudiantes qui accepteraient et seraient sélectionnés pour participer à l'entretien de groupe. Vingt-quatre personnes seront retenues pour les entretiens de groupe.

Nous vous remercions de votre collaboration.

Souad Tab étudiante à la maitrise en didactique des sciences et technologie et responsable de la recherche

Audrey Groleau, Ph. D., professeure de didactique des sciences et de la technologie à l'UQTR et directrice de la recherche

**Votre profil**

Vous êtes actuellement aux études dans une université au Québec ?

Vous êtes inscrit(e) en génie au 1er cycle ?

**Questionnaire**

**Q1:** Quels mots ou quelles expressions vous viennent spontanément à l'esprit quand vous pensez au développement durable? Donnez 10 mots ou expressions.

1. ……....
2. ……....
3. ……
4. ……
5. ……
6. ……
7. ……
8. ……
9. ……
10. ……

**Q2:** A votre avis, si l'on demandait aux étudiants et aux étudiantes en génie en général de nommer les mots ou expressions qui leurs viennent spontanément à l'esprit quand ils ou elles pensent au développement durable que diraient-ils, elles? Donnez 10 mots ou expressions. Certains mots ou expressions peuvent être les mêmes qu'à la question 1; d'autres peuvent être différents.

1. ……..
2. ……..
3. ……..
4. ……..
5. ……..
6. ……..
7. ……..
8. ……..
9. ……..
10. ……..……

**Q3:** répondre par oui, non ou je ne sais pas

| **De façon générale, un développement durable devrait :** | **Oui** | **non** | **Je ne sais pas** |
|---|---|---|---|
| Conduire au changement de nos modes de consommation et de nos habitudes quotidiennes | | | |
| Contribuer à assurer la pérennité des ressources | | | |
| Lutter contre les changements climatiques | | | |
| Protéger l'environnement | | | |
| Contribuer à diminuer la pauvreté dans le monde | | | |
| Aider à garantir l'équité dans les sociétés actuelles | | | |
| Se soucier de l'avenir des générations futures | | | |
| Permettre de poursuivre la croissance économique | | | |
| Assurer l'équilibre social, économique et environnemental | | | |
| Exploiter les énergies renouvelables | | | |
| Développer la technologie verte | | | |
| Permettre de mieux gérer les déchets | | | |
| Impliquer un engagement de tous pour préserver la planète | | | |
| Permettre de trouver des solutions technologiques pour sauver la planète | | | |
| Tenir compte de la culture des peuples | | | |
| Assurer une équité et solidarité sociale | | | |
| Favoriser la justice et la paix | | | |
| Encourager l'innovation technologique et des infrastructures | | | |
| Se soucier de la qualité de l'eau et de son assainissement | | | |
| Promouvoir l'égalité entre les hommes et les femmes | | | |
| Faciliter l'accès à la santé | | | |
| Assurer une éducation de qualité à tout le monde | | | |
| Créer des jardins potagers biologiques de ville entretenus par des personnes en insertion | | | |
| Favoriser l'activité d'insertion par la mise en place de centres de recyclage pour réduire les déchets | | | |
| Protéger la biodiversité | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Privilégier le commerce équitable | | | |
| Ne pas nuire aux libertés individuelles | | | |
| Encourager les consultations publiques | | | |

**Q4 :** Indiquez, parmi les propositions indiquées ci-après, celles qui vous paraissent caractériser le développement durable ? Veuillez cocher.

| S'agit-il | Oui | Non |
|---|---|---|
| D'un slogan et d'un discours politique à la mode? | | |
| D'un développement qui promeut une exploitation rationnelle des ressources naturelles? | | |
| D'un développement qui protège l'environnement? | | |
| D'un développement qui facilite une croissance économique équilibrée de toutes les régions de la planète? | | |
| D'un concept ambigu et controversé, qui tente de relier la croissance économique et la préservation de l'environnement? | | |
| D'un ensemble de solutions technologiques pour faire face aux crises environnementales? | | |
| D'un frein et ensemble de contraintes aux avancées technologiques? | | |
| D'un obstacle pour empêcher les pays du Sud de se développer? | | |
| D'un concept marketing utilisé par les grandes entreprises pour améliorer leur image? | | |
| D'une politique de décroissance? | | |

**Q5**

| Question | oui | non |
|---|---|---|
| Avez-vous été sensibilisé au développement durable depuis le début de votre formation universitaire actuelle ? | | |

Si oui, de quelle manière ? Vous pouvez cocher plusieurs cases.

| | |
|---|---|
| Médias | |
| Lectures personnelles | |
| Discussions ou échanges | |
| Cours ou formation | |
| Publicités ou affiches | |
| Conférences ou colloques | |
| Associations engagées en développement durable | |
| Activités relatives au développement durable sur le campus | |
| Autre | |

Si vous avez coché « autre », veuillez spécifier brièvement :

**Q6**

| Question | oui | non |
|---|---|---|
| Est-ce qu'il est question du développement durable dans votre programme d'études? | | |

Si oui, décrivez brièvement ……
……
……

**Q7**:

| Question | oui | non |
|---|---|---|
| Pensez-vous aborder des aspects du développement durable dans votre futur métier ? | | |

Si oui, lesquels?
……
……
……
……

**Q8** :

| Question | oui | Non |
|---|---|---|
| Au cours de votre formation universitaire, avez-vous réalisé des projets intégrant le développement durable? | | |

Si oui, décrivez brièvement ……
…….
..……..……

**Q9** : Pour quelle(s) raison(s) certains projets que vous avez menés en ingénierie n'intègrent-ils pas le développement durable? Plusieurs réponses sont possibles.

| | |
|---|---|
| Le cahier de charge ne comportait pas de consignes favorables au développement durable | |
| Vous n'y avez pas pensé | |
| Vous avez pensé à le faire, mais vous manquiez d'informations | |
| Ça ne sert à rien, seules les performances techniques sont ciblées. | |
| Par manque de temps. | |
| Autres raisons | |

**Si vous avez coché « autres raisons », veuillez spécifier brièvement :**

**Q10** : Comment choisiriez-vous l'entreprise où vous allez travailler? Plusieurs réponses sont possibles.

| | |
|---|---|
| Selon la performance économique et financière de cette entreprise | |

| | |
|---|---|
| Selon l'impact environnemental de cette entreprise | |
| Selon l'impact social de cette entreprise | |
| Selon la gouvernance axée sur la responsabilité et l'éthique | |
| Selon les avantages salariaux et sociaux qu'elle offre à ses employés | |
| Selon la proximité du domicile | |
| Autres raisons | |

**Si vous avez coché « autres raisons », veuillez spécifier brièvement :**

**Q11** : Comment vous percevez le rôle d'un ingénieur ou d'une ingénieure dans son entreprise par rapport aux enjeux du développement durable?

| | |
|---|---|
| Exécute les ordres | |
| Participe à la prise de décision | |
| Propose les bonnes solutions | |
| Consulte le public pour les nouveaux projets | |
| Autres rôles | |

**Si vous avez coché « autres rôles », veuillez spécifier brièvement :**

**Q12** : **Quel enjeu est prioritaire pour vous en tant que futur ingénieur?**

| | |
|---|---|
| Éviter l'obsolescence programmée des équipements | |
| Développer des transports moins polluants | |
| Gérer les déchets | |
| Rendre la technologie accessible à tout le monde | |
| Explorer de nouvelles énergies propres | |
| Travailler en interdisciplinarité | |
| Garder un esprit critique | |
| Autre : …… | |

**Q13** : Souhaitez-vous ajouter quelque chose sur le développement durable ou sur l'éducation au développement durable ?

……
……
……

Désirez-vous être contacté (e) pour participer dans la deuxième partie de la recherche pour un entretien de groupe qui durerait environ 1h30? Oui ou non

Si oui veuillez inscrire votre adresse courriel UQTR pour une prise de rendez-vous.

Désirez-vous recevoir un résumé des résultats issus de cette recherche après analyse? Oui ou non

Si oui, veuillez inscrire votre adresse courriel UQTR pour l'envoi du résumé des résultats de cette recherche avant le 31 aout 2021.

# ANNEXE 3 GUIDE D'ENTRETIEN

**Question générale**

1. Qui êtes-vous ? Quelle est votre spécialité ?

**Questions sur les connaissances**

2. Selon vous que signifie le mot « développement durable » ?
3. Comment définissez-vous les liens entre l'ingénierie et le développement durable?

**Questions sur l'EDD**

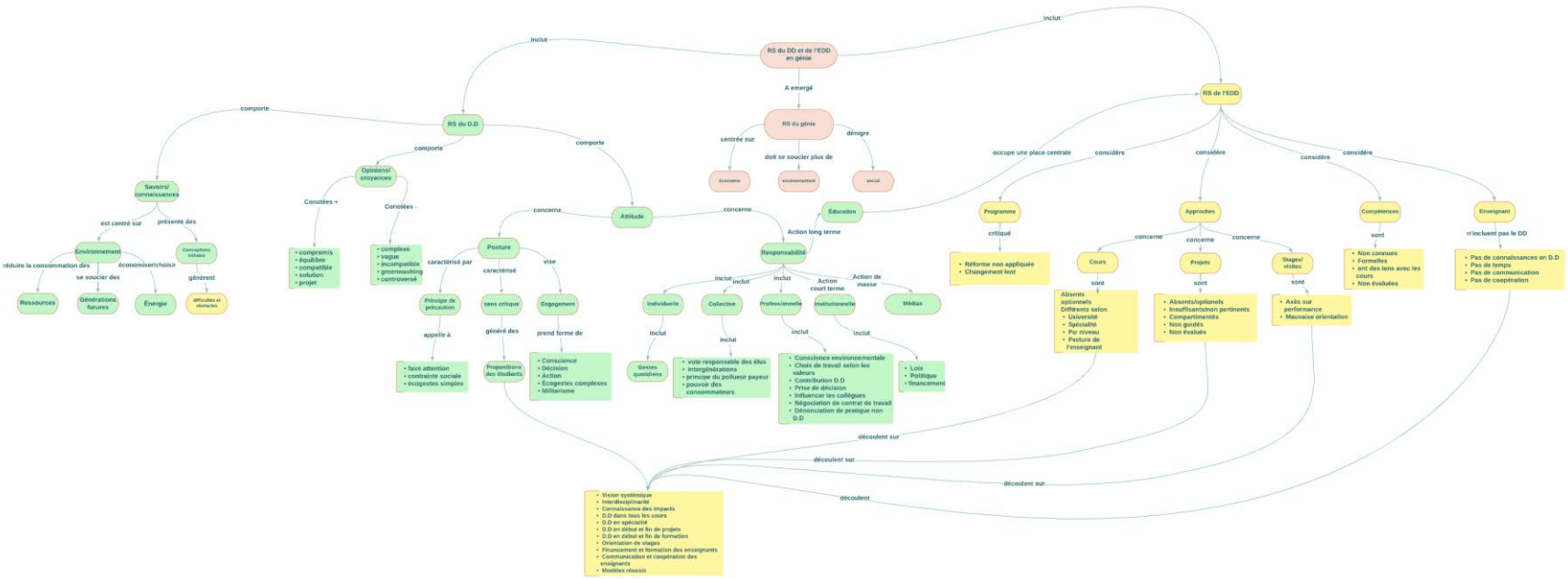
4. Avez-vous abordé le développement durable dans un de vos cours universitaires?
5. Pourriez-vous donner un exemple d'une situation d'apprentissage lors de laquelle vous avez fait ressortir un lien entre l'ingénierie et le développement durable?
6. Quelle place est accordée à l'apprentissage par projet dans votre formation ? Vous arrive-t-il de faire des liens avec les enjeux du développement durable dans vos projets?
7. Avez-vous eu l'opportunité d'apprendre en contexte réel (visite, stage)? Avez-vous perçu des enjeux liés au développement durable? Racontez.
8. Êtes-vous intéressé par une formation au développement durable? Si oui sous quelle forme la préfériez-vous?

**Questions sur l'engagement, sur les attitudes**

9. Selon vous, dans notre société, à qui revient la responsabilité d'appliquer les principes du développement durable?
10. Comment percevez-vous votre rôle de futur ingénieur ou future ingénieure vis-à-vis du développement durable?
11. Connaissez-vous les 12 qualités que doit acquérir un ingénieur à la fin de sa formation? En quoi sont liées ces qualités au développement durable?
12. Selon vous, est-il préférable de former tous les ingénieurs au développement durable ou former des ingénieurs spécialisés en développement durable? Pourquoi?
13. Vous qualifiez-vous en tant que personne engagée à l'égard du développement durable? Comment projetez-vous cet engagement sur le plan professionnel?

**Retour sur l'entretien**

14. Avez-vous été dérangé par certaines questions? Lesquelles?
15. Aimeriez-vous ajouter quelque chose à la suite de ce que vous venez d'exprimer?

# ANNEXE 4 CARTE CONCEPTUELLE D'ANALYSE THÉMATIQUE

https://lucid.app/lucidchart/d4b69c1e-f239-4f03-b30d-848ebb7e3afc/edit?invitationId=inv_6b3c9ef6-04e1-42c8-b513-1f5267d1fa62&page=0_0#