

Développement de compétences autres que techniques dans les écoles de génie : perspective internationale

par

Laurène VALETTE

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DE LA MAÎTRISE
AVEC MÉMOIRE EN GENIE DE LA CONSTRUCTION
M. Sc. A

MONTRÉAL, LE 16 DÉCEMBRE 2020

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

©Tous droits réservés, Laurène Valette, 2020

©Tous droits réservés

Cette licence signifie qu'il est interdit de reproduire, d'enregistrer ou de diffuser en tout ou en partie, le présent document. Le lecteur qui désire imprimer ou conserver sur un autre media une partie importante de ce document, doit obligatoirement en demander l'autorisation à l'auteur.

PRÉSENTATION DU JURY

CE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ

PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

Mme Christiane Papineau, directrice de mémoire
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Gabriel Lefebvre, co-directeur de recherche
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Silvio Melhado, président du jury
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Michel Lejeune, examinateur externe
Service des enseignements généraux à l'École de technologie supérieure

IL A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

25 NOVEMBRE 2020

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

L'élaboration d'un travail de recherche, de la page blanche jusqu'à la version finale, est de longue haleine ! L'aide, les conseils et le support de nombreux alliés m'ont été très précieux et même indispensables tout au long de cette épopée. Par ces quelques mots je voudrais donc remercier tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont apporté leur soutien.

Premièrement, j'aimerais remercier chaleureusement ma directrice de mémoire Mme Christiane Papineau, qui m'a été d'une aide irréprochable. Peu importe le jour et l'heure, elle a toujours su apporter son raisonnement éclairé en réponse à mes doutes, me féliciter lorsque j'en avais besoin et m'encourager pour la suite. En dehors de l'apport « technique » concernant le contenu de mon travail, elle a su m'apporter le soutien moral et bienveillant dont tout chercheur serait envieux.

Je voudrais également remercier M. Gabriel Lefebvre, co-directeur de ma recherche, ainsi que les membres du jury, M. Silvio Melhado et M. Michel Lejeune. Tous ensemble ils m'ont offert un réel soutien, une écoute bienveillante et intéressée, des retours productifs ainsi que de nombreuses opportunités pour la suite.

Un grand merci aux 22 représentants d'écoles qui ont pris le temps de répondre à mon questionnaire et qui l'ont fait à merveille, et tout particulièrement aux 6 personnes avec qui j'ai pu m'entretenir de vive voix et qui m'ont ainsi apporté tant d'informations précieuses au regard de mon travail.

Merci à Fabien Lamarque et Nathalie Darenne, mes alliés de l'UTC, qui ont répondu à mes questions au commencement de mon mémoire et m'ont aidée à m'aiguiller vers la suite de celui-ci.

VI

Je tiens à remercier également Mylène Chalifoux qui a été une partenaire de recherche très agréable et avec qui j'ai eu le plaisir de partager des moments très enrichissants lors de plusieurs colloques.

Ma chère mère, Christine, m'a toujours été d'un grand soutien grâce à son calme, sa bienveillance et la confiance qu'elle a en moi ; mais également grâce à ses qualités littéraires et rigoureuses qui rendent ses relectures interminables, visant la perfection. Merci maman, de ne pas compter tes heures passées à offrir tes subtiles retouches à ce travail de recherche (et tous mes travaux de rédaction depuis mon enfance d'ailleurs !).

Merci énormément à mon amie Laura qui m'a soutenue tout au long de nos études et continue à le faire, même de loin, à travers la relecture de mon mémoire et ses conseils toujours précieux.

Finalement, je suis immensément reconnaissante pour tout le soutien que m'a apporté la famille Garcia en m'accueillant chaleureusement chez eux lors de la pandémie au Mexique, durant laquelle j'ai rédigé une grande partie de mon mémoire. Ils m'ont été d'une aide précieuse sans même s'en rendre compte, grâce à leur bonne humeur, leur dérision, spécialités culinaires qui réconfortent et toute l'énergie et l'amour qui émanent des enfants. Merci infiniment Rodolfo A, Rodolfo E, Nati, Fabi, Isabella et Chavita.

Le développement des compétences autres que techniques dans les écoles de génie

Laurène VALETTE

RÉSUMÉ

Les programmes de formation dans les établissements diplômants en ingénierie au Canada font actuellement face à un tournant lié à l'évolution de la profession. En effet, depuis quelques années déjà, l'importance des compétences non techniques chez les ingénieurs est soulignée par les employeurs ainsi que par l'organisme d'accréditation qui s'est adapté aux besoins de l'industrie. Cela implique une mise à jour importante des programmes diplômants de la part des établissements concernés, car la plupart d'entre eux se sont spécialisés dans l'enseignement de compétences techniques depuis leur création, négligeant de façon marquée le développement des compétences non techniques chez leurs étudiants. Cette situation place les établissements d'enseignement dans une position délicate. Comment faire face à ce changement ? Comment opérer la transition nécessaire vers un enseignement incluant tout autant le développement des connaissances techniques que les compétences non techniques ? Cette étude présente une revue des différents moyens d'intégration implantés dans plusieurs écoles proposant des formations d'ingénieur dans le monde. Elle présente également une analyse des différentes exigences des organismes d'accréditation en matière de compétences non techniques, selon le pays.

Mots-clés : compétence non technique, méthode d'enseignement, apprentissage, ingénieur, programme de génie

Development of non-technical skills in graduating programs in engineering

Laurene VALETTE

ABSTRACT

Graduating programs in engineering in Canada are currently undergoing a definitive change linked with the evolution of the profession. For a couple of years, the importance of non-technical skills for engineers has been emphasized by employers and by the accreditation body which adapted to the industry's needs. This implies an important update of the existing graduation programs by the concerned schools. Indeed, most of the schools are specialized in technical skills since their creation, neglecting the development of non-technical skills by students. This situation puts universities in a delicate situation: how can they face that change? How to operate the necessary transition into teaching, including as many technical as non-technical skills? This study presents a review of the different ways of integration of soft skills implanted in several engineering programs in universities over the world. It also presents an analysis of different requirements from accreditation bodies in the world, regarding non-technical skills.

Keywords: soft skill, teaching method, learning, engineer, engineering program

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	24
CHAPITRE 1 REVUE DE LITTERATURE	27
1.1 Problématique	27
1.1.1 Contexte	27
1.1.2 Les obstacles à l'intégration des compétences non techniques	36
1.1.2.1 Problématique industrielle	36
1.1.2.2 Problématique académique	37
1.2 Question et objectifs de recherche	41
1.3 Le cadre légal	41
1.3.1 Canada.....	42
1.3.2 France.....	44
1.3.3 États-Unis.....	46
1.3.4 Australie.....	50
1.3.5 Normes internationales	50
1.3.6 Synthèse	52
1.4 Influence culturelle : le cas de la France.....	53
1.5 Le cadre conceptuel	54
1.5.1 L'intelligence émotionnelle	55
1.5.2 Le leadership.....	58
1.5.3 Le modèle Herrmann	61
1.6 Le cadre théorique.....	65
1.6.1 Les compétences non techniques	65
1.6.1.1 Définition du terme de <i>soft skills</i>	65
1.6.1.2 Catégorisation des compétences	68
1.6.1.3 Identification des compétences non techniques liées à cette recherche	73
1.6.2 L'enseignement des compétences non techniques.....	79
1.6.2.1 Particularités liées aux <i>soft skills</i>	79
1.6.2.2 L'apprentissage	82
1.6.2.3 Typologie d'apprentissage	84
1.6.2.4 Les cadres d'apprentissage	90
1.6.3 Mise à jour des sujets à enseigner et des méthodes pédagogiques	94
1.6.4 La vérification/validation des compétences.....	96
CHAPITRE 2 METHODOLOGIE	99
2.1 Approche méthodologique.....	99
2.2 Echantillonnage.....	100
2.3 Profil des écoles participantes.....	103
2.4 Outils.....	104
2.4.1 Questionnaire	104

2.4.2	Entretien.....	105
2.5	Préparation de l'enquête	107
2.5.1	Étape 1 : élaboration du questionnaire.....	107
2.5.2	Étape 2 : validation	107
2.5.3	Étape 3 : sélection des participants	109
2.5.4	Étape 4 : collecte des données	109
2.6	Considérations éthiques	110
2.7	Limites de la recherche	110
CHAPITRE 3 RÉSULTATS.....		111
3.1	Questionnaire (phase 1)	111
3.2	Entretien (phase 2).....	112
3.3	Nature des compétences non techniques intégrées dans les formations d'ingénieur	113
3.4	Moyens d'intégration des compétences non techniques.....	119
3.4.1	Cadre administratif.....	119
3.4.2	Motifs d'intégration des compétences non techniques	122
3.4.3	Cours consacrés à l'enseignement des compétences non techniques	124
3.4.3.1	Nombre de crédits	125
3.4.3.2	Cours	127
A.	Sujet des cours	128
B.	Savoirs et savoir-faire enseignés au sein des cours non techniques.....	129
C.	Méthodes pédagogiques employées au sein des cours non techniques.....	142
D.	Modalités des cours non techniques.....	145
E.	Modalités générales	147
3.4.4	Intégration des compétences non techniques au sein de cours techniques	151
3.4.5	Cours consacrés au mélange de compétences techniques et non techniques	152
3.4.6	Autres.....	159
3.5	Vérification de l'acquisition des compétences non techniques par les étudiants / Vérification de l'efficacité des méthodes employées	166
3.6	Obstacles à l'intégration des compétences non techniques et solutions pour les éviter	176
3.7	Formation des professeurs	180
3.8	Lien entre les écoles et l'industrie	183
3.9	Origine de l'intégration de ces compétences dans l'école et origine de l'évolution des programmes dans ce sens.....	186
CHAPITRE 4 INTERPRÉTATION		189

4.1	Nature des compétences non techniques et compatibilité avec les exigences du BCAPG	189
4.2	Méthodes d'intégration des compétences non techniques	195
4.2.1	Le cadre administratif	195
4.2.2	Les motifs d'intégration des compétences non techniques.....	198
4.2.3	Le choix des méthodes d'intégration des compétences non techniques	201
4.2.4	Les particularités des compétences non techniques.....	201
4.2.5	Le détail de l'apprentissage d'une compétence : savoir, savoir-faire, savoir-être	202
4.2.6	Intégration des compétences non techniques au sein de cours techniques	206
4.2.7	Les cours mixtes dédiés à l'intégration simultanée des compétences techniques et non techniques	206
4.3	Obstacles à l'intégration des compétences non techniques	207
4.4	Vérification des programmes et de l'acquisition des compétences	208
CONCLUSION.....		209
RECOMMANDATIONS		213
ANNEXE I	LES <i>SOFT SKILLS</i> DANS LA LITTERATURE	215
ANNEXE II	ECOLES PARTICIPANTES.....	217
ANNEXE III	QUESTIONNAIRE.....	219
ANNEXE IV	ENTRETIEN.....	231
ANNEXE V	LISTE DES COURS NON TECHNIQUES.....	234
BIBLIOGRAPHIE.....		238

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1.1	Synthèse des résultats de sondages démontrant le " <i>Skill Gap</i> "33
Tableau 1.2	Habiletés non techniques essentielles à l'ingénieur d'après l'OIQ43
Tableau 1.3	Compétences essentielles aux ingénieurs selon Ingénieurs Canada en 2019.....43
Tableau 1.4	Compétences essentielles aux ingénieurs selon Ingénieurs Canada en 2019 (suite)44
Tableau 1.5	Référentiel des compétences non techniques essentielles à tout ingénieur selon la CTI (2019)45
Tableau 1.6	Les sept qualités essentielles d'un ingénieur selon l'ABET46
Tableau 1.7	L'évolution des compétences nécessaires à l'ingénieur selon l'ANI.....48
Tableau 1.8	Les sous-compétences essentielles à l'ingénieur selon Engineers Australia de la catégorie "Attributs professionnels et personnels"50
Tableau 1.9	Synthèse de la proportion de compétences non techniques exigée par les organismes accréditeurs dans les formations diplômantes d'ingénieur52
Tableau 1.10	Synthèse des catégories similaires de classement des compétences non techniques69
Tableau 1.11	Les compétences non techniques classées par catégories et récurrences ..76
Tableau 1.12	Les compétences non techniques classées par catégories et récurrences (suite)77
Tableau 1.13	Les compétences non techniques les plus récurrentes dans la littérature par ordre décroissant78
Tableau 1.14	Compétences développées par la méthode PBL86
Tableau 1.15	Regroupement des facteurs à considérer dans le cadre d'un apprentissage requérant un changement de comportement90
Tableau 1.16	Les différents cadres d'apprentissage.....90

Tableau 1.17	Catégories de compétences non techniques selon leur influence réciproque	92
Tableau 1.18	Classement des compétences non techniques dans les catégories d'influence correspondantes	92
Tableau 1.19	Les modalités d'apprentissage tiré de Cinque (2015)	94
Tableau 2.1	Nombre d'écoles sélectionnées dans le panel initial pour chaque pays...	102
Tableau 2.2	Critères et barème de sélection pour la phase 2	106
Tableau 2.3	Identité du panel de validation	108
Tableau 3.1	Nombre d'écoles sélectionnées par pays par rapport au nombre d'écoles total	111
Tableau 3.2	Détail du nombre d'écoles sélectionnées et participantes à chaque phase de l'étude.....	113
Tableau 3.3	Fréquence d'intégration des compétences non techniques selon leur nature - cours non techniques	115
Tableau 3.4	Fréquence d'intégration des compétences non techniques selon leur nature - intégration au sein des cours techniques.....	116
Tableau 3.5	Synthèse de la fréquence d'intégration des compétences non techniques dans les formations ingénieures	119
Tableau 3.6	Écoles avec présence de cours non techniques dans un département spécialisé	120
Tableau 3.7	Niveau d'intégration des compétences non techniques selon la présence ou non d'un département encadrant ces compétences	121
Tableau 3.8	Classement des mots les plus récurrents parmi les descriptifs non techniques des sites web des écoles	124
Tableau 3.9	Crédits obligatoires correspondants aux cours non techniques dans les écoles interrogées.....	126
Tableau 3.10	Types d'informations collectées auprès des écoles concernant les cours non techniques	128
Tableau 3.11	Liste de savoirs correspondants à la communication, regroupés par catégorie.....	130

Tableau 3.12	Liste de savoirs correspondant au travail individuel et en équipe, regroupés par catégories	131
Tableau 3.13	Liste de savoirs correspondant au travail individuel et en équipe, regroupés par catégories (suite)	132
Tableau 3.14	Définitions, explication des terme/concept/théorie, travail individuel et en équipe	133
Tableau 3.15	Caractéristiques d'un terme/concept/théorie et modèles associés	134
Tableau 3.16	Liens entre terme/ concept/ théorie et ce qui les entoure (effet/relation)	134
Tableau 3.17	Savoir-faire de communication compris dans la sous-catégorie « interagir »	136
Tableau 3.18	Savoir-faire de communication compris dans la sous-catégorie « composer »	136
Tableau 3.19	Savoir-faire de communication compris dans la sous-catégorie « présenter »	137
Tableau 3.20	Savoir-faire de travail individuel et en équipe compris dans la sous-catégorie « compétences interpersonnelles »	137
Tableau 3.21	Savoir-faire de travail individuel et en équipe compris dans la sous-catégorie « connaissance et gestion de soi »	138
Tableau 3.22	Savoir-faire de travail individuel et en équipe compris dans la sous-catégorie « leadership »	138
Tableau 3.23	Catégories de savoir-faire en communication ainsi que les compétences leur correspondant	139
Tableau 3.24	Catégories de savoir-faire de travail individuel et en équipe ainsi que les compétences leur correspondant.....	140
Tableau 3.25	Synthèse du nombre d'élément par catégorie, selon les informations récoltées dans cette partie	141
Tableau 3.26	Types de pédagogie rencontrés dans les descriptifs de cours non techniques	143
Tableau 3.27	Exemples de modalités extraits des descriptifs de cours des écoles participantes	146

Tableau 3.28	Récapitulatif des modalités	151
Tableau 3.29	Résultats concernant les activités hors cursus et la présence d'un laboratoire de recherche non technique	160
Tableau 3.30	Autres méthodes d'intégration des compétences non techniques évoquées par les écoles participantes au questionnaire	161
Tableau 3.31	Autres méthodes d'intégration des compétences non techniques évoquées par les écoles participantes au questionnaire (suite)	162
Tableau 3.32	Liste des types d'évaluation et des catégories de compétences associées.....	168
Tableau 3.33	Exemple de matrice de compétences	172
Tableau 3.34	Récapitulatif des types d'évaluation	176
Tableau 3.35	Les types de formation des professeurs, du moins contraignant au plus contraignant.....	183
Tableau 3.36	Les domaines de liaison des entreprises avec le milieu académique évoqués par les participants	186
Tableau 4.1	Comparaison des résultats de la littérature et de ceux du questionnaire concernant les compétences non techniques.....	191
Tableau 4.2	Classement des compétences non techniques essentielles.....	193
Tableau 4.3	Couplage des compétences de la littérature avec les exigences du BCAPG	194

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 2.1	Carte du monde montrant les pays sélectionnés pour l'étude	101
Figure 3.1	Pédagogies employées lors des projets d'intégration	155
Figure 3.2	Scénario 1 de modalités de projets intégrés	156
Figure 3.3	Scénario 2 de modalités de projets intégrés	157
Figure 3.4	Scénario 3 de modalités de projets intégrés	157

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ABET	Conseil d'accréditation des ingénieurs et de la technologie
ANI	Académie nationale des ingénieurs
BCAPG	Bureau canadien d'agrément des programmes de génie
CEEA-ACEG	<i>Canadian engineering education association</i> – Association canadienne de l'enseignement en génie
CDIO	Conceive design implement operate
CTI	Commission des titres d'ingénieur
EAC	Commission d'accréditation des ingénieurs
IE (ou EI)	Intelligence émotionnelle
IGIP	Communauté internationale pour la pédagogie en ingénierie
NAE	Académie nationale d'ingénierie
OIQ	Ordre des ingénieurs du Québec
PBL	Apprentissage basé sur le projet
PMBOK	Corpus des connaissances en management de projet
SEFI	Société européenne pour la formation des ingénieurs
SHS	Sciences de l'homme et de la société ou sciences humaines et sociales

INTRODUCTION

La profession d'ingénieur est très large et variée, principalement parce qu'elle englobe de nombreux domaines, mais également car sa définition n'est pas fixe dans le temps. En effet, n'étant pas aussi clairement définie que d'autres professions comme médecin ou avocat, la profession d'ingénieur possède une marge de manœuvre beaucoup plus grande. Influencée par l'environnement social et politique de son époque, elle s'adapte à ceux-ci afin de répondre aux besoins. D'après l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ, 2011), ce qui définirait l'ingénieur de manière générale et intemporelle serait sa mission de résolution de problèmes dans toutes les étapes de réalisation de produits, systèmes ou services. Ce rôle implique une bonne maîtrise d'un ensemble de connaissances techniques, économiques, sociales, environnementales et humaines. Tous ces facteurs sont variables dans le temps, ce qui explique l'évolution de la profession d'ingénieur. L'OIQ précise également que les contextes dans lesquels la profession d'ingénieur est exercé se sont élargis à beaucoup de domaines avec les années, ce qui rend encore une fois la profession d'ingénieur, comme précisé plus haut, difficilement définissable avec précision. Aujourd'hui, l'évolutions de la profession d'ingénieur mène vers un rôle de gestionnaire de projet, en regard de compétences non techniques. Pensons par exemple à la gestion d'équipe de projet, la communication, la mobilisation, loin de l'image technique de l'ingénieur que la tradition lui consacre. Les responsabilités hiérarchiques sont en effet de plus en plus importantes dans la profession d'ingénieur dans le monde, comme le montre notamment l'enquête réalisée auprès des ingénieurs français en 2019. Cependant, ce nouveau besoin marqué de compétences non techniques chez les ingénieurs a créé un écart important entre le profil attendu de l'ingénieur par l'industrie et l'ingénieur diplômé des écoles de génie. Papineau (2018) a notamment mis en lumière ce déséquilibre au Québec dans sa thèse sur les compétences essentielles chez les gestionnaires de projets en construction. Elle conclue sur un fort manque en compétences non techniques chez ces derniers et insiste sur les conséquences de ce manque dans l'industrie de la construction au Québec, lequel serait en partie responsable de l'échec des projets de construction.

Cette nécessité de changement dans les programmes des établissements diplômants en ingénierie est notamment appuyée par le Bureau canadien d'agrément des programmes de génie (BCAPG, 2020) depuis 2015 avec sa mise à jour des qualités nécessaires à l'ingénieur.

Les formations diplômantes ont cependant beaucoup de mal à s'adapter à ce changement ou, en tout cas, elles ont besoin de temps pour réaliser cette transition. Celles-ci doivent faire face à de nombreux obstacles, tels que la formation des professeurs, le respect du nombre d'heures de cours, la réorganisation d'un programme éducatif et tous les facteurs administratifs liés, rendant cette transition particulièrement challengeante. De plus, il n'existe pas vraiment de référentiel ou de guide de bonnes pratiques pour cette transition. Les méthodes d'enseignement adaptées aux nouvelles compétences exigées par le BCAPG sont loin des méthodes d'enseignement des compétences techniques.

L'important écart entre les compétences d'un ingénieur diplômé et celles requises sur le marché du travail ainsi que la difficulté des établissements diplômants à inclure le développement des compétences non techniques dans leurs programmes pour répondre aux exigences du BCAPG et de l'industrie font aujourd'hui l'objet d'une problématique importante. Cela nous mène à engager une recherche sur la transition des établissements diplômants en ingénierie vers un enseignement ciblant également les compétences non techniques. Cette recherche sera axée sur des établissements ayant déjà en grande partie entamé leur transition.

La présente recherche est destinée à dresser l'inventaire des compétences non techniques nécessaires selon la littérature. Elle vise aussi à déterminer les méthodes de développement et/ou d'intégration des compétences non techniques les plus fréquentes et les plus efficaces selon les écoles les ayant déjà mises en place dans le monde, dans le but de créer un document référence.

Cette recherche s'appuie sur de nombreux travaux réalisés au cours des 40 dernières années, mais datant pour la plupart de 10 ans ou moins.

Ce mémoire est divisé en quatre chapitres suivis d'une conclusion, de recommandations, de la bibliographie ainsi que de quelques annexes. Le premier chapitre présente une revue de la littérature sur le sujet. Celle-ci comprend une mise en contexte du sujet de recherche, fait état de la problématique et identifie les concepts sur lesquels s'appuie la présente recherche. Premièrement, nous expliquerons la problématique à travers ses deux acteurs principaux : l'industrie et le milieu académique. Ensuite, les cadres légal, conceptuel et théorique seront présentés ainsi que les objectifs de recherche. Ce mémoire vise également à répondre à une partie de la problématique concernant l'identification des compétences non techniques nécessaires à l'ingénieur selon la littérature.

Le second chapitre présente la méthodologie de recherche. Il s'agit d'une recherche exploratoire reposant sur une approche méthodologique mixte. L'échantillonnage, le profil des écoles participantes, les outils utilisés, la préparation de l'enquête ainsi que les considérations éthiques et les limites de la recherche sont également traités dans cette partie.

Le troisième chapitre présente les résultats obtenus lors de l'enquête terrain, le nombre d'écoles ayant participé par pays, le détail des phases auxquelles elles ont participé, les méthodes et les outils utilisés pour le développement des compétences non techniques dans les écoles interrogées, leurs moyens de vérification de l'acquisition de ces compétences, les obstacles à l'intégration des compétences non techniques, la formation des professeurs, les liens des écoles interrogées avec l'industrie ainsi que l'origine de l'intégration de ces compétences. Dans cette partie se trouve également l'analyse de ces résultats.

Le quatrième chapitre présente l'interprétation des résultats obtenus et leur comparaison avec la littérature pour essayer de répondre au mieux aux interrogations de cette étude.

Finalement seront présentées les conclusions de cette recherche ainsi que les recommandations en découlant.

CHAPITRE 1

REVUE DE LITTERATURE

1.1 Problématique

1.1.1 Contexte

Le monde d'aujourd'hui est sans cesse en évolution face aux nouvelles technologies, aux problématiques environnementales, aux situations économiques, politiques et sociales. Ces changements impliquent une demande différente sur le marché, ce pourquoi les secteurs de l'ingénierie se doivent de s'adapter de la meilleure façon qu'il soit. Les ingénieurs doivent ainsi redéfinir leur place selon les besoins de l'industrie. Depuis des années, cette dernière tend à les pousser vers des responsabilités managériales. Auparavant, comme le montre l'étude de JS Russell et Yao (1996) cité par Farr et Brazil (2009), les ingénieurs étaient embauchés pour leurs qualités techniques, licenciés pour leur manque de compétences non techniques et promus pour leurs compétences de leadership et de gestion. Jusqu'à aujourd'hui, ce paradoxe est atténué dû à la demande croissante des recruteurs en termes de compétences non techniques. Malheureusement, cela ne semble pas correspondre avec la formation d'ingénieur dispensée aujourd'hui dans le monde. La littérature aborde cette problématique de façon récurrente, insistant sur l'importance des compétences non techniques malheureusement sous estimées dans le milieu académique. Cela vient des professeurs qui sont des professionnels de sciences très techniques, mais aussi de la direction des institutions universitaires, ce qui a finalement comme impact de dévaloriser ces compétences auprès des étudiants. La littérature évoque plusieurs sujets importants comme la communication, la connaissance de soi et des autres, l'écoute de l'autre, les relations humaines, mais aussi la compréhension de la profession dans son environnement et l'impact de l'activité sur celui-ci. Finalement, tous sont d'accord sur le fait qu'aujourd'hui, la profession d'ingénieur dépasse largement le domaine de la technique, et que cela n'apparaît pas suffisamment au sein de la formation. D'après Daly (2018), 75% des compétences non techniques nécessaires dans la vie professionnelle en général ne sont pas encore enseignées dans les formations diplômantes. Nous retrouvons ainsi un écart important

entre l'image de la profession d'ingénieur chez les futurs diplômés, chez les acteurs du milieu académique et chez les acteurs de l'industrie. Une étude de l'université de Bologne évoquée par Cimatti (2016) a démontré que le terme de *soft skills* était plus souvent utilisé dans des publications concernant le secteur des affaires plutôt que le secteur de l'éducation. Cela montre encore une fois un déséquilibre entre le monde du travail et le monde académique. Cela implique d'importantes lacunes chez les jeunes diplômés concernant les compétences autres que techniques quelles qu'elles soient. Les compétences non techniques sont importantes dans tout domaine de l'ingénierie, mais sont particulièrement indispensables lorsque beaucoup d'individus sont amenés à travailler ensemble sur un même projet. Elles le sont d'autant plus lorsque ceux-ci n'ont pas le même parcours universitaire, du même milieu et qu'ils n'ont pas les mêmes intérêts.

Ces facteurs sont tous réunis dans le domaine de la construction dans lequel les acteurs sont des ingénieurs, techniciens, architectes, ouvriers et des clients pouvant provenir de tout domaine et possédant potentiellement peu de connaissances techniques. Tout cela dans un contexte déjà complexe de création ou modification d'actif physique comprenant des problématiques environnementales, budgétaires, sécuritaires et parfois même sociales et politiques. Les situations confrontées demandent alors une excellente capacité de communication, d'écoute active, beaucoup d'organisation, mais aussi un bon contrôle de ses émotions, car le contexte peut vite devenir stressant, surtout pour un ingénieur dont l'un des rôles principaux est de régler des problèmes. Le manque de compétences non techniques dans ce domaine est appuyé par de nombreuses études comme celle de Lefebvre (2009) et celle de Papineau (2018). Cette étude porte sur les compétences essentielles requises des gestionnaires de projets de construction dans l'industrie de la construction au Québec. L'auteure soulève le problème d'un recrutement basé uniquement sur des compétences techniques et l'expérience, négligeant les compétences humaines dont ses résultats appuient l'importance. En effet, parmi les 13 compétences identifiées comme essentielles chez les gestionnaires de projet, seulement une est qualifiée de « technique » : la gestion des risques. Le reste sont des compétences conceptuelles, politiques et humaines. Parmi les compétences humaines, huit habiletés interpersonnelles et six habiletés appartenant à l'intelligence émotionnelle ont été identifiées

comme essentielles. De plus, l'étude démontre que le profil des gestionnaires de projet n'est en adéquation ni avec celui qu'eux même jugent nécessaires pour l'exercice de leur profession ni avec celui que leur employeur demande. L'étude de Arciszewski (2006) évoquée par Kumar et Hsiao (2007) alarme les systèmes éducatifs quant au besoin urgent d'adaptation des programmes aux défis d'aujourd'hui en employant le terme de « crise » dans le domaine de l'ingénierie civile.

Nous avons évoqué l'importance des compétences non techniques dans la profession d'ingénieur en construction, mais celle-ci se généralise à l'échelle de la profession d'ingénieur. Celle-ci, comme toutes les professions, évolue sans cesse. Cette évolution est bien évidemment inspirée par la culture du pays, les événements passés, mais aussi principalement par les besoins du marché qui évoluent eux aussi en fonction de l'économie du pays ou encore de l'avancement de la technologie. En France par exemple, les ingénieurs ont toujours eu, quel que soit le domaine, une importance particulière dans les entreprises. En effet, leurs connaissances techniques découlant de leur formation leur permettaient de résoudre des problèmes et de créer des systèmes, mais au-delà de ça, leur image auprès des patrons était relativement prestigieuse. Ces derniers avaient tendance à leur faire confiance rapidement et ils pouvaient facilement devenir leur bras droit. (Livian, 2008). À cette époque, les compétences requises n'étaient déjà plus seulement techniques mais également managériales. Depuis, l'ingénieur a gardé une image de personne de confiance, capable d'autorité et donc de gestion d'équipe. Par ailleurs, les activités des ingénieurs sont davantage orientées vers la gestion de projet (Pant & Baroudi, 2008), ce qui implique un besoin plus important en compétences non techniques. La gestion de projet étant de nos jours omniprésente dans la profession, il est donc indispensable de développer chez les étudiants tant leurs compétences non techniques que techniques. Outre le fait que tout ingénieur peut être amené à gérer un projet et/ou une équipe, toute personne faisant partie d'une équipe lors de la réalisation d'un projet a besoin de compétences non techniques. Dans certains établissements académiques Nord-Américains comme l'Université de la Colombie Britannique, l'Université de Calgary et l'Université de Toronto au Canada et l'Université Cornell et l'Université Johns Hopkins aux États-Unis, des formations spécialisées sont offertes, mettant l'accent sur les compétences de

leadership en ingénierie. Celles-ci sont complémentaires aux programmes de génie classiques (maîtrises, certifications). Elles sont donc disponibles, mais non obligatoires. Cela ne devrait cependant pas exempter les ingénieurs des branches classiques d'être formés aux compétences non techniques. En effet, tout ingénieur doit mobiliser quotidiennement ses habiletés non techniques, peu importe les missions auxquelles il aspire. Premièrement, chaque acteur d'un projet est amené, entre autres, à communiquer avec le reste de l'équipe, à prendre des décisions, à se gérer lui-même et à gérer son travail tout en prenant en compte un ensemble de facteurs. Plus généralement, tout ingénieur doit posséder un minimum de compétences pour le travail en équipe, qu'il développera par la suite avec l'expérience. L'un des problèmes résultant d'une éducation manquant de compétences non techniques est l'ignorance de la réalité de la profession. En effet, si le cursus académique ne met l'accent que sur les compétences techniques de la profession, l'étudiant pensera naturellement que c'est l'unique ou du moins la partie la plus importante. Il sera donc, dans ses premières années d'exercice de la profession, confronté à une réalité à laquelle il ne s'attendait pas. Alors, au-delà de ne pas avoir acquis les compétences nécessaires, il risque de faire face à une désillusion et peut être se retrouver à exercer une profession qui ne correspond pas du tout à ce qu'il aspirait. D'après un sondage réalisé par Todd, Sorensen, et Magleby (1993) cité par Prados (1998), les employeurs reprochent aux jeunes diplômés de l'époque la perception réduite qu'ils ont sur ce qu'est la discipline d'ingénieur en général ainsi que leur volonté de travailler seulement sur des tâches analytiques.

Contrairement aux écoles mentionnées précédemment, dans lesquelles l'on propose des formations spécialisées en leadership, il existe, notamment en France, des écoles où l'on forme des ingénieurs « généralistes ». Dans ces écoles, l'enseignement met l'accent sur l'adaptabilité et une connaissance la plus large possible des sujets liés à l'ingénierie. Les débouchés de ce type de formation étant nombreux et très variés, il est indispensable pour les diplômés d'avoir des compétences non techniques, communes à tout ingénieur. Aujourd'hui en France, les ingénieurs polyvalents sont de plus en plus demandés par les entreprises, et de manière plus générale, la plupart des pays développés valorisent lors de l'embauche l'expérience en conduite de projet et animation d'équipe.

Selon le rapport d'enquête de 2019 des ingénieurs et scientifiques de France (IESF, 2019), 40% des ingénieurs français sont des chefs de projet. Dans le même pays, le nombre d'ingénieurs ayant un rôle commercial, de gestionnaire, d'administration ou de direction générale augmente avec l'âge, passant de 15% pour les moins de 30 ans à 38% pour les 50 à 64 ans. L'étude montre également que les activités de gestion augmentent avec l'âge chez les ingénieurs français, mais que le pourcentage de responsabilités hiérarchiques est plus important avec une proportion de presque 30% chez les moins de 30 ans, évoluant jusqu'à plus de 70% environ chez les personnes de 50 à 64 ans. Finalement, le pourcentage d'ingénieurs avec des responsabilités ne touchant ni à l'animation ni à l'encadrement d'une équipe passe de 50% chez les moins de 30 ans à 15% seulement chez les ingénieurs français. Sachant que parmi ces 15% rien ne prouve que certains n'aient pas déjà eu des responsabilités hiérarchiques plus tôt. L'exemple de la France montre très clairement un passage quasiment obligatoire par un poste à responsabilités hiérarchiques dans les carrières d'ingénieur. Dans un sondage piloté par EE Times, publié par Bellinger (2002) et évoqué par Kumar et Hsiao (2007), 77% des ingénieurs interrogés rapportent avoir agi en tant que « *team-leader* » (meneur d'équipe) dans leur vie professionnelle. Pourtant, un sondage réalisé par l'*American Council of Engineering Companies* montre que seulement 14% des répondants voient les ingénieurs comme des leaders alors que 45% les identifient comme des consultants techniques (Russel & Stouffer, 2003). Ces derniers indiquent même que beaucoup d'ingénieurs de l'époque n'acquerraient pas de compétences liées au leadership avant d'entrer dans le monde du travail.

Par ailleurs, Papineau (2018) indique qu'à l'instar de la France, l'expérience est privilégiée dans le recrutement des gestionnaires de projet. Cela signifie que les employeurs misent sur le fait que les gestionnaires de projet auront acquis, par l'expérience, les compétences non techniques nécessaires pour réaliser un projet à défaut d'avoir développé celles-ci en cours de formation. Or, la même étude montre que l'expérience seule ne suffit pas, ou pas toujours. En effet, un manque de compétences non techniques est toujours identifié, même chez les gestionnaires expérimentés. En enseignant le plus tôt possible les compétences non techniques,

non seulement les gestionnaires auraient les qualités requises, mais ils pourraient aussi commencer à agir comme gestionnaire de projet plus tôt dans leur cheminement de carrière.

L'exemple de la France et du Québec sont également à l'image de beaucoup d'autre pays. Dans la littérature, la problématique relative au manque de compétences non techniques chez les ingénieurs est récurrente, tant en France (Chedru & Le Mehaute, 2010), au Canada (Papineau, 2018 ; Boubaker, 2017), aux États-Unis (Butler & Chinowsky, 2006 ; Todd et al., 1993), en Australie et en Allemagne (Andersson & Logofatu, 2018), en Namibie (Schulz, 2008), en Iraq (Albayati, 2013), en Autriche (Motschnig-Pitrik, 2006), en République Tchèque (Andres & Dobrovská, 2015) et dans bien d'autres pays. Le problème serait également très présent en Chine, plus grand recruteur du monde, où les entreprises déclarent que le manque de compétences dites *soft skills* est largement plus important que le manque de compétences techniques. Elles indiquent également être peu satisfaites des options de formations existantes dans ce domaine (Chan, Goh, & Prest, 2015). Les compétences évoquées sont alors le leadership, la communication et la motivation personnelle.

De nombreux sondages ont été réalisés dans le monde, mettant en lumière le « *Skill Gap* » ou la différence entre les compétences génériques requises par les entreprises et les compétences rattachées à l'employabilité des ingénieurs. Le tableau 1.1 récapitule les sondages rencontrés dans la littérature prouvant quantitativement l'importance du phénomène et ses conséquences.

Tableau 1.1 Synthèse des résultats de sondages démontrant le "Skill Gap"

Source de l'information	Résultats du sondage
Étude d'Engelberg (2015)	89% des échecs des gestionnaires de projet récemment employés sont dus à un manque de compétences non techniques
Sondage Deloitte (2011) ¹	600 000 positions dans l'industrie étaient vacantes pour cause de manque de personnel qualifié, notamment pour manque de <i>soft skills</i>
Sondage Manpower Group (2012) ²	20% des employeurs interrogés affirment ne pas trouver de candidat correspondant à leurs postes vacants à cause d'un manque de compétences non techniques
Gestion des Ressources Humaines (2012) ²	Le professionnalisme et l'éthique au travail sont les compétences les plus manquantes chez les jeunes diplômés
Sondage Career Builder (2014) ²	Deux mille cent trente-huit (2138) gestionnaires en ressources humaines évoquent un manque d'éthique du travail et d'attitude positive chez les candidats
Sondage de "The Graduate Management Admission Council" (2014)	Trois qualités parmi les cinq rapportées par les jeunes diplômés comme étant les plus utilisées dans leur vie professionnelle sont non techniques : les habiletés interpersonnelles, la conscience professionnelle et l'apprentissage/ la motivation/ le leadership
Étude de Stanford Research Institute International ² et The Carnegie Mellon Foundation (2010) ³	75% du succès dans une profession à long terme dépend des compétences non techniques alors que les 25% restants concernent les compétences techniques
Étude de SUTTON ⁴ (2002)	Les <i>soft skills</i> sont rangés à la première place dans le classement des compétences les plus importantes lors d'une potentielle embauche dans de nombreux secteurs et de nombreux postes
Sondage de Harvard University (2018) ⁴	80% du succès au travail vient des <i>soft skills</i> et des compétences humaines lorsqu'elles sont bien développées

¹ Évoqué dans l'étude de Cinque (2016)² Évoqué dans le livre de Klaus (2009)³ Évoqué dans l'étude de Daly, 2018⁴ Évoqué dans l'étude de Robles (2012)

L'étude de Cinque (2016) présente les résultats obtenus de la part d'employeurs interrogés au sujet des compétences non techniques et des conséquences de leur carence. Les employeurs interrogés provenaient des huit pays ayant le plus haut taux de chômage chez les jeunes. En Italie, presque la moitié (47%) des employeurs interrogés indiquent que le manque de compétences non techniques cause des problèmes significatifs dans l'industrie ou ont un impact négatif sur celle-ci. En Grèce, ce nombre est de 45% ; 35% en France ; 33% en Espagne ; 31% au Portugal et en Suède ; 26% en Allemagne et 18% au Royaume-Uni. L'Italie, la Grèce, la France, l'Espagne et le Portugal ont tous des taux de chômage de plus de 25% chez les jeunes. Cela montre un lien entre les conséquences nocives du manque de compétences non techniques sur l'industrie et le taux de chômage chez les jeunes. On pourrait en déduire que les entreprises préfèrent embaucher principalement des personnes plus âgées, ayant eu le temps d'acquérir des compétences non techniques avec l'expérience professionnelle et personnelle.

Les deux informations précédentes montrent qu'en cas de chômage comme lorsque les entreprises ont des places vacantes, les industries embauchent en priorité des personnes ayant des compétences non techniques, même si cela implique parfois que les postes restent vacants plus longtemps ou que les jeunes ne puissent avoir accès à ces postes. Cela prouve une urgence pour les institutions académiques à se mettre à niveau concernant l'enseignement des compétences nécessaires aujourd'hui dans l'industrie. Une autre raison pour laquelle le chômage des jeunes est haut dans les pays cités précédemment pourrait être le fait qu'ils ne se sentent pas au niveau, ni en compétences techniques ni en compétences non techniques. Cela implique qu'ils peuvent éprouver certaines difficultés à « se vendre » auprès des industries ou ne pas oser postuler. Il est donc important d'agir sur leur confiance en eux, surtout pendant la dernière année d'études.

Une étude sur les facteurs d'échec des projets a été publiée par Standish Group et Gantthead.com (2003), puis utilisée par Marando (2012) dans son article « *Balancing Project Management Hard Skills and Soft Skills* ». Celle-ci regroupe les 10 raisons les plus fréquentes d'échec dans les projets en général :

- inexpérience ou manque d'entraînement des managers,

- échec du paramétrage et de la gestion des attentes,
- manque de leadership à tous les niveaux,
- échec d'identification adéquate des documents et des traces requises,
- manque d'organisation et de plans,
- mauvaise estimation de l'effort à fournir,
- manque d'alignement éthique culturel,
- manque d'alignement entre l'équipe de projet et l'entreprise,
- méthodes non adéquates ou mal utilisées,
- communication non adéquate, incluant le suivi et les comptes rendus.

Deux baromètres étaient associés à chacun de ces facteurs : l'un pour les compétences non techniques, l'autre pour les compétences techniques. La moyenne de tous les baromètres montre que les facteurs d'échec sont principalement liés à un manque de compétences non techniques. L'étude identifie comme majoritairement non technique le manque de leadership à tous les niveaux et le manque d'alignement éthique culturel. Le reste des facteurs est un mélange de compétences techniques et non techniques. Parmi ces 10 points, on retrouve de clairement les compétences non techniques suivantes :

- le leadership,
- la communication,
- l'éthique,
- la capacité à être organisé.

Indirectement, tous les points pourraient être des conséquences d'un manque de bien d'autres compétences non techniques comme la gestion de soi, la capacité de travail en équipe, la motivation, la gestion des problèmes ou la prise de décision. Le manque de compétences non techniques est donc souvent responsable de l'échec d'un projet. Ces compétences ne sont donc pas à négliger, car cela peut avoir d'énormes conséquences politiques et sociales, mais surtout économiques. En sous-estimant l'importance des compétences non techniques, le nombre d'échecs et les répercussions risquent de rester les mêmes sinon d'augmenter.

1.1.2 Les obstacles à l'intégration des compétences non techniques

Nous avons identifié deux problématiques liées au manque de compétences non techniques chez les jeunes ingénieurs : industrielle et académique.

1.1.2.1 Problématique industrielle

L'industrie dénonce souvent le manque de compétences humaines des jeunes diplômés (Toor & Ofori, 2008) et des chefs de projet (Papineau, 2018). Le fossé entre les attentes du monde industriel et les qualités des diplômés est large et cela se fait de plus en plus ressentir du côté des employeurs, dû à la profession de plus en plus demandante en compétences non techniques. Les attentes de l'industrie seraient d'ailleurs élevées au niveau des ingénieurs sortant de l'école. Les employeurs s'attendent à un « produit fini » ayant déjà toutes les compétences nécessaires et n'ont pas envie d'investir de temps à les former, ni par le biais d'interventions dans les écoles, ni par le biais de mentors au sein de l'entreprise (Toor et Ofori, 2008). Cela représente un grand obstacle, car les entreprises pourraient être d'une aide considérable dans l'intégration des compétences non techniques au sein des institutions académiques comme au sein de l'entreprise. En effet, ce sont elles qui savent exactement quelles compétences sont nécessaires. Un manque de communication entre l'industrie et le milieu de l'enseignement mène inévitablement à des croyances biaisées quant à la réalité de la profession au niveau de l'industrie et donc à une réponse du milieu académique non adéquate quant à cette problématique. Il est en effet difficile d'intégrer certaines compétences à l'enseignement lorsque l'on n'en connaît pas réellement les enjeux. Comme précisé précédemment, les besoins de l'industrie quant aux compétences des travailleurs changent avec l'évolution du métier ou de la profession et avec le contexte politique, économique et social. Si une communication constante n'est pas réalisée entre l'industrie et le milieu académique, ce dernier sera sans cesse en train d'essayer de combler un manque dont il ne connaît pas exactement l'ampleur ni le contenu. De plus, les bases des compétences non techniques peuvent être enseignées, mais au contraire des connaissances scientifiques, elles s'acquièrent avec le temps. Cela implique qu'un jeune diplômé ne pourra jamais être le « produit fini » comme le tendent à penser les entreprises. Pour régler la problématique de manque de compétences non techniques, il y a un

grand besoin de prise de conscience des industries quant à leur rôle à jouer ainsi qu'une prise de conscience sur leurs attentes trop élevées à propos des jeunes diplômés et le rôle des établissements d'enseignement.

1.1.2.2 Problématique académique

Pour combler l'absence de certaines compétences dans un domaine, la solution paraît simple et logique : il faut développer de nouveaux cours dans lesquels seraient enseignées ces compétences. Cette tâche n'est cependant pas si aisée et les écoles se heurtent à plusieurs obstacles.

Premièrement, changer les programmes prend beaucoup de temps et ne peut se faire sans sacrifice. En effet, le temps de cours des étudiants et le nombre de crédits obtenir ne peuvent augmenter ou du moins pas de façon importante, ce qui implique que l'ajout de nouveaux cours ne peut se faire qu'au détriment de certains cours techniques. Pourtant, l'intégration des nouvelles compétences doit se faire tout en gardant l'enseignement des compétences techniques nécessaires à l'obtention du diplôme, en veillant à ne pas augmenter le nombre d'heures, ni changer le nombre de crédits à obtenir. Russel & Stouffer (2003) insistent sur le fait qu'il n'y a pas de place dans les cursus d'ingénierie pour l'ajout de cours non techniques obligatoires, dû au monopole des cours techniques dans les formations depuis plus de 75 ans. Les organismes d'accréditation des écoles de génie peuvent alors devenir de réels obstacles aux évolutions académiques alors qu'eux-mêmes insistent de plus en plus sur l'intégration de compétences non techniques. Les formations d'ingénieur aux États-Unis reçoivent beaucoup de pression pour maintenir un certain nombre d'heures de cours, ce qui ne laisse pas beaucoup de liberté pour intégrer de nouveaux cours (Kumar & Hsiao, 2007). Cette mission peut vite devenir un réel casse-tête pour les écoles d'ingénieur, compte tenu des nombreux facteurs à prendre en compte énoncés précédemment. De plus, l'utilisation de nouvelles méthodes d'apprentissage peut demander certains changements dû au nombre d'élèves par cours, au matériel nécessaire, à la durée d'un cours et au nombre de cours. Il faut alors réadapter les salles de classe, les emplois du temps et le nombre d'heures des professeurs. Ces contraintes

financières et matérielles mènent parfois à l'abandon de nouveaux programmes ou à d'importantes restrictions qui vont à l'encontre d'une pédagogie efficace (Offroy, 2015). Le financement alloué à la pédagogie étant souvent diminué, n'étant pas la priorité face à la recherche, apporte une contrainte importante de plus dans le changement des programmes.

Bélisle et Doucet (2013) proposent l'analyse des contraintes du renouvellement d'un programme de doctorat en médecine vétérinaire au Québec. L'étude nous renseigne sur les défis pédagogiques, organisationnels et administratifs soulevés par un changement de programme dans le cadre d'une formation professionnalisante, comme c'est le cas au niveau du baccalauréat en génie. Ces défis ne peuvent être relevés que si tout le corps enseignant se mobilise à toutes les étapes de l'élaboration. Pour cela, il faut donc une compréhension globale de l'importance du changement pour que chacun soit motivé à confronter tous les obstacles que cela implique. Dans notre contexte, le corps enseignant doit donc être persuadé de l'importance des compétences non techniques. Malheureusement, ce n'est pas le cas au sein des écoles de génie, ce qui représente l'une des principales causes de l'écart qui existe entre les compétences nécessaires pour œuvrer dans l'industrie et celles enseignées aux étudiants. Selon Mourshed, Patel, et Suder (2014), un sondage réalisé montre que 74% des acteurs de l'éducation étaient confiants quant aux compétences acquises par les étudiants à la fin de leur curriculum. Ils affirmaient également qu'ils étaient prêts pour le monde du travail alors que seulement 38% des jeunes et 35% des employeurs étaient en accord avec cette affirmation. Cet écart vient du fait que l'on donne naturellement plus de valeur aux compétences techniques qu'aux compétences non techniques, concept que l'on nomme l'arrogance technique. Il s'agit d'une influence sociale puissante qui est d'ailleurs responsable du dénigrement de beaucoup de professions autres que scientifiques. Pour cette raison, la profession d'ingénieur qualifié de scientifique a du mal à être associé avec des compétences non techniques. D'après Crosbie (2005), certaines personnes utilisent le fait d'être expert dans un domaine technique comme excuse pour ne pas s'intéresser à un autre domaine, en l'occurrence le domaine non technique. Les méthodes d'apprentissage en général souffrent elles aussi des idées reçues concernant la pédagogie. Les professeurs ont tendance à privilégier l'enseignement déductif : le professeur donne l'information et l'étudiant la reçoit. Cela va cependant à l'encontre des méthodes plus

adaptées au développement des compétences non techniques qui reposent quant à elles sur une méthode inductive : la connaissance est assimilée à la suite d'une expérience (Offroy, 2015).

Supposons maintenant que le système académique soit convaincu de l'importance des compétences non techniques. A qui faut-il donner la responsabilité de l'enseignement de ces compétences ? Faut-il aller chercher des intervenants extérieurs experts sur le sujet ou faut-il former les professeurs aux compétences non techniques, à l'enseignement de celles-ci ainsi qu'à leur validation ? Dans le premier cas, le danger est l'hétérogénéité de l'enseignement. En effet, en donnant des cours en dehors de l'environnement de l'ingénierie (car les intervenants ne seraient par conséquent pas familiers avec le milieu), les compétences sont enseignées sans lien direct avec la profession d'ingénieur et les étudiants peuvent facilement perdre l'intérêt du cours et, par le fait même, leur motivation. Il est indispensable que l'importance et l'utilité de ces compétences soient comprises par les futurs diplômés. De plus, comme l'évoquent (Sonntag, Gitzhofer, & Lejeune, 2015), cela pourrait être compris comme une preuve de la part de l'école, que les matières concernant des thèmes autres que techniques ne sont pas pleinement intégrés dans l'université et qu'ils ne méritent pas d'y avoir une place aussi importante que les autres cours. Dans le second cas, celui de la formation des professeurs, cela prendrait beaucoup de temps et d'investissement, mais pourrait permettre de régler en partie le problème du nombre de crédits et du nombre d'heures, car les compétences pourraient potentiellement être incluses dans les cours techniques sans nécessité de créer des cours dédiés. Cela dépend cependant aussi des professeurs, dont le domaine est bien différent et dont la motivation ainsi que la compétence peuvent représenter des obstacles, comme nous l'avons évoqué précédemment. S'ajoute à cela le fait qu'il n'existe aucun référentiel commun de bonnes pratiques aidant à l'intégration des compétences en question dans les écoles. La conséquence est visible dans les programmes déjà adaptés aux compétences non techniques par les écoles. Les « *capstone project* » ou projets de fin d'année, très populaires aux États-Unis et connus pour leur volonté d'intégration des compétences non techniques, sont un bon exemple. Kumar et Hsiao (2007) expliquent en effet que les professeurs ont peu ou pas du tout d'expérience de gestion et pas non plus de formation adaptée. Le cours en soi mobilise bien des compétences non techniques chez les étudiants. Cependant, les professeurs en charge du

cours ne sont pas capables de donner un retour ni d'aider les étudiants dans le développement de celles-ci.

Comme l'expliquent Paul et Cowe Falls (2015), la littérature permet d'avoir une vue relativement large des programmes de leadership disponibles. En revanche, elle ne permet pas de connaître le contenu détaillé, tels que les compétences enseignées, l'objectif des cours ainsi que les méthodes d'enseignement, mais aussi la réussite de ces enseignements, ce qui empêche la bonne compréhension. De plus, les programmes auxquels les auteurs font référence ne sont pas seulement des cours au sein des écoles d'ingénieur, mais des séminaires, des baccalauréats spécialisés en leadership, des certificats et des mineurs. Tous ces programmes ont comme point commun d'avoir pour but ultime l'enseignement du leadership, mais aussi le caractère volontaire des participants. Les programmes permettant d'apporter des compétences non techniques au sein même d'un environnement technique (école d'ingénieur) sont encore moins renseignés dans la littérature. En effet, les revues disponibles concernent le plus souvent des cours expérimentaux réalisés ou encore des méthodes d'enseignement testées, mais ne relatent pas de programmes en entier.

Tous ces facteurs impliquent que les écoles ne savent pas comment faire pour répondre à la problématique du manque de *soft skills*. Elles doivent seules faire face à une demande grandissante en compétences non techniques venant du marché du travail et des organismes d'accréditation.

Un autre obstacle important en ce qui concerne l'assimilation des compétences non techniques par les étudiants est sa difficulté à être évaluée. La méthode d'enseignement de ces compétences ne peut être la même que celle des compétences techniques. En effet, l'assimilation des compétences non techniques nécessite plus d'expérience et de temps que les compétences techniques. Cela s'explique par le fait que les compétences non techniques s'assimilent davantage à des comportements qu'à des connaissances ou des habiletés. Or, les comportements sont plus difficilement évaluables, et ce, peu importe le domaine (Gauvin & Laforge, 2006).

1.2 Question et objectifs de recherche

La présente étude vise à faire l'état de l'intégration des compétences non techniques dans l'enseignement au niveau des écoles de génie dans le monde.

Elle a pour objectifs :

- 1) d'identifier les compétences non techniques manquantes dans la formation actuelle des ingénieurs,
- 2) de recenser les méthodes efficaces d'intégration des compétences non techniques mises en place dans les écoles d'ingénierie de différents pays d'Europe, d'Amérique du Nord, d'Océanie et d'Afrique dans le but de fournir un outil de développement aux écoles en transition vers des programmes plus adaptés au monde d'aujourd'hui,
- 3) d'identifier les obstacles à l'intégration des compétences non techniques dans les écoles d'ingénierie,
- 4) de comparer les compétences non techniques jugées nécessaires en ingénierie du point de vue de la littérature, des écoles d'ingénierie et des organismes d'accréditation, et plus particulièrement du Bureau canadien d'agrément des programmes de génie (BCAPG).

1.3 Le cadre légal

Un diplôme, pour être reconnu, requiert souvent un agrément par les autorités du pays dans lequel il est remis. Pour cela, les écoles doivent se soumettre à une vérification par un organisme d'accréditation national. Certains organismes d'accréditation se consacrent à plusieurs pays, c'est le cas de la Commission des titres d'ingénieur (CTI) qui est chargée par la loi française d'accréditer les formations d'ingénieur françaises. Cependant, elle évalue également des écoles d'autres pays qui souhaitent obtenir une accréditation. Les organismes émettent des référentiels d'agrément, fréquemment mis à jour, sur lesquels doivent se baser les établissements pour que leurs programmes soient validés. Des audits ont ensuite lieu pour vérifier la validité des diplômes par rapport à ces documents références. Certains autres documents servent de références aux écoles bien qu'ils ne soient pas accréditeurs, comme par exemple le corpus des connaissances en management de projet (PMBOK). Il existe par ailleurs

des certifications facultatives permettant aux écoles d'apporter une preuve de qualité à leur formation et d'être reconnues, comme par exemple les labels EUR-ACE et QUESTE en Europe.

1.3.1 Canada

Au Canada, Ingénieurs Canada est l'organisme sur lequel s'appuient les écoles d'ingénieur pour réguler leurs programmes. La régulation de la profession d'ingénieur commencée en 1896 au Manitoba, s'étendra à une partie du Canada par la création, en 1920, de six organismes provinciaux de réglementation du génie dont un au Québec.

Au fil des années, et ce, jusqu'en 1969, toutes les provinces se sont dotées d'un organisme de réglementation propre à chacune d'elles. En 1936, le premier organisme régissant toutes les provinces a été créé. Celui-ci ne se substituait pas au rôle des organismes provinciaux, mais travaillait pour leur compte. Sa dénomination a changé plusieurs fois pour finalement devenir « Ingénieurs Canada » en 2007.⁵ En 1965 l'organisme canadien de réglementation crée le BCAPG. Celui-ci dicte les normes à suivre par les écoles de génie au Canada en vue de l'accréditation des programmes. Le BCAPG évoque pour la première fois en 1977, les sciences non techniques avec l'approbation des études relatives aux sciences humaines, sociales et administratives appliquées à l'ingénieur. L'Académie canadienne du génie, la Commission des partenaires du marché du travail et l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) iront également dans ce sens en approuvant la création de cours de sciences sociales et humaines dans les programmes de génie. En 2011, l'OIQ lors d'une nouvelle publication, mettra à jour le référentiel des qualités des ingénieurs dont quatre qualités parmi les 10 énoncées ne sont pas techniques. Depuis, tous les programmes de génie québécois ont mis en place au minimum un cours dédié aux connaissances non techniques. Le tableau 1.2 présente les sous-compétences reliées aux quatre compétences non techniques essentielles pour les ingénieurs selon l'OIQ.

⁵ <https://engineerscanada.ca>

Tableau 1.2 Habiletés non techniques essentielles à l'ingénieur d'après l'OIQ

Agir professionnellement	Gérer ses projets et ses équipes	Démontrer ses aptitudes personnelles	Communiquer efficacement
Prioriser la protection du public	Gérer les mandats et les projets	Faire preuve de jugement	Communiquer verbalement et par écrit
Respecter ses obligations déontologiques	Superviser des équipes	Faire preuve de rigueur	Maintenir des relations saines et efficaces
Exploiter les informations et les outils de sa pratique		Faire preuve d'un esprit d'analyse	Travailler en équipe
Gérer son développement professionnel		Faire preuve d'un esprit de synthèse	
Participer au développement de sa profession		Faire preuve de créativité et de débrouillardise	

Au Canada, de manière plus générale, Ingénieurs Canada a mis à jour, en 2019, les 12 qualités requises des diplômés (tableaux 1.3 et 1.4).

Tableau 1.3 Compétences essentielles aux ingénieurs selon Ingénieurs Canada en 2019⁶

1- Connaissances en génie « Connaissance, à un niveau universitaire, des mathématiques, des sciences naturelles et des notions fondamentales de l'ingénierie, ainsi qu'une spécialisation en génie propre au programme. »
2- Analyse de problèmes « Capacité d'utiliser les connaissances et les principes appropriés pour identifier, formuler, analyser et résoudre des problèmes d'ingénierie complexes et en arriver à des conclusions étayées. »
3- Investigation « Capacité d'étudier des problèmes complexes au moyen de méthodes mettant en jeu la réalisation d'expériences, l'analyse et l'interprétation des données et la synthèse de l'information afin de formuler des conclusions valides. »
4- Conception « Capacité de concevoir des solutions et des problèmes d'ingénierie complexes et évolutifs et de concevoir des systèmes, des composants ou des processus qui répondent aux besoins spécifiés tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publiques, des aspects législatifs et réglementaires, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales. »
5- Utilisation d'outils d'ingénierie « Capacité de créer et de sélectionner des techniques, des ressources et des outils d'ingénierie modernes et de les appliquer, de les adapter et de les étendre à un éventail d'activités simples ou complexes, tout en comprenant les contraintes connexes. »
6- Travail individuel et en équipe « Capacité de fonctionner efficacement en tant que membre ou chef d'équipe, de préférence dans un contexte de travail multidisciplinaire. »

⁶ Ingénieurs Canada - Critères et procédures d'accréditation (2019)

Tableau 1.4 Compétences essentielles aux ingénieurs
selon Ingénieurs Canada en 2019 (suite)

7- Communication « Habileté à communiquer efficacement des concepts d'ingénierie complexes, au sein de la profession et au public en général, notamment lire, rédiger, parler et écouter, comprendre et rédiger de façon efficace des rapports et de la documentation pour la conception, ainsi qu'énoncer des directives claires et y donner suite »
8- Professionnalisme « Compréhension des rôles et des responsabilités de l'ingénieur dans la société, y compris le rôle essentiel de protection du public et l'intérêt public. »
9- Impact du génie sur la société et l'environnement « Capacité à analyser les aspects sociaux et environnementaux des activités liées au génie, notamment comprendre les interactions du génie avec les aspects économiques et sociaux, de la santé, la sécurité, les lois et la culture de la société ; les incertitudes liées à la prévision de telles interactions ; et les concepts de développement durable et de bonne gestion de l'environnement. »
10- Déontologie et équité « Capacité à appliquer les principes d'éthique, de responsabilité professionnelle et d'équité. »
11- Economie et gestion de projets « Capacité à intégrer de façon appropriée les pratiques d'économie et d'affaires comme la gestion de projets, des risques et du changement, dans l'exercice du génie, et de bien tenir compte des contraintes associées à ces pratiques »
12- Apprentissage continu « Capacité à cerner et à combler ses propres besoins de formation dans un monde en constante évolution, et ce, de façon à maintenir sa compétence et à contribuer à l'avancement des connaissances ».

Mentionnons qu'à partir de la compétence 6, toutes les compétences sont non techniques. La partie non technique représente donc plus de la moitié des compétences essentielles aux ingénieurs selon Ingénieurs Canada.

1.3.2 France

La CTI est l'organisme chargé de l'agrément des écoles d'ingénieur en France. Elle exerce ce rôle depuis 1934. Pour ce faire, elle dispose de documents supports sur lesquels doivent s'appuyer les écoles pour créer leurs programmes. Les points évoqués au sein de ceux-ci seront ceux sur lesquels les établissements seront évalués. Parmi ceux-ci se trouve une liste de compétences essentielles à tout ingénieur, divisée en trois parties :

- l'acquisition des connaissances scientifiques et techniques et la maîtrise de leur mise en œuvre ;
- l'adaptation aux exigences propres de l'entreprise et de la société ;
- la prise en compte de la dimension organisationnelle, personnelle et culturelle.

Notons qu'une seule des trois compétences essentielles énoncées est technique.

Le tableau 1.5 fournit le détail des compétences non techniques essentielles selon la CTI.

Tableau 1.5 Référentiel des compétences non techniques essentielles
à tout ingénieur selon la CTI (2019)

L'adaptation aux exigences propres de l'entreprise et de la société	La prise en compte de la dimension organisationnelle, personnelle et culturelle
La capacité à prendre en compte les enjeux de l'entreprise : dimension économique, respect de la qualité, compétitivité et productivité, exigences commerciales, intelligence économique	La capacité à s'insérer dans la vie professionnelle, à s'intégrer dans une organisation, à l'animer et à la faire évoluer : exercice de la responsabilité, esprit d'équipe, engagement et leadership, management de projets, maîtrise d'ouvrage, communication avec des spécialistes comme avec des non-spécialistes
La capacité à identifier les responsabilités éthiques et professionnelles, à prendre en compte les enjeux des relations au travail, de sécurité et de santé au travail et de la diversité	La capacité à entreprendre et innover, dans le cadre de projets personnels ou par l'initiative et l'implication au sein de l'entreprise dans des projets entrepreneuriaux
La capacité à prendre en compte les enjeux environnementaux, notamment par application des principes du développement durable	La capacité à travailler en contexte international et multiculturel : maîtrise d'une ou plusieurs langues étrangères et ouverture culturelle associée, capacité d'adaptation aux contextes internationaux
	La capacité à se connaître, à s'autoévaluer, à gérer ses compétences (notamment dans une perspective de formation tout au long de la vie), à opérer ses choix professionnels

Par ailleurs, la plupart des écoles Belges et Suisses utilisent la CTI comme organisme d'accréditation. Une fois un programme accrédité, le diplôme délivré par l'école est valable dans toute l'Europe grâce au label EUR-ACE et dans certains pays hors Europe selon les accords.

1.3.3 États-Unis

Aux États-Unis, la Commission d'accréditation des ingénieurs (EAC) a la charge de l'agrément des universités américaines. Elle fait partie du Conseil d'accréditation des ingénieurs et de la technologie (ABET). Celle-ci est fédérée par 28 sociétés d'ingénierie et accrédite environ 2300 programmes. D'après Prados (1998), le conseil a longtemps été vu comme hostile à l'innovation et a été beaucoup critiqué pour son manque de flexibilité. Il a cependant beaucoup évolué et a notamment créé « Engineering Criteria 2000 », document prenant mieux en compte les nouvelles nécessités de la profession. Parmi celles-ci se trouvent l'habileté à travailler dans une équipe multidisciplinaire, la compréhension des responsabilités éthiques et professionnelles et l'impact des activités dans un contexte global/social, la connaissance des problématiques contemporaines et la motivation. Aujourd'hui, l'ABET a regroupé les qualités essentielles chez les diplômés en ingénierie en sept points (tableau 1.6).

Tableau 1.6 Les sept qualités essentielles d'un ingénieur selon l'ABET⁷

Qualités
1. L'habileté d'identifier, formuler et solutionner des problèmes complexes d'ingénierie en appliquant les principes d'ingénierie, science et mathématiques
2. L'habileté à appliquer des modèles d'ingénierie pour trouver des solutions en considérant la santé publique, la sécurité, le bien être, mais aussi les facteurs globaux, culturels, sociaux, environnementaux et économiques.
3. L'habileté à communiquer efficacement envers un public divers.
4. L'habileté à reconnaître les responsabilités éthiques et professionnelles dans des situations d'ingénierie et à émettre des jugements en connaissance de cause, tout en considérant l'impact des solutions ingénieures dans les contextes globaux, économiques, environnementaux et sociaux.
5. L'habileté à fonctionner efficacement dans une équipe dont les membres, ensemble, fournissent du leadership, créent un environnement inclusif et collaboratif, planifient les tâches, établissent des objectifs et les remplissent.
6. L'habileté à développer et conduire une expérience appropriée, analyser et interpréter les données et utiliser un jugement ingénieur pour émettre des conclusions.
7. L'habileté à acquérir et appliquer des nouvelles connaissances au besoin, en utilisant des stratégies d'apprentissage appropriées.

⁷ 2019 - 2020 Criteria for Accrediting Engineering Programs, ABET

Parmi ces sept points, quatre sont des compétences non techniques (les 2,3,4 et 5), soit plus de la moitié.

La *National Academy of Engineering* (NAE) est également un acteur important de l'éducation en ingénierie aux États-Unis. Cette institution est privée, indépendante et non lucrative. Depuis 1964, elle agit dans le domaine du leadership en ingénierie en promouvant la profession d'ingénieur pour améliorer son apport à la société. Elle conseille également le gouvernement fédéral quant à l'évolution de l'ingénierie et de la technologie grâce à l'expertise d'un panel de professionnels. Ses 2000 membres travaillent sur de nombreux projets autour des relations entre ingénierie, technologie et qualité de vie. Ces derniers sont nationaux et internationaux, élus par leurs pairs et parmi ceux-ci se trouvent des professionnels en affaires, des professionnels du milieu de l'enseignement et du gouvernement.

En 2004, cette institution a publié un livre nommé « L'ingénieur de 2020: visions sur l'ingénierie du nouveau siècle » (NAE, 2004). Cet ouvrage décrit la profession d'ingénieur tel qu'il devrait être en 2020, ce qui implique un changement de 2004 à 2020 dans les formations et le point de vue porté sur cette profession. Il indique notamment un fort accent à mettre sur les compétences non techniques :

- reconnaissance des potentialités offertes par la créativité et la transdisciplinarité,
- ouverture de l'esprit ingénieur grâce à de nouveaux cours non techniques,
- adaptation des programmes d'ingénierie au monde changeant,
- adaptation aux étudiants et à leurs différents styles d'apprentissage,
- attractivité du monde de l'ingénierie pour toute personne ayant une ambition de vie créative et productive dans une position de leader.

L'ANI évoque également les compétences des ingénieurs en comparant les besoins des mondes d'aujourd'hui et de demain (ou plus précisément ceux de la période de 2004 et de celle de 2020) (tableau 1.7).

Tableau 1.7 L'évolution des compétences nécessaires à l'ingénieur selon l'ANI

Compétences dont la nécessité pour l'ingénieur est continue dans le temps	Compétences dont la nécessité pour l'ingénieur a augmenté avec le temps	Compétences dont la nécessité est apparue avec le temps
Compétences analytiques	Créativité	Dynamisme
Ingénuité pratique	Communication	Agilité
	Sens des affaires et gestion	Résilience
	Leadership	Flexibilité
	Éthique et professionnalisme	Apprentissage continu tout au long de la vie

Les paragraphes suivants détaillent les compétences nécessaires selon l'ANI, présentées dans le tableau ci-dessus.

Compétences analytiques

Elles sont relativement constantes dans la profession d'ingénieur au cours du temps. Elles ont toujours été inhérentes à celui-ci et le resteront.

Ingénuité pratique

Reliée aux connaissances scientifiques, elle permet d'identifier les problèmes et de trouver des solutions, fait également partie intégrante de l'ingénieur. En effet, cela se retrouve même dans l'étymologie du mot « ingénierie » qui vient d'« ingeniator » en latin qui signifie directement « ingénieux » ou « qui relève de l'ingénuité ».

Créativité (invention, innovation, pensée non conventionnelle, art)

Elle a toujours été indispensable aux ingénieurs, mais l'est d'autant plus aujourd'hui, relativement aux défis, à la complexité et à la diversité reliés aux technologies du 21^e siècle.

Communication

Cette dernière a toujours été nécessaire pour les ingénieurs, mais elle l'est aujourd'hui plus que jamais, car les projets rassemblent des acteurs de plus en plus interdisciplinaires. De plus, les nouvelles technologies impliquent une communication virtuelle plus importante.

Sens des affaires et gestion

Ces compétences étaient auparavant seulement nécessaires aux ingénieurs ayant des rôles de leader. Aujourd'hui, cela n'a pas changé. Cependant, le nombre de leaders parmi les ingénieurs augmentant, ces compétences-ci deviennent donc de plus en plus importantes. De la même manière, les principes de leadership doivent être compris, intégrés et mis en place de manière appropriée selon l'évolution du poste de chaque ingénieur.

Éthique et professionnalisme

Ce sont des compétences qui vont de pair avec le leadership et doivent être développées à plus grand niveau chez les ingénieurs. Les défis sont de plus en plus complexes et interdépendants et ont souvent des implications importantes sur les technologies employées et sur leur manière d'affecter la planète et les personnes vivant aux alentours;

Dynamisme, agilité, résilience et flexibilité

Ces compétences sont aujourd'hui plus que jamais indispensables aux ingénieurs. En effet, la vitesse de changement de la technologie est très rapide et le monde socio politico-économique change également continuellement. Les ingénieurs doivent donc sans arrêt être capables de s'adapter. Cela va de pair avec la capacité d'apprentissage continu tout au long de la vie.

En matière d'éducation, tout cela se résume en la nécessité d'un changement imminent des programmes d'ingénierie :

Les éducateurs en ingénierie et les ingénieurs praticiens doivent ensemble faire un effort proactif pour préparer l'éducation à adresser des défis technologiques et sociétaux et les opportunités qu'offrira le futur. Avec des pensées appropriées et de la considération, ainsi qu'en utilisant de nouveaux outils de planification stratégiques, nous devrions reconstituer le curriculum ingénieur et les programmes éducationnels reliés pour préparer l'ingénieur d'aujourd'hui pour les carrières du futur, avec la reconnaissance du changement rapide du monde et son imprévisibilité intrinsèque. *[Traduction libre] (NAE, 2004, p. 51)*

1.3.4 Australie

En Australie, c'est « *Engineers Australia* » qui s'occupe de la régulation des programmes d'ingénierie. Ils ont quant à eux trois catégories de compétences essentielles à l'ingénieur dont une est non technique :

- connaissances et compétences de base,
- habiletés à appliquer des méthodes ingénieures,
- attributs professionnels et personnels.

Les sous-compétences associées à la catégorie « Attributs professionnels et personnels » sont présentées dans le tableau 1.8.

Tableau 1.8 Les sous-compétences essentielles à l'ingénieur selon Engineers Australia de la catégorie "Attributs professionnels et personnels"

Attributs professionnels et personnels
Conduite éthique et responsabilité professionnelle
Comportement créatif, innovatif et pro-actif
Usage professionnel et gestion de l'information
Gestion de soi et conduite professionnelle
Participation efficace au sein d'une équipe et leadership

1.3.5 Normes internationales

Le Project Management Body of Knowledge (PMBOK) ou « Corpus des connaissances en management de projet » est un document répertoriant les bonnes pratiques de gestion de projet. Celui-ci est une référence au niveau international et s'adapte à plusieurs domaines tels que la construction, le logiciel, l'ingénierie ou encore l'industrie. La première version date de 1983. Cinq autres versions ont été développées au fil des années. La dernière date de 2017. Cet ouvrage est surtout utilisé lors de la création de contenu de cours de gestion, mais aussi lors de la création des examens de certification (PMI Quebec, 2020).

Dans la définition d'un gestionnaire de projet, le PMBOK décrit ses différents rôles et responsabilités. Il mentionne que « Les leaders utilisent leur interprétation pour communiquer

et motiver leur équipe dans le but d'atteindre les objectifs ». Les compétences spécifiées nécessaires sont le leadership, la planification et la coordination grâce aux communications. Il est aussi mentionné qu'il doit avoir des connaissances en gestion et en technique, qu'il doit comprendre et avoir de l'expérience dans le domaine dans lequel travaille son équipe. Les communications doivent se faire à l'écrit comme à l'oral, de manière verbale ou non verbale (PMBOK, 2017).

Par ailleurs, il est intéressant de voir que le PMBOK qui comprend dix « domaines de connaissances » notamment le contenu, les délais et les coûts, consacre parmi les outils et techniques un chapitre sur les compétences interpersonnelles et humaines et plus particulièrement sur les compétences communicationnelles.

Pour la bonne réussite du projet, le PMBOK indique que le développement de l'équipe est nécessaire et doit tendre vers une bonne communication (due à l'interaction avec de nombreuses parties prenantes), la création d'un environnement de travail favorable à la productivité grâce à un renforcement du sentiment de confiance au sein de l'équipe, de la collaboration, de la coopération, l'esprit d'équipe et la responsabilisation des membres de l'équipe pour encourager à la prise de décision. Les compétences évoquées sont les suivantes :

- gestion des conflits,
- capacité à influencer,
- capacité à motiver,
- capacité à négocier,
- création d'activités de « team Building »,
- crise de décision,
- intelligence émotionnelle,
- leadership.

La partie « Communication » fournit également beaucoup d'informations sur les compétences humaines nécessaires au sein d'un projet. Pour une bonne communication, le PMBOK 2017 préconise de bonnes compétences en grammaire et orthographe, une expression des idées concise, un objectif clair, un découlement des idées cohérent et logique, un contrôle de la

fluidité des mots et des idées, une écoute active, une conscience de la culture et des différences personnelles, une identification, un cadrage et une bonne gestion des attentes des différentes parties prenantes, une amélioration des capacités des membres de l'équipe tout en les persuadant, les motivant, les entraînant, en négociant et en résolvant des problèmes. Les différents types de communication sont également expliqués dans le guide, et font partie des connaissances préconisées par le PMBOK. Il évoque également l'importance de connaissances politiques et culturelles.

Enfin, au niveau des parties prenantes, le PMBOK évoque également les compétences interpersonnelles, les qualités humaines et les compétences de communication en reprenant des points déjà évoqués.

1.3.6 Synthèse

La proportion de compétences non techniques exigée par les organismes accréditeurs dans le monde est synthétisée dans le tableau 1.9.

Tableau 1.9 Synthèse de la proportion de compétences non techniques exigée par les organismes accréditeurs dans les formations diplômantes d'ingénieur

Documents/ organismes d'accréditation	Proportion de présence des compétences non techniques parmi les compétences nécessaires à l'ingénieur
Canada – Ingénieurs Canada/ BCAPG	7/12 soit 58%
Québec, Canada - OIQ	4/10 soit 40%
France – CTI	2/3 soit 66,7%
États-Unis – ABET	4/7 soit 57%
Australie – Engineers Australia	1/3 soit 33,4%
Norme internationale – PMBOK	Non calculable

Parmi les organismes d'accréditation analysés dans cette étude (à savoir ceux du Canada, de la France, de États-Unis et de l'Australie), la majorité exige que plus de 50% des compétences développées par les étudiants dans les établissements diplômants en ingénierie soient non techniques.

1.4 Influence culturelle : le cas de la France

Chaque pays a son histoire et ses traditions, ce qui donne une empreinte très singulière à son fonctionnement interne. Cela influe dans le monde de l'éducation, notamment pour la création des écoles, la relation enseignant-étudiant et les méthodes d'enseignement. La France est un bon exemple de l'influence que peut avoir une nation sur le système éducationnel. En effet, comme l'expliquent Sonntag et al. (2015), le fonctionnement des écoles d'ingénieur françaises est très singulier. Premièrement, elles ne dépendent pas toutes de la même entité : certaines sont autonomes, d'autres dépendent du ministère de l'Industrie, de la Défense, de l'Équipement, de l'Agriculture ou encore de la Ville de Paris. Cependant, toutes sont contrôlées par le même organisme en matière de pédagogie : la CTI qui a le pouvoir d'habilitation à la remise du diplôme d'ingénieur depuis 1934. Cette dernière met l'accent sur les *soft skills* avec notamment 8 éléments parmi les 14 jugés essentiels de toute formation d'ingénieur axée sur des domaines non techniques. L'intégration des compétences non techniques ne vient pas de là. En effet, d'après Roby (2017), l'enseignement des humanités en école d'ingénieur est ancré depuis bien longtemps. Les raisons de l'importance de leur présence dans le système d'enseignement ne cessent de changer avec l'histoire. Auparavant, la pluridisciplinarité des ingénieurs était en effet associée à une question d'image, le domaine d'ingénierie se voulant élitiste. Des années plus tard, l'idée d'ingénieur social est développée par Frédéric le Play, ingénieur au sein de l'école des Mines, qui se base sur le principe qu'un ingénieur doit prendre en compte son environnement économique et social. Ainsi, l'ingénieur gagnait une grande importance aux yeux de la société, car dans un contexte de violentes manifestations ouvrières, celui-ci était utilisé en tant qu'intermédiaire entre patrons et ouvriers, car caractérisé comme « expert neutre » au vu de ses connaissances scientifiques et sociales. A la fin du XIXe siècle, c'est dans un contexte de crise économique européenne qu'apparaissent les sciences sociales, avec des sujets essentiels critiques à cette époque tels que la pauvreté, les conditions de travail et de vie ou l'hygiène. Le domaine naissant de la sociologie a donc détrôné les ingénieurs et hommes de lettre de leur rôle central dans ce domaine. De retour au XVIIIe siècle, l'école centrale avait été créée apportant avec elle une nouvelle vision de l'intégration des compétences transversales qui se rapproche déjà plus de

celle d'aujourd'hui : la volonté de créer une formation cohérente avec le monde de l'industrie émerge. Henri le Chatelier, polytechnicien, chimiste, enseignant à l'École des mines, deux siècles plus tard, prône la science industrielle dans les écoles d'ingénieur, permettant de faire le lien entre sciences techniques pures et applications industrielles. Après des années d'évolution des sciences non techniques dans les écoles d'ingénieur pour des raisons de classes sociales, de politique et de besoin d'adaptation à l'environnement socioéconomique, c'est finalement pour des raisons de concurrence face aux écoles de commerces que se développent les sciences de management (Sonntag et al., 2015). Les évolutions décrites ici ne sont pas exhaustives, beaucoup d'autres événements en France ont influencé l'enseignement des compétences non techniques dans les écoles d'ingénieur. L'exemple de la France montre que l'importance donnée à certains sujets plus qu'à d'autres dans un domaine (ici, l'ingénierie) est largement influencée par l'histoire du pays. Les raisons initiales de l'importance de ce sujet peuvent être complètement obsolètes, cependant on en retrouve la trace des siècles plus tard. Tout cela a pour conséquence des pédagogies, méthodes d'enseignement et des priorités très diversifiées selon les pays. Cela souligne l'importance de s'intéresser à ce qui se passe en dehors des frontières canadiennes, dans le but de découvrir de nouvelles méthodes d'intégration des compétences non techniques dans les écoles d'ingénieur, pour s'inspirer de systèmes diversifiés et innovants et créer un répertoire riche de nouvelles idées ayant prouvé leur efficacité ailleurs. Cette influence se retrouve également à l'échelle de chaque établissement selon la présence d'un laboratoire de recherche en connaissances non techniques par exemple.

1.5 Le cadre conceptuel

Plusieurs concepts englobent les compétences non techniques. Il y a deux cas de figure : soit la maîtrise de certaines compétences est conséquence de la maîtrise du concept, soit à l'inverse la maîtrise du concept est conséquence de la maîtrise des compétences associées. Dans les deux cas, la connaissance du concept fait partie du processus d'enseignement des compétences et aide à leur compréhension complète. Leur intégration dans les cours d'ingénierie serait donc

légitime. Cette partie présente trois concepts ainsi que leur utilité dans le cadre de l'enseignement des compétences non techniques dans les écoles d'ingénieur.

1.5.1 L'intelligence émotionnelle

L'intelligence émotionnelle (IE ou EI en anglais), souvent considérée comme opposée au concept de quotient intellectuel (QI ou IQ en anglais), est selon moi davantage complémentaire à celui-ci. L'intelligence émotionnelle désigne la capacité d'analyse et de gestion de ses émotions ainsi que la reconnaissance de celles d'autrui pour une réaction adaptée. Elle comprend, selon Goleman (1995), les cinq domaines suivants :

- la connaissance des émotions,
- la maîtrise des émotions,
- l'auto-motivation,
- la perception des émotions d'autrui,
- la maîtrise des relations humaines.

Selon Goleman (1995), il y a principalement deux mécanismes biologiques qui expliquent la nécessité de l'humain à savoir gérer ses émotions : le mécanisme d'enclenchement des émotions et la réaction biologique associée à l'émotion. Voyons plus précisément ces mécanismes.

Le mécanisme d'enclenchement des émotions

Les émotions permettent au corps de se mettre en mouvement plus rapidement face aux situations qui nécessitent une réaction instantanée (danger). En effet, le trajet neuronal passant par la partie du cerveau dans laquelle se trouvent les émotions est plus rapide que celui qui va jusqu'à la partie consciente. Cela implique que lorsqu'une image associée à une émotion (comme la peur) passe de la rétine jusqu'au cerveau, la réaction moteur associée à cette émotion est directement enclenchée, sans passer par la raison. Le problème aujourd'hui est que ce système reste relativement primitif et que le mécanisme d'association émotions-images est en grande partie effectué pendant l'enfance, alors que le cerveau n'était pas encore doté des

outils pour comprendre l'image et pourquoi elle représente un danger. Cela a donc pour conséquence des comportements parfois impulsifs et incompréhensifs, non adaptés à la situation.

La réaction biologique associée à l'émotion

Les réactions moteur liées aux émotions sont enregistrées par le cerveau et reproduites à chaque fois. Celles-ci nous viennent directement de nos gènes et des apprentissages de l'espèce humaine de manière plus générale. La colère par exemple provoque une affluence du sang vers les organes (pour permettre de s'emparer d'une arme ou frapper un ennemi), ainsi que la sécrétion d'hormones comme l'adrénaline pour donner plus d'énergie. Dans une situation de colère dans la vie quotidienne, il n'est pas approprié de se servir d'une arme ou de frapper quelqu'un. La réaction n'est donc pas adaptée à la situation et doit impérativement être contrôlée.

Conséquences d'une mauvaise gestion émotionnelle

Les conséquences d'une mauvaise maîtrise de ses émotions et donc d'un manque d'intelligence émotionnelle sont nombreuses et importantes : la dépression, la violence, la compensation par la nourriture ou la drogue, la naissance de maladies mentales (la psychopathie vient d'une absence d'empathie par exemple).

Dans le cas contraire, lorsque les émotions sont comprises et maîtrisées, elles peuvent être des alliées dans beaucoup de situations : elles permettent de garder son sang-froid dans des situations difficiles, de maîtriser ses pulsions, d'être capable de comprendre les autres et donc de mieux communiquer et d'obtenir plus facilement ce que l'on souhaite en évitant les conflits, par conséquent de créer des relations harmonieuses ; de se motiver et d'être plus persévérant.

Compétences liées à l'intelligence émotionnelle

D'après Butler et Chinowsky (2006), toutes les compétences suivantes sont directement conséquence de l'intelligence émotionnelle :

- estime de soi (respect et acceptation de soi),

- conscience de soi (reconnaissance de ses propres sentiments),
- assurance (expression des sentiments, croyances et pensées, défense de ses droits d'une manière non destructive),
- indépendance (autogestion et autocontrôle dans les pensées et actions, libération de la dépendance émotionnelle),
- actualisation de soi (conscience de son potentiel),
- empathie (conscience, compréhension et appréciation des sentiments des autres),
- responsabilité sociale (coopérativité, contribution et constructivité dans un groupe social),
- relation interpersonnelle (établissement et maintien d'une relation mutuellement satisfaisante caractérisée par l'intimité ainsi que le don et la réception d'affection),
- test de réalité (correspondance entre l'expérience vécue et ce qui existe réellement),
- flexibilité (ajustement des émotions, pensées et attitudes aux situations et conditions changeantes),
- résolution de problèmes (identification et définition des problèmes et recherche de solutions adéquates),
- tolérance au stress (résistance aux situations et événements stressants sans s'effondrer, en faisant face au stress positivement et activement),
- contrôle de l'impulsion (résistance ou délai d'une impulsion ou tentation à l'action),
- optimisme (regard de la vie d'un côté positif avec une attitude positive, même face à l'adversité),
- bonheur (satisfaction de sa propre vie, appréciation de soi et des autres pour permettre une prise de plaisir).

La liste de compétences (présentée plus bas dans le tableau 1.11) comporte de nombreux termes directement reliés avec les compétences citées ci-dessus. Cela montre donc l'importance de l'intelligence émotionnelle chez les ingénieurs et par conséquent la nécessité de l'enseignement de ce concept chez les étudiants de ce domaine.

Liens entre l'intelligence émotionnelle et les compétences interpersonnelles

Nous avons jusqu'à présent évoqué principalement le lien entre l'intelligence émotionnelle et les compétences personnelles (ou intrapersonnelles). Cependant, l'intelligence émotionnelle

peut également être utilisée en tant qu'alliée importante lorsqu'il s'agit d'interagir avec les autres, dans des situations personnelles comme professionnelles. En effet, la compréhension du rôle de l'émotion dans le comportement des autres nous permet de faire preuve d'empathie, de reconnaître les sujets sensibles et d'adapter notre discours, pour une meilleure entente et une meilleure compréhension. L'enseignement de l'intelligence émotionnelle est donc indispensable dans le monde professionnel et notamment dans le domaine de l'ingénierie où les nouvelles méthodes de travail favorisent les travaux d'équipe et la collaboration.

Place de l'intelligence émotionnelle sur le marché du travail

Les priorités en termes de personnalités et compétences recherchées par les employeurs évoluent de plus en plus vers les suivantes : la motivation, la coopération, l'autodiscipline, le fait de savoir prendre la critique, l'écoute et la communication orale, l'adaptabilité, le comportement personnel (confiance, optimisme, persévérance) et interpersonnel, le travail en équipe, la négociation et l'empathie, toutes liées à l'intelligence émotionnelle.

1.5.2 Le leadership

Le leadership est un terme qui revient très souvent lorsqu'il s'agit de compétences non techniques chez les ingénieurs et plus précisément les chefs de projet. La traduction littérale de cet anglicisme est « la capacité à être un meneur ». Cependant, lorsque l'on parle de cette compétence non technique dans le domaine professionnel, l'anglicisme est le plus souvent utilisé. Les termes que nous allons utiliser en anglais sont « leader » (meneur) et « leadership » (acte de mener).

Premièrement, nous allons tenter de définir le terme de « meneur » ou « *leader* ». D'après Kumar et Hsiao (2007), le terme pourrait se résumer par la description suivante : « Personne qui a l'habileté à inspirer et motiver les autres à faire ce qu'il ou elle souhaite, tout en s'assurant qu'ils aient le sentiment d'apprécier ce qu'ils sont en train de faire ». Cette étude précise qu'il faut différencier les termes de « leader » et « manager ». Ce deuxième anglicisme est encore une fois plus souvent utilisé sous cette forme que par sa traduction littérale « gestionnaire »,

notamment dans les pays francophones d'Europe. Selon la même étude, le manager est « une personne qui travaille efficacement avec d'autres pour accomplir les objectifs fixés ». Les managers devraient donc être entraînés pour devenir des leaders, ce qui n'est pas une compétence innée, contrairement à ce que voudrait bien faire croire le conscient collectif.

L'une des raisons pour laquelle le terme « leadership » n'est pas traduit en français vient du fait que celui-ci est plus large que sa traduction littérale (« la capacité à être un meneur »). En effet, les définitions que l'on retrouve dans la littérature concernant le leadership reprennent souvent un mélange de la définition du leader et du manager.

L'idée générale qui revient le plus souvent est en effet ce concept d'accompagnement d'un groupe de personnes vers l'acheminement d'un objectif commun. La différence avec le management pur vient du mot « accompagnement ». Pour ce faire, le leader doit comme son nom l'indique, être le meneur de cette équipe et doit donc tout mettre en place pour que l'objectif soit atteint de la manière la plus efficace possible. Il doit alors s'assurer que les tâches techniques soient accomplies, mais également régulariser tout ce qui concerne les compétences non techniques. En effet, une équipe étant constituée d'êtres humains, le rôle du leader est aussi de les motiver, les influencer, les encourager, les écouter et les rediriger si besoin. Finalement, toutes ces actions reviennent à l'idée de départ d'accompagnement de l'équipe. D'après Rao (2013), le leadership est « le processus de fixation des objectifs, de construction d'équipes efficaces, d'influence et motivation des autres, et finalement, d'alignement de leurs énergies et efforts vers un même but organisationnel, utilisant les compétences techniques comme non techniques, le pouvoir technique comme non technique ». *[Traduction libre]*

Le terme de leadership, comme celui d'intelligence émotionnelle, regroupent plusieurs compétences non techniques dont certaines ont été évoquées plus tôt dans la définition du leadership. Parmi les compétences non techniques identifiées dans la littérature, celles qui correspondent le mieux au concept du leadership sont les suivantes :

- la capacité à déléguer le travail,
- la capacité à motiver une équipe,

- la capacité à influencer.

Rao (2013) appuie notamment cette définition.

Les compétences citées ci-dessus sont celles qui font partie intégrante du leadership seulement, celles qui sont principalement nécessaires au meneur. Russel & Stouffer (2003) définissent le leadership essentiellement comme l'acte d'influencer. Cependant, ces compétences doivent nécessairement être associées aux des compétences non techniques pour former un leader efficace. L'étude de Butler et Chinowsky (2006) conclue sur un lien fort et évident entre le leadership et l'intelligence émotionnelle. Les compétences associées à l'intelligence émotionnelle feraient donc partie des compétences nécessaires au développement d'un leadership efficace.

Nous retrouvons également cette idée dans l'étude Crosbie (2005), qui cite les huit compétences non techniques suivantes comme les « compétences non techniques du leadership » :

- la collaboration/ le travail en équipe,
- la communication,
- la prise d'initiative,
- la capacité de leadership,
- le développement et l'entraînement (« *coaching* ») des personnes,
- la maîtrise de soi et l'efficacité,
- la planification et organisation,
- la qualité de présentation.

Cela peut paraître surprenant de citer la « capacité de leadership » comme compétence non technique du leadership. Nous pourrions interpréter ce terme par un rassemblement des trois compétences citées précédemment, à savoir la capacité à motiver, influencer et déléguer le travail. Cela confirme l'idée que le concept de leadership serait relié directement à certaines compétences, mais ne pourrait être efficace sans la présence d'autres compétences complémentaires.

Cependant, comme l'évoquait Rao (2013) dans sa définition, le leadership va également de pair avec des compétences techniques reliées avec les stratégies employées pour arriver vers le but commun en question. L'étude de Crosbie (2005) reprend un diagramme réalisé par Tero International pour montrer la complexité des dynamiques liées autour du leadership. Le leader, d'après l'étude, devrait savoir trouver l'équilibre entre la connaissance et le développement de soi, ses relations avec les autres et leur propre développement. En parallèle, il doit se concentrer sur l'objectif commun de l'équipe en mettant en place des stratégies techniques. Les compétences non techniques seraient donc reliées au développement du groupe et de chaque être humain le composant, y compris le leader lui-même (compétences intra- et interpersonnelles), alors que le côté technique serait utilisé pour se concentrer uniquement sur l'objectif et mettre les moyens en place pour y arriver.

1.5.3 Le modèle Herrmann

Le principe des préférences cérébrales, initié par Herrmann (1992), se base sur un modèle du cerveau à quatre quadrants. Celui-ci s'inspire de deux modèles déjà existants sur le cerveau et sa composition : le cerveau à trois étages et le cerveau gauche/ droit. Le premier décrit le cerveau comme une superposition de trois couches : le reptilien, dirigé par l'instinct ; le limbique, siège des émotions et du système nerveux autonome du corps et le néocortex qui permet à l'homme de penser, percevoir, mais il est aussi le centre de la parole et il est responsable pour le fait de se conduire de manière civilisée en société. Le deuxième modèle divise le néocortex et le limbique en deux, se reliant par des interconnexions. Le côté gauche est verbal, contrôle le côté droit du corps et est responsable du traitement de l'information analytique, logique et séquentielle. L'hémisphère droit du cerveau est non verbal, il est responsable du contrôle moteur, spatiotemporel et affectif. Cet hémisphère est aussi responsable des qualités de visualisation de l'homme. Prenant en compte ces deux théories, Hermann découvre et développe une nouvelle théorie : celle des préférences cérébrales à quatre quadrants : l'hémisphère cortical gauche (quadrant A), l'hémisphère cortical droit (quadrant D), le limbique gauche (quadrant B) et le limbique droit (quadrant C). En étant très succincts et au risque d'être réducteurs, nous pourrions affecter les adjectifs de rationnel et logique pour

le quadrant A ; prudent et organisationnel pour le quadrant B ; relationnel et émotif pour le quadrant C ; et enfin expérimental et inventif pour le quadrant D. D'après Herrmann (1992), « Le profil à quatre quadrants est une métaphore décrivant comment une personne préfère acquérir et traiter l'information, et avec quelle rapidité et quelle exactitude elle le fait ».

Sur la base d'une étude réalisée sur 15 000 profils d'individus, Herrmann a établi 81 combinaisons possibles de profils avec un niveau de préférence ou dominance spécifique pour chaque quadrant : préférence marquée, forte ou moyenne ; préférence faible ; ou évitement. C'est ainsi que 7% de la population présente une dominance simple (préférence marquée pour un seul quadrant), 60% une dominance double (préférence marquée pour deux quadrants), 30% une dominance triple (préférence marquée pour trois quadrants) et seulement 3% ont une dominance quadruple (préférence marquée pour les quatre quadrants). Enfin, 80% de la population représentent seulement 12 combinaisons principales. Les différentes combinaisons ont permis à Herrmann d'identifier le profil des préférences cérébrales d'une vingtaine de métiers.

L'auteur explique que pour arriver à un résultat de qualité, peu importe le domaine, le cerveau total est une réelle solution. Pour cela, il faut des personnes de profils différents, un leader qui soit triple ou quadruple dominant pour pouvoir faire le traducteur entre les différents profils, ainsi qu'un environnement favorisant. Les liens entre les différentes personnes interagiront alors comme les connecteurs internes le font entre nos différentes parties du cerveau, ce qui créera une équipe à cerveau total. L'étude de Crosbie (2005) met en lumière le fait que certains professionnels tels que les scientifiques, ingénieurs et techniciens affirment fréquemment « *I am not a people person* » ou, en français, « je ne suis pas quelqu'un de sociable », et que les professionnels en marketing, vente et ressources humaines se vantent souvent de leur ignorance technique et méthodologique. L'auteure encourage ces personnes à ne pas s'avouer vaincues face aux compétences qui ne font pas partie de leur spectre, car il est important de développer aussi celles-ci. Cela revient encore une fois à l'idée de cerveau total. En effet, l'individu est bien souvent encouragé à s'intéresser à des choses vers lesquelles il n'irait pas naturellement,

dans le but de développer tous les quadrants de son cerveau. Cela a pour grand avantage de pouvoir ensuite mieux comprendre les points de vue des autres et éviter les conflits, mais cela permet également de comprendre l'importance de tous les quadrants et ainsi de voir les projets (et les situations en général) dans leur globalité. L'idée de cerveau total n'est en réalité pas réalisable si les membres d'un groupe ne sont pas tous conscients d'eux-mêmes et des différences avec les autres. En comprenant le modèle Herrmann, chaque individu peut normaliser ses similitudes et différences, les comprendre, les accepter et surtout les utiliser comme complément à ses propres compétences. Sans compréhension de la différence, cela mène naturellement à un conflit. Les compétences intra- et interpersonnelles évoquées plus haut sont donc des compétences indispensables à l'utilisation du potentiel de complémentarité qu'apporte la diversité humaine. Sans celles-ci, et sans communication efficace, ce potentiel est inutilisé et bien souvent transformé en conflit.

L'utilité de la connaissance de ce modèle est évidente dans le contexte de l'ingénierie. En effet, comme nous l'avons déjà vu précédemment, il y a une grande probabilité qu'un ingénieur soit affecté d'un rôle de gestion d'équipe à un moment donné. Il lui est donc utile de savoir reconnaître les préférences cérébrales des différentes personnes pour créer des équipes à cerveau total et pour avoir les outils pour résoudre les conflits liés aux relations humaines. Il est important de prendre en compte les différentes personnalités lors de la création d'équipe, car les relations ont une grande influence sur le degré de collaboration entre être humain. A ce sujet, Chinowsky, Robinson, et Robinson (2013) ont mené une étude sur la manière dont une organisation peut augmenter les chances de placer les personnes aux positions adéquates en fonction de leur personnalité pour faciliter l'engagement personnel de chacun.

Dans le cas où un ingénieur ne serait pas amené à gérer une équipe, la connaissance des préférences cérébrales lui sera de toute façon utile. À défaut d'en être le leader, l'ingénieur fera partie de nombreuses équipes et aura à communiquer et collaborer avec beaucoup d'acteurs différents tout au long de sa carrière. Le modèle à quatre quadrants, une fois maîtrisé, permet de se rendre compte que les différences de points de vue découlent des préférences cérébrales dominantes propres à chacun. Cela permet premièrement d'apaiser les conflits, car il est plus

facile de comprendre leur cause, mais surtout, une fois que la théorie du cerveau total est intégrée, de donner à chacun les outils nécessaires pour voir les différences de l'autre comme un potentiel ajout de compétences et de richesse au groupe et non plus comme un défaut ou un obstacle. Si l'on fait une analogie entre ce qui se passe à l'intérieur du cerveau d'un même individu et ce qui se passe dans un groupe de quatre personnes hypothétiquement très différents (l'un très organisé, un autre avec un esprit de raisonnement très mathématique, un autre avec un esprit très artistique et un dernier très centré sur les relations), il est nécessaire pour éviter les conflits et bénéficier des avantages d'un cerveau total de créer les mêmes interconnexions entre les personnes que celles qui se créent dans le cerveau, permettant aux différentes parties de fonctionner ensemble et non au détriment les unes des autres. Pour que cela puisse se faire dans un groupe d'individus, la conscience des différences et la connaissance de ce concept ainsi que la conscience de soi sont indispensables.

Plusieurs études utilisent le modèle Herrmann, dont celles de Chedru et Le Mehaute (2010), Crosbie (2005), Andres et Dobrovská (2015) et Papineau (2018). Cette dernière compare, entre autres, le profil des préférences cérébrales des chefs de projet de la banque de profils d'Herrmann International, le profil des gestionnaires de projet en poste au sein de l'industrie de la construction au Québec et le profil que les employeurs : architectes, donneurs d'ouvrage, entrepreneurs, ingénieurs et les gestionnaires de projet de l'étude associent à la profession de gestionnaire de projet (chef de projet). Les résultats montrent que les gestionnaires de projet en poste lors de l'étude, dont ceux ayant une formation d'ingénieur, ont un profil similaire à celui des chefs de projet de la banque de profils Herrmann. Ce profil triple dominant A, B et D est rationnel, prudent et expérimental. Cependant, ce dernier ne correspond pas au profil que les employeurs et les gestionnaires de projet considèrent comme le « profil idéal » du gestionnaire de projets de construction. Celui-ci serait plutôt double dominant C et B (relationnel et prudent). Ces résultats soulèvent encore une fois le problème de manque de compétences humaines et relationnelles, car les chefs de projet embauchés ne présentent pas de préférence marquée ou même faible pour le quadrant C (relationnel) alors que les compétences découlant de cette préférence sont primordiales dans leur profession. L'étude de Chedru et Le Mehaute (2010) confirme également l'hypothèse d'une dominance du cerveau

gauche (quadrant A et B) chez les étudiants en école d'ingénieur avec un risque d'évitement en C (relationnel). L'étude d'Andres et Dobrovská (2015) indique également que les sciences et l'ingénierie encouragent l'activité du cerveau gauche (logique, analytique, organisé...) alors que le cerveau droit a une importance primordiale, même dans les professions scientifiques (créativité, intuition, émotions...).

1.6 Le cadre théorique

1.6.1 Les compétences non techniques

L'échec de nombreux projets notamment en construction, ainsi que les conflits en entreprises et avec les clients découlent, la plupart du temps, du manque de compétences non techniques chez les individus. Afin d'établir les bases de la présente recherche, nous chercherons, dans un premier temps, à identifier et définir les compétences attendues des ingénieurs pour répondre aux besoins du domaine.

1.6.1.1 Définition du terme de *soft skills*

Les *soft skills*, de traduction littérale « compétences douces », aussi appelées « compétences molles » s'apparentent à toute qualité non technique d'un domaine. Elles sont souvent comparées à leur contraire étant les *hard skills* ou « compétences dures ». Ces dernières seraient celles que l'on précise en générale sur un CV : l'éducation, l'expérience professionnelle, les connaissances et le niveau d'expertise (Investopedia, 2012 cité par Robles, 2012). Elles sont souvent associées aux termes de « sciences dures » et à la « pensée technique » alors que les compétences douces sont plutôt liées aux termes de « sciences molles » et de « pensée non technique » (Andres & Dobrovská, 2015). Une définition du terme *soft skills* serait « Les qualités désirables pour certaines formes de métiers qui ne dépendent pas de l'acquisition de connaissances. Elles incluent le bon sens, la capacité à gérer des

personnes et l'attitude flexible et positive. »⁸ [traduction libre]. Il est important de préciser que cette définition n'offre pas une liste exhaustive de compétences non techniques, mais seulement quelques exemples inclus dans le terme.

Ce type de compétences est parfois nommé « compétences d'employabilité », relié au fait que ce sont souvent des qualités que les employeurs recherchent, peu importe la profession. Elles sont donc relativement transférables (Robles, 2012). Cependant, il serait utopique de dire que ces compétences sont exactement les mêmes dans les différents domaines. Il serait plus sage de parler du concept de *soft skills* plutôt que des compétences mêmes faisant partie de ce concept. En effet, l'utilisation dans des domaines différents rend le terme large et adaptable. Une compétence peut être déterminée comme technique dans un domaine et non technique dans un autre. Une *soft skill* peut donc se transformer en *hard skill* selon le contexte (Schulz, 2008). En réalité, le terme est si généraliste qu'il n'est pas possible de lister réellement les compétences correspondant à celui-ci sans en évoquer le contexte. Dans cette recherche, la définition recherchée est celle dans le contexte de l'ingénierie. Dans ce domaine, les *soft skills* sont la plupart du temps apparentées aux qualités de management et l'on retrouve souvent le terme « leadership ». Dans la littérature, elles sont souvent évoquées, mais il n'y a pas d'entente pour une définition commune. Knight et Page (2007) cités par Cinque (2016) ont même défini les compétences non techniques comme des « *wicked compétences* », que l'on pourrait traduire par « compétences capricieuses », du fait de leur caractère difficile à définir, car dépendantes de leur contexte.

Le manque de dénomination commune est visible à travers le nombre de termes utilisés pour évoquer les *soft skills* comme l'évoque l'étude de Cinque (2016). On retrouve, entre autres, les termes de « *life skills* » (compétences de vie) en 1993, « *transversal skills* » (compétences transversales) en 1998, « *generic competencies* » (compétences génériques) en 2000, « *21st century skills* » (compétences du 21^e siècle) en 2009 « *transferable skills* » en 2011 et « *future work skills* » en 2010. Le terme d'« humanités » est également souvent utilisé lorsqu'il s'agit

⁸ <https://www.dictionary.com/browse/soft-skills?s=ts>,

d'éducation, surtout dans le cas de la France, comme dans l'article de Sonntag et al. (2015) ou encore celui de Roby (2017).

Beaucoup de termes différents ont donc été employés à partir des années 90, ce qui indique que la recherche concernant ces compétences a été abondante depuis. Cette différence de dénomination est principalement liée aux différents contextes dans lesquels les *soft skills* peuvent être évoqués.

Cependant, comme le montre Gardelle (2017), la diversité des appellations peut également se retrouver au sein d'un seul et même contexte, et même dans un seul et même pays. En effet, dans le domaine de l'éducation en ingénierie en France par exemple, nous nous heurtons au manque d'homogénéité en ce qui concerne l'appellation des compétences non techniques. Les abréviations associées à ces compétences sont SHS, SHES, SHEJS, dépendamment du type de compétences incluses dans le terme. « SHS » signifie en effet Sciences humaines et sociales (ou parfois Sciences de l'homme et de la société). Le « E » vient ajouter les compétences économiques et le « J » les compétences juridiques. Cela va donc dépendre de l'intention de l'école de comprendre ces compétences parmi les *soft skills*. Les compétences humaines, de créativité, l'ouverture d'esprit, l'éthique et beaucoup d'autres compétences molles ont une utilité primordiale dans les professions d'ingénieur, ce que nous essayons de prouver ici. Cependant, pour un cerveau très scientifique, cela est difficile à réaliser. En revanche, le juridique et l'économique sont des domaines dont la compréhension de l'utilité est beaucoup plus évidente pour quelqu'un de pragmatique. Cela pose encore une fois la question du rôle des compétences non techniques dans la formation d'ingénieur et de la nature des compétences manquantes, à laquelle nous répondrons plus bas.

Bien que la définition des *soft skills* soit un peu différente selon le contexte et surtout que les compétences comprises dans ce terme ne soient pas exactement les mêmes, il y a bien sûr des similitudes. Par exemple, le fait que l'idée de compétences nouvelles ou « du futur » soit récurrente montre que c'est un sujet d'avenir, que les capacités demandées de nos jours ne sont plus les mêmes qu'avant comme nous en faisons référence plus haut. Dans cette étude, les

termes employés pour désigner ce type de compétence sera *soft skills* ou compétences non techniques.

1.6.1.2 Catégorisation des compétences

Souvent, la littérature classe les différents types de compétences par catégorie. Lemaître (2003) cité par Gardelle (2017) et Sonntag, Lemaître, Fraysse, Becerril, et Oget (2008) utilise une classification par modèles pour expliquer les différentes visions des compétences non techniques par les milieux académiques proposant des formations d'ingénieur. L'auteur classe alors la conception des compétences non techniques dans les formations d'ingénieur dans trois catégories différentes selon l'activité sociale. Ces catégories sont le modèle du développement personnel, rassemblant les compétences reliées à la personne, le modèle des sciences humaines pour l'ingénieur, se concentrant plutôt sur l'efficacité de la personne dans son cadre et enfin le modèle des humanités, plutôt lié à la culture. En général, les écoles s'appuient sur l'un de ces modèles, tout en puisant des enseignements venant des autres modèles. Les pays d'Europe du Nord seraient parmi les seuls à opter pour le modèle de développement personnel. Cette étude se concentrant sur les pays d'Europe, elle indique que les autres pays du continent ont tendance à négliger ce modèle, au grand regret des entreprises (Benguerna, 2011; Gardelle & Gil, 2015). En France, ce serait plutôt un modèle hybride qui prédomine : le modèle des humanités et celui des sciences humaines pour l'ingénieur, comprenant la culture (art, littérature) et la gestion (Chouteau, Escudie, Forest, & Nguyen, 2015). Les écoles prétendent alors dispenser aux étudiants des compétences non techniques, oubliant cependant toutes celles liées aux compétences personnelles, pourtant de plus en plus identifiées comme indispensables.

La plupart du temps, le fait de créer des catégories offre la possibilité de rester généraliste et de pouvoir s'adapter aux différents contextes. En effet, il est naturellement plus difficile d'être généraliste lorsqu'il s'agit de dresser une liste de compétences ou de créer une définition du terme. Cela implique souvent l'apparition du contexte dans lequel le terme est employé. En revanche, les catégories permettent de ne pas rentrer dans le détail de la compétence et ainsi d'éviter de se concentrer sur le contexte. Ici, nous travaillons exclusivement dans le contexte

de l'ingénierie. Cependant, nous cherchons à comprendre le terme de *soft skills* dans son ensemble pour pouvoir ensuite nous concentrer sur les compétences utiles en ingénierie.

Cimatti (2016) explique de manière relativement complète le terme, les concepts qui l'entourent et leur application rapprochant les définitions de plusieurs auteurs. Son étude permet d'avoir une vue large des différentes manières de catégoriser les compétences. Une première manière de catégoriser les compétences serait de différencier celles qui s'apparentent à **la technique**, de celles qui sont plutôt **personnelles** et de celles qui sont **interpersonnelles**. Goleman (1995); Robles (2012); Schulz (2008); Paul et Cowe Falls (2015), Andersson et Logofatu (2018) adoptent le même type de catégorisation à quelques détails près concernant surtout les termes employés (tableau 1.10).

Tableau 1.10 Synthèse des catégories similaires de classement des compétences non techniques

Auteur et date de l'étude	Catégorie de compétences personnelles	Catégorie de compétences interpersonnelles	Autre
Cimatti (2016)	Orienté vers soi/intrapsychique	Orienté vers les autres/interpersonnel	
Goleman (1995)	Intrapersonnel	Interpersonnel	
Robles (2012)	Attributs personnels	Compétences interpersonnelles	
Schulz (2008)	Qualités personnelles	Compétences interpersonnelles	Compétences additionnelles
Paul et Cowe Falls (2015)	Soi-même	Les autres	
Andersson et Logofatu (2018)	Compétences personnelles	Compétences sociales	Compétences méthodologiques

Cimatti évoque la définition des *soft skills* de Kingsley (2015), différenciant toujours l'intra de l'interpersonnel en ajoutant cette fois-ci les concepts de conscience et d'action ; séparant les deux premières catégories en deux pour créer alors quatre catégories : **les compétences intrapersonnelles de conscience** (conscience de soi), **les compétences intrapersonnelles d'action** (gestion de soi), **les compétences interpersonnelles de conscience** (conscience sociale) et les **compétences interpersonnelles d'action** (gestion des relations). Cimatti

propose également une autre approche tirée de l'étude de Guglielmi (2015) : le « *knowing-why* » (ou « savoir pourquoi »), apporté grâce à la réflexivité, la compréhension et la conscience de soi, le « *knowing-what, when, where* » (« savoir quoi, quand, où ») apporté par la proactivité et le « *knowing how* » (savoir comment) apporté par la réactivité.

Le tableau ci-dessus montre qu'il arrive souvent dans la littérature que les compétences non techniques soient résumées en compétences sociales et personnelles, reliées donc à l'humain et ses relations. Ces compétences sont loin d'être les seules compétences non techniques nécessaires en ingénierie. Cependant, elles sont souvent indiquées comme étant le plus fréquemment manquantes. Autrement dit, parmi les compétences non techniques, ce sont celles qui sont le plus souvent négligées dans les formations d'ingénieur alors qu'elles sont de plus en plus exigées par les employeurs et les organismes d'accréditation.

D'autres types de catégorisation prenant en compte tout type de compétence existent également. Elles permettent de voir celles-ci d'un regard différent, ne différenciant pas directement les compétences techniques des non techniques, mais donnant une place importante aux deux.

L'étude de Cimatti (2016) par exemple évoque une distinction entre « **compétences d'entrepreneuriat** » et « **compétences technologiques** ». Les premières seraient essentiellement reliées au leadership, à la gestion des risques et des changements ainsi qu'à l'innovation. Elles seraient apparentées aux *soft skills* tandis que les « compétences technologiques » seraient apparentées aux *hard skills* qui permettent d'effectuer des tâches spécifiques. Une catégorisation plus précise serait de distinguer les **compétences politiques, éthiques, stratégiques, organisationnelles**, de **management** et de **technologie**, dont seulement les deux dernières dépendraient des compétences techniques (*hard skills*). Papineau (2018) utilise ce type de qualification un peu plus précis, incluant les catégories suivantes : **conceptuelles, politiques, techniques et humaines**. Boubaker (2017), dans ses travaux sur les compétences relationnelles des gestionnaires de projet au sein des entreprises québécoises, codifie les compétences managériales de manière similaire, à l'exception des

compétences conceptuelles. Finalement, à l'issue de son étude, il choisit une différente classification pour lister uniquement les compétences relationnelles incontournables chez les chefs de projet qu'il regroupe en cinq piliers : **les compétences personnelles et interpersonnelles, les compétences communicationnelles, l'esprit d'entreprendre, les compétences cognitives et la synergie**. Cinque (2016) réalise également une catégorisation relativement précise : elle sépare les **compétences fondamentales**, les **compétences sociales**, les **compétences conceptuelles** (reliées à l'organisation et la méthodologie), **les compétences et attributs personnels**, celles **reliées à l'entreprise** et celles **reliées à la communauté**.

Papineau (2018) définit une compétence comme étant une combinaison de **savoir**, de **savoir-faire et de savoir-être**. Le premier s'apparentant aux **connaissances**, le deuxième aux **habiletés** et le dernier aux comportements **et/ou qualités personnelles**. Gauvin et Laforge (2006) retiennent également cette définition en y ajoutant toutefois la catégorie du « **savoir dire** ». Dans cette classification, les *soft skills* utiles dans un contexte d'ingénieurs pourraient se retrouver dans deux des catégories : savoir-être et savoir-faire, mais elles sont le plus souvent seulement identifiées comme des savoir-être. Cette catégorisation peut alors être utile pour classer les sous-compétences enseignées aux étudiants pour les amener vers une acquisition de la compétence principale. Ce sera le cas dans la présente étude.

Le nombre de catégories de compétences créées ou reprises par chaque auteur dépend aussi du contexte et, de ce fait, de ce que veut mettre en valeur l'étude ou ce sur quoi elle se concentre. En effet, n'importe quel sujet peut se diviser en plusieurs catégories et il y a un nombre infini de combinaisons possibles de catégorisation d'un terme, dépendamment de ce sur quoi l'on veut mettre l'accent. Aucun de ces classements ne peut donc être jugé sur sa valeur : il n'y a pas de « bon » ou de « mauvais » classement, ils dépendent tous de la manière dont on veut décrire le terme. En ce qui nous concerne, le classement de Cleary, Flynn, et Thomasson (2006), cité par Robles (2012) fait partie de ceux qui semblent le mieux classer l'ensemble des compétences non techniques qui nous intéressent à savoir :

- **compétences fondamentales** : techniques, connaissance d'une tâche, habiletés pratiques;

- **compétences conceptuelles/ de pensée** : planification, collecte et organisation de l'information, résolution de problèmes,
- **compétences entrepreneuriales** : innovation et entreprise,
- **compétences communautaires** : connaissance civique et citoyenne,
- **compétences reliées aux autres** : qualités interpersonnelles comme la communication et le travail en équipe,
- **compétences personnelles** : attributs tels que la responsabilité, les ressources, la confiance en soi.

Cette catégorisation a plusieurs avantages dans le cadre de cette étude. Premièrement, elle sépare les compétences en six parties dont une regroupe toutes les compétences techniques, ce qui implique que les compétences non techniques sont séparées en cinq catégories. Le sujet de cette étude étant les compétences non techniques, il est intéressant de pouvoir les différencier entre elles avec suffisamment de catégories. Le second intérêt de cette classification est qu'elle est idéale pour classer les compétences non techniques que nous avons identifiées dans la littérature comme nécessaires dans le contexte de l'ingénierie. Elles sont facilement identifiables à chacune de ces catégories. Il manquerait seulement, selon l'analyse des compétences non techniques de la présente étude, une catégorie concernant la culture. Robles (2012) suggère que les quatre premières catégories ne rentrent pas dans la définition de *soft skills*, ce qui est contredit par la plupart des études sur lesquelles se base cette revue de littérature. Dans le contexte de l'étude de Robles, il est alors envisageable que le terme de *soft skills* ne soit pas directement traduisible par le terme « compétences non techniques » mais serait inclus dans celui-ci. Les compétences non techniques correspondraient donc bien aux cinq dernières catégories, alors que les *soft skills* concerneraient seulement les deux dernières (compétences liées aux autres et les compétences personnelles). Penzenstadler, Haller, Schlosser, et Frenzel (2009) utilisent également ce terme de manière plus réduite : il définirait en effet seulement les compétences reliées à la communication et à la relation aux autres ou serait la traduction sociologique de l'intelligence émotionnelle.

Il a été constaté qu'il est très fréquent de trouver chez un même auteur, divers types de catégorisations, d'une part et, d'autre part, certaines incohérences et désaccords entre les auteurs, comme par exemple le fait que la compétence de communication soit une catégorie à part pour Boubaker (2017) alors que dans la plupart des études elle s'intègre dans les compétences interpersonnelles. Le fait de réunir les catégories « personnel » et « interpersonnel » alors qu'en général elles sont bien différenciées montre l'importance du contexte, du point de vue de l'auteur. Cela montre aussi, encore une fois, la complexité des compétences et le manque d'un cadre commun précis autour des différentes compétences et des *soft skills* comme par exemple une définition universelle du terme. Similairement à la remarque concernant la catégorisation de Boubaker, Cinque (2016) classe « interpersonnel » dans la catégorie « compétences sociales » alors que, dans la plupart des travaux, « interpersonnel » est une catégorie en soi et non une compétence.

Marando (2012) compare les *soft et hard skills* grâce aux types de mots employés. Les compétences techniques sont souvent décrites par des noms, car elles sont souvent liées à des résultats ou des livrables. Par exemple dans la gestion de projet, ce qui découlerait des compétences techniques serait le budget, l'analyse de la variance, la planification et la gestion des risques. Les compétences non techniques sont quant à elles plus régulièrement décrites par des verbes (influencer, gérer, régler des conflits, communiquer), car ils reflètent l'action. Si l'on reprend la différenciation par type de savoir, cela signifie que les savoir-faire et savoir-être sont plutôt identifiables par des verbes alors que les savoirs s'apparentent à des noms.

1.6.1.3 Identification des compétences non techniques liées à cette recherche

Dans la présente étude, l'intérêt porte sur les compétences dont un ingénieur a besoin et dont les études prouvent une certaine lacune chez les jeunes diplômés. Comme évoqué précédemment, le terme *soft skills* n'a pas de définition unique. La liste de compétences référencées par ce terme peut aussi varier. Tout comme la définition du terme, elle est entièrement dépendante du contexte. La formation ingénieure prépare à de nombreuses professions qui naturellement, ne nécessitent pas toutes exactement les mêmes compétences

non techniques ou du moins elles ne les nécessitent pas toutes à la même intensité. Cette affirmation est vraie lorsque l'on considère deux formations d'ingénieur différentes (par exemple la construction et l'informatique), mais elle l'est également dans un même programme, selon la profession que l'étudiant choisira. Cette différence est cependant relativement petite et la plupart du temps non significative. En effet, les compétences non techniques manquantes en ingénierie évoquées dans la littérature, peu importe le programme, sont souvent récurrentes. La différence est faible et réside plutôt dans l'ordre d'importance de ces compétences et l'ordre d'importance donné par les étudiants, les professeurs et les acteurs de l'éducation en général. À titre d'exemple, Ahmed, Capretz, et Campbell (2012) ont étudié l'importance des compétences non techniques en informatique en comparant différentes professions. D'après les résultats, la compétence de communication serait requise à 90% chez un analyste de systèmes, un designer et un programmeur alors qu'elle serait nécessaire à 80% chez un testeur de logiciel. La différence la plus marquée concerne les compétences interpersonnelles : un analyste et un testeur n'auraient en moyenne besoin de celles-ci qu'à 25% environ alors qu'un programmeur les nécessiterait à 65% et un designer à 90%. Ces différences sont la conséquence de la diversité des missions à effectuer selon la profession. Dans tous les cas, ces compétences sont nécessaires, même si l'échelle est différente. Ici, les compétences non techniques retenues seront celles qui ressortent avec les fréquences les plus élevées dans la littérature, sans considérer les différences de formation/ programmes, considérées comme non significatives pour le cadre de cette étude.

Nous constatons que les différences de besoins en compétences non techniques sont relativement négligeables selon les domaines et les professions de l'ingénierie. Malgré cela, les limites trop floues imposées par les diverses définitions et par les organismes d'accréditation impliquent un libre arbitre au niveau des formations d'ingénieur quant aux choix de la nature des compétences non techniques à intégrer. Cela implique que les disciplines enseignées au titre de « compétences non techniques » peuvent grandement différer selon les établissements. Gardelle (2017) évoque la sociologie, la psychologie, la gestion, le droit, l'histoire, les langues vivantes, la communication, le sport, le génie industriel et les stages comme domaines intégrés dans les compétences non techniques par les écoles d'ingénieur.

Ceux-ci sont donc très nombreux et divers. Une école traduisant le terme de compétences non techniques par l'offre de langues vivantes, génie industriel et d'histoire créera des ingénieurs complètement différents de celle offrant des cours de sociologie, psychologie et communication. Pourtant, ces deux exemples d'école prétendent offrir des cours non techniques. Ici, le terme de « compétences non techniques » sera interprété selon la littérature et l'analyse des compétences manquantes chez les jeunes diplômés en ingénierie proposée par celle-ci.

Les lacunes en compétences non techniques se caractérisent par le déséquilibre entre les exigences de la profession et les capacités du travailleur. De nombreux auteurs ont étudié plus particulièrement quelles sont ces compétences. Les compétences manquantes sont souvent pointées du doigt par les recruteurs. Voici quelques exemples mettant en lumière les compétences non techniques manquantes chez les jeunes diplômés :

- 1) Todd et al. (1993) ont démontré que les employeurs sont souvent déçus par la faiblesse des jeunes diplômés en compétences non techniques. Les points qui ressortent le plus souvent sont l'arrogance technique (« ce qui est scientifique a plus de valeur »), l'incompréhension des processus, le manque de créativité, le manque de flexibilité, la motivation à exécuter seulement des tâches analytiques, le manque de prise en compte d'un projet dans sa globalité, la perception réduite sur ce qu'est la discipline d'ingénieur en général, le manque de communication, le manque de capacités de travail en équipe.
- 2) Ruiz (2015) a identifié les compétences essentielles exigées par les employeurs lorsqu'ils engagent de nouvelles recrues. Les compétences identifiées comme importantes mais rares sont la pensée critique, la résolution de problèmes ainsi que la communication écrite. Les compétences techniques sont classées dans les compétences « moins essentielles et peu rares ». La créativité serait, d'après l'auteur, rare, mais moins essentielle. Finalement, la communication orale, l'organisation, le travail d'équipe et la capacité à travailler avec des personnes de milieux différents seraient des compétences essentielles, mais fréquentes chez les candidats.

Ce type d'analyse a été réalisé de nombreuses fois dans la littérature, mais n'a pas nécessairement mené à des listes de compétences non techniques essentielles identiques. Les tableaux 1.11 et 1.12 présentent la liste des compétences non techniques recensées dans la littérature et la fréquence de leur apparition. L'annexe I présente le détail des fréquences d'apparition d'une compétence dans la littérature.

Tableau 1.11 Les compétences non techniques classées par catégories et récurrences

Catégories de compétences	Compétences	Récurrences dans la littérature
Interpersonnelles	Capacité à communiquer/Présentation orale/Capacités écrites/Écoute active	20
	Capacité de travail en équipe /Collaboration	13
	Gestion des conflits/Résolution des conflits	7
	Capacité à négocier	6
	Conscience sociale/Apporter de l'importance à la diversité et à l'inclusion/Connaissance de la nature humaine/User de finesse sur le plan social /Capacité à travailler avec des personnes de différents milieux	6
	Sociabilité	5
	Gestion des relations	4
	Empathie/Aider les autres	3
	Savoir vivre et bonnes manières	2
	Compétence à enseigner/ Mentorier/ Entraîner	2
	Réseautage	1
	Compréhension des impacts	1
Intrapersonnelles	Capacité d'adaptation/Flexibilité/Savoir-faire aux défis/Apprentissage rapide	8
	Motivation personnelle	7
	Confiance en soi	4
	Gestion de soi/du stress/Régulation des émotions/Acceptation des critiques constructives	4
	Connaissance de soi	3
	Attitude positive	2
	Engagement actif	1
	Indépendance	1
	Capacité à reconnaître les changements	1
	Résilience	1
	Patience	1

Tableau 1.12 Les compétences non techniques classées par catégories et récurrences (suite)

Catégories de compétences	Compétences	Récurrences dans la littérature
Leadership	Capacité à déléguer le travail	8
	Prise de décision	6
	Capacité à influencer	4
	Prise d'initiative	3
	Capacité à motiver les autres	1
	Capacité à diriger	1
	Capacité à défier le statu quo	1
Déontologie et équité	Éthique au travail	6
	Responsabilité	4
	Intégrité/ Honnêteté/Être quelqu'un de confiance/Capacité à être consciencieux	4
	Professionnalisme	3
Compétences entrepreneuriales	Créativité/ Innovation	9
	Gestion de projet	1
	Gestion d'affaires	1
Compétences conceptuelles, de pensée	Gestion de problèmes/Résolution de problèmes/Capacité à faire face à des situations difficiles	9
	Capacité à être organisé	5
	Pensée structurée et critique	4
	Gestion du temps/Productivité	4
	Pensée globale	1
	Prioriser	1
	Pensée stratégique	1
Compétences communautaires	Culture générale	1
	Conscience culturelle	1

Les compétences ont été rangées par catégories et par ordre décroissant de fréquence d'apparition dans la littérature. Les catégories s'inspirent majoritairement de celles de Robles (2012). Le tableau 1.13 regroupe, pour sa part, les compétences présentes dans au moins trois articles scientifiques.

Tableau 1.13 Les compétences non techniques les plus récurrentes
dans la littérature par ordre décroissant

Compétences non techniques de la littérature	Fréquence d'apparition	Ordre
Capacité à communiquer	20	1
Capacité de travail en équipe	13	2
Gestion de problèmes	9	3
Créativité/Innovation	9	3
Capacité d'adaptation	8	4
Leadership et capacité à déléguer le travail	8	4
Gestion des conflits	7	5
Motivation personnelle	7	5
Prise de décision	7	5
Capacité à négocier	6	6
Conscience sociale	6	6
Éthique au travail	6	6
Sociabilité	5	7
Capacité à être organisé	5	7
Gestion des relations	4	8
Confiance en soi	4	8
Gestion de soi	4	8
Influencer	4	8
Responsabilité	4	8
Intégrité/Honnêteté	4	8
Pensée structurée et critique	4	8
Gestion du temps	4	8
Empathie	3	9
Connaissance de soi	3	9
Professionnalisme	3	9
Prise d'initiative	3	9

1.6.2 L'enseignement des compétences non techniques

Les compétences non techniques peuvent s'enseigner grâce à plusieurs méthodes pédagogiques différentes, certaines sont plus innovantes, d'autres plus classiques. Cependant, les méthodes pédagogiques employées pour enseigner des compétences techniques ne peuvent être employées tel quel pour les compétences non techniques, n'ayant pas les mêmes besoins en termes d'apprentissage. Cette partie a pour but de réunir les techniques les plus efficaces évoquées dans la littérature.

1.6.2.1 Particularités liées aux *soft skills*

Dès le début de cette étude, nous insistions sur le fait que les compétences non techniques sont problématiques lorsqu'il s'agit d'apprentissage. En effet, au contraire des compétences techniques, celles-ci nécessitent une méthodologie d'apprentissage particulière. Elles se caractérisent en partie par leur difficulté à être quantifiées et par leur intangibilité (Bronson, 2007). Comme nous l'avons évoqué, les compétences non techniques peuvent être catégorisées par des savoir-être, mais elles comportent des sous-compétences catégorisées comme des savoirs et des savoir-faire. Ce type de catégorisation de sous-compétences est pratique dans le cas des compétences non techniques puisqu'il est facilement identifiable par rapport aux niveaux d'apprentissage de la compétence :

- **connaissance/savoir** : compréhension d'une compétence, de quoi elle est caractérisée, à quoi elle sert, et tout ce qui peut être associé à celle-ci;
- **savoir-faire** : utilisation d'outils ou de pratiques associés à la compétence;
- **savoir-être** : acquisition finale de la compétence. Un savoir-être ne peut pas être enseigné, il doit être développé par l'étudiant. Les apprentissages associés à la compétence (savoir et savoir-faire) sont ceux qui vont permettre à l'étudiant de s'entraîner pour acquérir le savoir-être. Des éléments sont alors donnés à l'étudiant pour l'aider dans le développement du savoir-être.

Pour apprendre à être un bon orateur par exemple, le savoir correspond à la connaissance de différents concepts liés à la prise de parole, savoir ce qui fait un bon orateur. Le savoir-faire est l'application de méthodes et outils rhétoriques et enfin le savoir-être correspond au comportement final de l'étudiant lorsqu'il a appliqué tous les outils et qu'il les intègre naturellement dans la manière de s'exprimer.

Kumar et Hsiao (2007) traduisent ces étapes par l'étude, l'entraînement et l'expérience. En effet, une connaissance s'étudie, un savoir-faire s'entraîne et un savoir-être s'expérimente. Si l'enseignant ne réunit pas tous les facteurs nécessaires à l'apprentissage d'une compétence, celle-ci risque de ne pas être développée correctement. Par exemple, si l'on souhaite enseigner un savoir-être en prenant seulement en compte les sous-compétences de savoir le composant, la compétence ne pourra jamais être développée entièrement. L'étudiant aura alors seulement conscience de l'existence de ce savoir-être et en connaîtra les bases, mais il ne sera pas capable de l'appliquer. Ce phénomène est évoqué par Gardelle (2017) lorsqu'il détaille l'enseignement des compétences de développement personnel. Il précise qu'au-delà de transmettre des techniques de communication, d'expression ou d'analyse des comportements (savoir-faire), l'enseignement doit aussi permettre à l'étudiant « de mieux se connaître, de se renforcer psychologiquement et de se situer par rapport aux autres ». Khamisani, Siddiqui, et Bawany (2006) ajoutent que certains savoir-être ne sont même pas sujets à être enseignés dans un cours, comme le professionnalisme par exemple. Ils doivent nécessairement être acquis grâce à une expérience en entreprise, d'où l'importance des stages pendant la formation ou des liens directs entre l'industrie et le milieu académique pour que les étudiants apprennent à travailler pour un client.

Crosbie (2005), dans son étude centrée sur les *soft skills* et leur apprentissage, insiste sur le fait que les compétences personnelles, interpersonnelles et le leadership sont des capacités qui prennent du temps à s'acquérir. Bélisle et Tardif (2013) ajoutent que l'apprentissage doit être durable et continu, mais également être pourvu d'un cadre dû au caractère évolutif et contextualisé des compétences. En ce sens, il est important d'avoir une méthodologie d'apprentissage adaptée, prenant en compte tous ces facteurs. L'étude donne des

recommandations à ce propos et commence par le fait que plus l'apprenant est impliqué, plus l'apprentissage est efficace. Il l'est d'autant plus lorsqu'il s'agit d'avoir un impact sur le comportement de l'étudiant et non seulement sur son savoir. L'entraînement est également un élément important lors d'un apprentissage, mais faut-il encore arriver à motiver l'étudiant pour l'inciter à s'entraîner.

L'importance de l'implication de l'étudiant dans son apprentissage est également appuyée dans l'étude de Crosbie. Cette idée revient en effet souvent dans la littérature, faisant partie du concept d'apprentissage dynamique. L'étude de Cimatti (2016) rajoute que le développement des compétences non techniques nécessite de l'engagement, de l'implication et l'habitation. Cinque (2016) insiste quant à elle sur la nécessité d'associer l'apprentissage des compétences non techniques à une intention, une action, une conscience, une constructivité et de le réaliser grâce à des moyens sociaux qui incluent des activités d'intention réciproque, d'action et de réflexion. Sonntag et al. (2008) indiquent une valorisation des méthodes actives dans la pédagogie en ingénierie (par projet, problème, simulation). D'après cette étude, les raisons pour lesquelles la pédagogie active est tant prônée aujourd'hui sont les suivantes :

- elle aide à l'adaptation professionnelle des étudiants, se concentrant sur les compétences;
- elle change le rapport au savoir des étudiants et permet de les motiver grâce au plaisir qu'elle suscite (ils deviennent acteurs, producteurs et non seulement récepteurs);
- elle apporte un changement dans les représentations de la science qu'ont les étudiants, les activités professionnelles et l'organisation sociale;
- elle apporte des améliorations techniques dans l'enseignement.

La méthode d'apprentissage elle-même serait donc un moyen d'enseigner aux étudiants une nouvelle manière de voir l'ingénierie et de ce fait apporterait une cohérence importante avec le contenu des matières non techniques. La manière d'enseigner et le contenu d'enseignement seraient donc directement liés.

1.6.2.2 L'apprentissage

Crosbie (2005) compare l'apprentissage de compétences non techniques à la formation à la conduite. Cela nécessite tous les types d'apprentissage : auditif, visuel et kinesthésique (apprendre en faisant). Ce dernier doit se faire dans un environnement adapté à des débutants. Pour la conduite, cela correspondrait au départ à un parc de stationnement vide. Concernant les compétences non techniques, cela implique une mise en situation pour imiter la réalité tout en sachant qu'une erreur n'aura pas de conséquences graves, comme dans le cas de la conduite et du parc de stationnement. Le but de la formation à la conduite est d'emmener l'étudiant vers une maîtrise suffisante de la conduite pour passer l'examen. Dans le cas où l'étudiant obtient son permis, cela ne signifie pas que sa maîtrise est parfaite. Il va en effet continuer de la perfectionner avec l'expérience future. Cela est valable également dans le cas des compétences non techniques. Elles sont en amélioration constante lorsqu'elles sont mises à l'épreuve dans les situations professionnelles ou personnelles. La formation permet alors d'avoir des bases et d'avancer la maîtrise du sujet de l'étudiant à un point qui lui permettra ensuite de pouvoir continuer son apprentissage seul, lorsqu'il aura tous les outils.

Maslow, cité par Crosbie (2005), a permis de normaliser l'apprentissage en nommant les étapes psychologiques par lesquelles passent l'apprenti : inconsciemment incompetent, consciemment incompetent, consciemment compétent et inconsciemment compétent. Lors de la première étape, l'apprentissage n'a pas encore commencé : l'individu sait ce qu'il maîtrise, mais il ne sait pas ce qu'il ne maîtrise pas. Lors de la seconde étape, il a pris conscience qu'il existait un élément qu'il ne maîtrisait pas. Lors de la troisième étape, l'individu arrive à maîtriser le sujet seulement lorsqu'il est concentré sur celui-ci et sur rien d'autre : la compétence n'est pas encore naturelle. C'est la phase à laquelle le conducteur est laissé lorsque son permis de conduire lui est attribué. Il doit ensuite faire son propre chemin et expérimenter seul pour arriver à la quatrième étape de maîtrise complète de la compétence : la maîtrise naturelle qui semble facile, sans effort. La troisième étape est donc également celle à laquelle doit être laissé l'étudiant dans son apprentissage non technique lorsqu'il obtient son diplôme.

L'étude de Penzenstadler et al. (2009) montre quant à elle l'apprentissage du point de vue du « *building block model* » ou « modèle des blocs de construction ». Celui-ci permet de considérer les apprentissages dans le temps, au cours d'une vie (depuis la naissance). Cela fonctionne particulièrement bien avec les compétences non techniques puisque nous les développons depuis notre enfance à travers notre développement personnel et notre identité, puis plus tard grâce à notre expérience. Tout au long de la vie, nous ne cessons de développer ce type de compétences dont le temps est d'ailleurs un des alliés principaux. Le modèle des blocs de construction indique que de 0 à 3 ans, nous créons notre identité ce qui sera par la suite irréversible, puis de 3 à 15 ans, notre empreinte socioculturelle prend le dessus (ce qui est également peu modifiable par la suite). Ces deux périodes forment la personnalité. Elles sont ensuite suivies par la professionnalité composée de deux éléments également : l'expérience professionnelle et l'entraînement. Tous deux apparaissent après l'âge de 15 ans. Les changements qu'apporte l'expérience professionnelle à nos compétences non techniques s'opèrent sur plusieurs années alors que ceux apportés par l'entraînement sur plusieurs semaines. D'après cette étude, les compétences correspondant à ces différentes périodes ou différents événements ne sont pas les mêmes. Chaque événement correspondrait à une liste de compétences non techniques spécifiques. Cela est cependant contradictoire au raisonnement de la plupart des auteurs de cette revue de littérature qui ont tendance à dire que chaque compétence se développe avec le temps et par plusieurs moyens. Une compétence ne serait donc pas égale à un moyen. De plus, certaines compétences non techniques importantes comme la créativité, la confiance en soi et l'empathie sont classées, d'après Penzenstadler et al., parmi les compétences de personnalité, lesquelles se développeraient avant l'âge de 15 ans et ne seraient pas ou peu réversibles. Or, ce sont des compétences sur lesquelles la littérature insiste pour qu'elles soient enseignées dans les formations d'ingénieur. Le paradoxe est ici très important, car cela pourrait remettre en question tout l'intérêt de la présence de ces compétences dans les formations d'ingénieur, ou plutôt cela change entièrement la manière d'enseigner et le contenu d'apprentissage. L'enseignement adapté à cette théorie serait donc différent : il ne s'agirait pas de développer les compétences non techniques elles-mêmes, mais plutôt d'apprendre à se connaître soi-même et à reconnaître des comportements chez les autres pour être capable de s'adapter. Les compétences acquises avant l'âge de 15 ans étant presque

invariables selon l'étude, la formation ne devrait pas perdre de temps à essayer de les faire varier, mais plutôt à s'assurer que l'étudiant les comprenne, les analyse, les reconnaisse et puisse ainsi s'adapter. Par exemple, les différentes composantes de l'apprentissage de la communication seraient les suivantes :

- 1) **la perception de soi** : Quelle est ma personnalité?
- 2) **l'observation** : Quelle personnalité a l'autre personne et quel est son mode de communication?
- 3) **l'acceptation** : Tout type de personnalité a ses bénéfices et la complémentarité de ceux-ci apporte un avantage certain à un travail de groupe;
- 4) **l'analyse** : Quelle méthode devrais-je utiliser pour m'adresser aux autres personnes selon l'observation que j'ai faite sur leur personnalité et leur mode de communication?

Un apprentissage idéal serait de prendre en compte les deux théories présentées :

- **le modèle des blocs de construction** : la formation doit permettre aux étudiants de se comprendre, de comprendre les autres et de s'adapter;
- **le modèle du savoir, savoir-faire et savoir-être** : chaque compétence non technique est un savoir-être et peut être enseignée grâce aux sous-compétences associées qui sont des savoirs et des savoir-faire. Le savoir-être ne sera ainsi pas entièrement assimilé, mais une base aura été acquise, permettant à l'étudiant de continuer à développer de manière efficace la compétence lors de ses expériences personnelles et professionnelles.

1.6.2.3 Typologie d'apprentissage

Cinque (2016) propose différents types d'enseignement permettant de rassembler tous les facteurs nécessaires à l'apprentissage de compétences non techniques citées dans le paragraphe précédent pour faciliter leur développement :

- l'apprentissage coopératif,
- l'apprentissage basé sur le problème ou sur le projet (« *Problem-/Project Based Learning* »),

- l'apprentissage par l'action,
- l'apprentissage expérimental,
- l'apprentissage réciproque,
- la maîtrise progressive,
- la réflexion critique,
- la recherche active de sens.

A ces derniers, Kumar et Hsiao (2007) ajoutent l'apprentissage par le service.

Les paragraphes qui suivent présentent chaque type d'apprentissage

L'apprentissage coopératif

Il consiste en la création de petits groupes de travail composés d'apprenants cherchant ensemble à atteindre un but commun.(Slavin, 2010)

L'apprentissage basé sur le problème ou sur le projet (« *Problem-/Project based learning* »)

La méthode « Problem Based Learning » (PBL) est évoquée à plusieurs reprises dans la littérature lorsqu'il s'agit de trouver un moyen efficace d'enseigner les compétences non techniques. Elle expose les étudiants, réunis par groupes, à des situations problématiques complexes. Ces derniers n'ont nécessairement pas toutes les compétences dont ils ont besoin pour résoudre ces problèmes (Dalle et al., 2002). Pour Newman (2005), la démarche d'apprentissage doit être préalablement préparée et très structurée par les professeurs pour pouvoir accompagner les étudiants. Celle-ci comporte plusieurs étapes :

- exploration du problème,
- identification des connaissances préalables pertinentes,
- identification des connaissances manquantes,
- en groupe, priorisation des besoins d'apprentissage, fixation des objectifs et objectifs d'apprentissage, affectation des ressources, répartition des tâches,
- recherche individuelle de connaissances,
- retour au groupe pour partager les connaissances,

- application des nouvelles connaissances au problème,
- réflexion sur ce qui a été appris et sur le processus d'apprentissage.

Kumar et Hsiao (2007) ajoutent qu'il est important de donner à l'étudiant le choix de la méthode par laquelle il va passer pour régler un problème. Au contraire, l'apprentissage le plus classique serait de donner la méthode à l'étudiant, qu'il l'apprenne et la reproduise. Cependant, le fait de permettre à l'étudiant de penser par lui-même lui permet d'avoir une compréhension beaucoup plus complète de la méthode. Le PBL est donc reconnu pour son efficacité et pour l'engagement de l'étudiant dans son apprentissage, facteur important évoqué plus tôt dans le paragraphe « particularités d'apprentissage liées aux *soft skills* ». D'après Newman (2005), les compétences suivantes sont développées grâce à la méthode elle-même (tableau 1.14).

Tableau 1.14 Compétences développées par la méthode PBL

Compétences (ordre aléatoire)				
Écoute active	Gestion du stress	Collaboration productive en équipe	Apprendre à apprendre	Compétences interpersonnelles
Résolution de problèmes	Raisonnement critique et créatif	Auto-évaluation	Créativité	Approche holistique
Planification	Gestion du changement	Empathie	Gestion du temps	Apprentissage autonome
Apprentissage continu	Définition de problèmes réels	Compétences de groupe et de leader	Prise de décision	

Ce tableau montre bien l'intérêt d'utilisation de cette méthode d'apprentissage dans le cas des compétences non techniques, puisque la plupart des compétences qu'il comporte sont similaires avec celles de la liste de compétences nécessaires en ingénierie présentée aux tableaux 1.11 et 1.12.

L'apprentissage par l'action

Cette méthode repose sur l'apprentissage « en faisant ». L'idée est donc d'accomplir une tâche en groupe relevant d'une problématique dans une situation réelle, tout en apprenant à travers l'action et la réflexion. Les étudiants doivent cependant rester dans un contexte académique

avec des cours en présentiel également. Cette pédagogie comprend toujours un problème central, un groupe d'étudiants, un animateur, un processus de questionnement et de réflexion ainsi que les engagements à agir et à apprendre de la part des étudiants. Celle-ci permet l'intégration et l'appropriation des différentes formes de savoir (savoir, savoir-faire, savoir-être), la généralisation des savoirs, le transfert des apprentissages et la découverte d'apprentissages résiduels (Ricard, 2001).

L'apprentissage expérimental

Décrit comme la « transformation de l'expérience vécue en savoir personnel » par Coleman (1976) à travers Chevrier et Charbonneau (2000), l'apprentissage expérimental permet à l'étudiant de donner un sens à ce qu'il a vécu tout en produisant ses propres connaissances. Selon Kolb (1984), cité par Chevrier et Charbonneau (2000), l'un des grands auteurs de l'apprentissage expérientiel, ce type d'apprentissage suppose une double relation du savoir et de l'expérience :

- les expériences sont à l'origine du savoir;
- les savoirs sont validés par les expériences.

Kolb décortique le processus d'apprentissage expérientiel en quatre phases :

- 1) la phase d'expérience concrète – l'étudiant est plongé dans la situation d'expérience;
- 2) la phase d'observation réfléchie – l'étudiant tire des conclusions sur ce qu'il a observé;
- 3) la phase de conceptualisation abstraite – l'étudiant généralise à plus d'une situation en élaborant des concepts basés sur ce qu'il a observé ;
- 4) la phase d'expérimentation active – les hypothèses créées lors de la conceptualisation sont validées par l'action.

L'apprentissage réciproque

Cet apprentissage est relativement simple : il implique deux personnes ayant la volonté d'atteindre ensemble un objectif tout en s'aidant mutuellement (Cinque, 2016).

L'apprentissage par la maîtrise

Dans cette méthode, les étudiants sont réunis avec le professeur par séquences pour réaliser des micro-renforcements par unité d'apprentissage ou par entraînements ayant pour but de développer une compétence (Cinque, 2016). Contrairement aux méthodes plus classiques d'apprentissage, celle-ci est personnalisée et non basée sur un certain nombre d'heures. Lorsque l'étudiant a compris et maîtrise le sujet, il peut passer au sujet suivant. Chaque étudiant va à sa vitesse, car l'apprentissage est personnalisé. Un étudiant peut passer au sujet suivant ou faire du renforcement alors qu'un autre sera encore en train de maîtriser le sujet précédent. La méthode est également basée sur l'apprentissage par les pairs : elle couple des étudiants du même niveau (et non forcément du même âge) pour qu'ils s'entraident (Ómarsson, 2014).

La réflexion critique

Cette méthode implique la réalisation de tâches spécifiques de la part des étudiants puis l'analyse de celles-ci en utilisant leurs mécanismes de réflexion et de métacognition (Cinque, 2016).

La recherche active de sens

Comme son nom l'indique, cette méthode d'apprentissage consiste en la recherche permanente d'un sens personnel et social. Ce type d'apprentissage permet d'aider à surmonter les difficultés survenant pendant les études. Pour cela, toute activité et expérience vécue doit être soumise à une analyse de sens.

L'apprentissage par le service

Celui-ci consiste en la réalisation d'un projet au service de la communauté et en collaboration avec celle-ci. Comme le précise l'étude de Kumar et Hsiao (2007), elle donne l'opportunité aux étudiants de travailler sur un projet du « monde réel » qui sera basé sur leur propre conception, contrairement aux situations réelles proposées par d'autres méthodes d'apprentissage. En effet, les autres méthodes ne permettent pas de développer autant de confiance en soi et autres compétences non techniques. Cette méthode n'est pas très populaire

en ingénierie et plutôt utilisée dans d'autres domaines comme des expériences cliniques. Cependant, il serait intéressant de la développer plus puisqu'elle a déjà fait ses preuves ailleurs.

Finalement, ces méthodes pédagogiques ont beaucoup de points communs. Elles sont d'ailleurs, pour la plupart, complémentaires et peuvent être utilisées ensemble. À titre d'exemple, l'apprentissage coopératif se retrouve dans la plupart des autres apprentissages.

Selon Crosbie (2005) plusieurs facteurs sont à considérer dans le cadre d'un apprentissage requérant un changement de comportement :

- animation par un expert (implique une valeur et une logique plus importante de l'information et permet la confiance de l'étudiant),
- conscience du contexte (le contexte dans lequel l'étudiant va devoir appliquer ses connaissances ou utiliser ses nouvelles capacités doit être établi),
- support formel (peut être apporté par des mentors ou une communauté d'apprentissage),
- support informel (peut être apporté par d'autres étudiants, des organisations ou encore dans un milieu informel comme chez soi ou lors d'une activité hors scolaire),
- opportunités d'utilisation de la nouvelle compétence (l'expérience est importante lors de l'apprentissage),
- apprentissage autonome, auto-évaluation (s'intéresser à la littérature sur le sujet traitant de situations de la vraie vie, professionnelle comme personnelle, évaluer ses propres résultats),
- stress (cela pousse l'étudiant à s'impliquer, investir du temps, de l'effort et de l'énergie; de plus, cela met en situation réelle),
- célébration (il est important de célébrer les accomplissements lorsque l'on a effectué un travail difficile, que ce soit de manière formelle ou informelle).

Cette méthodologie a été testée sur six mois et les résultats sont très satisfaisants : les participants ont augmenté en moyenne de 48% leurs compétences en communication, 37% en efficacité personnelle et 33% en confiance en soi. Ces facteurs peuvent être regroupés en 3 facteurs clés plus généraux. Ceux-ci sont présentés dans le tableau 1.15.

Tableau 1.15 Regroupement des facteurs à considérer dans le cadre d'un apprentissage requérant un changement de comportement

Facteurs clés
D'où vient l'information (experts, mentors, communauté, étudiants, organisations)
Dans quel type de situation elle peut être utile
De quelle manière elle est assimilée (type de pédagogie, type d'évaluation, état optimal de l'étudiant (stress), reconnaissance de l'accomplissement)

1.6.2.4 Les cadres d'apprentissage

Pour mettre en place les différents types de pédagogie, celles-ci doivent être associées à un cadre dans lequel elles seront appliquées. Il y a une nécessité évidente de compatibilité entre la pédagogie et le cadre d'apprentissage. De manière générale, le développement de compétences non techniques dans un établissement d'enseignement peut se faire de deux manières, soit lors d'un cours ou en dehors des cours.

Beaucoup de modalités viennent faire varier ces deux possibilités comme le caractère obligatoire, le nombre d'heures de cours, la pédagogie employée et le sujet des cours.

En ce qui concerne les compétences non techniques, ces deux méthodes peuvent être divisées en plusieurs catégories (tableau 1.16).

Tableau 1.16 Les différents cadres d'apprentissage

Lors d'un cours	En dehors des cours
Cours non technique	Clubs/ associations
Cours technique et non technique	Sorties organisées
Cours technique	Stages, apprentissages
	Semestre/session à l'étranger, échanges
	Volontariat
	Sport/ hobbies
	Engagement communautaire

La méthode classique de création d'un cours dédié à l'intégration d'une compétence en particulier ou plusieurs compétences non techniques définies est fréquemment utilisée par les écoles, mais peu évoquée dans la revue de littérature. En effet, ce sont souvent les méthodes

mixtes dédiées au mélange de compétences techniques et non techniques qui sont évoquées. D'après l'étude de Cimatti (2016), l'enseignement concentré sur les compétences non techniques seulement serait obsolète. Cela s'expliquerait par le fait que les compétences non techniques ne sont pas réellement séparables des compétences techniques, car elles sont utilisées ensemble lors de l'exécution d'une tâche. La frontière entre compétences techniques et non techniques serait donc difficilement identifiable. Étant donné que les deux types de compétences sont utilisées ensemble, il paraît donc improbable de vouloir les enseigner séparément (Bonomo, 2015; Cimatti, 2016). L'étude de Rao (2013) intitulée « *Smart leadership blends hard and soft skills* » appuie également cette hypothèse. D'après Andres et Dobrovská (2015), les acteurs de l'éducation devraient faire un travail de démystification des compétences techniques et non techniques et ainsi enlever la barrière que l'on crée naturellement entre les deux. Elles devraient alors pouvoir être enseignées simultanément. D'après les auteurs, la clé pour développer de nouveaux « talents » serait de permettre à différents styles de pensée de coexister (ici, les pensées techniques et non-techniques). Cela permettrait également de pouvoir facilement jongler entre les différents domaines de l'ingénierie.

Une étude réalisée par Khamisani et al. (2006) montre les corrélations des compétences non techniques entre elles. D'après celle-ci, la maîtrise de certaines compétences influencerait la maîtrise d'autres compétences, de même que le fait de ne pas maîtriser certaines compétences influencerait le fait de ne pas maîtriser d'autres compétences. Cependant, ces corrélations ne sont pas les mêmes lors d'une influence positive et lors d'une influence négative. Prenons l'exemple de la compétence « gestion des problèmes ». Elle a un pouvoir influençant fort sur d'autres compétences lorsque sa valeur est positive. Cela signifie que lorsque quelqu'un sait bien gérer des problèmes alors il maîtrisera automatiquement bien une autre compétence, car le développement de l'une aura impliqué le développement de l'autre. En revanche, lorsque la compétence « gestion des problèmes » n'est pas maîtrisée, cela n'a pas d'influence négative sur la compétence qui lui était associée dans le positif. L'étude a en effet catégorisé la gestion des problèmes comme compétence ayant peu d'influence sur les autres lorsqu'elle n'est pas maîtrisée. L'étude crée quatre catégories dans laquelle les compétences sont classées selon leur

influence ou leur manière d’être influencées (tableau 1.17). Ces catégories sont les mêmes lorsque l’influence est positive que lorsqu’elle est négative, cependant les compétences classées dans celles-ci ne font pas nécessairement partie des mêmes catégories.

Tableau 1.17 Catégories de compétences non techniques selon leur influence réciproque

Catégories	Types de compétences
1	Compétences dont l’influence sur d’autres compétences est importante
2	Compétences dont l’influence sur d’autres compétences est faible
3	Compétences fortement influencées par d’autres compétences (dépendantes)
4	Compétences peu influencées par d’autres compétences (indépendantes)

Ici, nous nous intéressons principalement aux compétences ayant une influence positive les unes sur les autres. Le tableau 1.18 présente les résultats de l’étude concernant les influences positives correspondantes.

Tableau 1.18 Classement des compétences non techniques dans les catégories d'influence correspondantes

Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4
Gérer des problèmes Relever des défis Être analytique Être professionnel	Être sociable Être ponctuel	Être sociable Apprendre rapidement Gérer des problèmes Relever des défis Être analytique Travailler en équipe	Être ponctuel

Les termes « programmation informatique », « habitudes de lecture » et « apparence » ont été retirés alors qu’ils font partie de l’étude. Ils n’ont en effet pas été considérés comme pertinents dans le cadre de cette étude puisqu’ils ne font pas partie des compétences non techniques étudiées.

Ces corrélations positives pourraient être d’une grande utilité si elles étaient prises en compte lors de la mise en place de cours non techniques dans les formations d’ingénieur. Cette affirmation sera expliquée grâce à une analogie avec l’agriculture, en prenant l’exemple de la

permaculture. Ce terme regroupe les stratégies de répartition des espèces de plantes dans l'espace en utilisant leur capacité à s'influencer les unes et les autres dans leur développement. Sachant qu'elles peuvent s'entraider dans leur développement mutuel, elles sont plantées les unes à côté des autres pour augmenter ce phénomène. L'idée serait de réaliser la même chose avec les compétences corrélées positivement. Elles pourraient être jumelées et enseignées au sein du même cours pour les faire se développer ensemble. En suivant la logique de corrélation, leur effet positif les unes sur les autres pourraient avoir comme conséquence un développement plus rapide et plus complet.

Les influences négatives des compétences peuvent également être utiles lorsqu'il s'agit de compétences qu'il est presque impossible d'enseigner grâce à des cours comme par exemple le professionnalisme. Celle-ci a été qualifiée par l'étude comme compétence ayant une forte influence sur les autres lorsque sa valeur est basse. Elle a également été classée parmi les compétences fortement influencées par d'autres, toujours lorsque sa valeur est basse. Ceci est intéressant, car ne pouvant avoir une influence positive sur la maîtrise de cette compétence là que grâce à l'expérience (donc les stages), nous pouvons éviter d'avoir une influence négative sur celle-ci. Cela éviterait que les étudiants arrivent en stage avec un malus, car le manque de certaines compétences a pour effet un comportement naturellement peu professionnel. La formation, à défaut de pouvoir agir directement sur l'amélioration du professionnalisme, pourrait agir sur la maîtrise des compétences influant négativement sur celle-ci. Ainsi, les étudiants pourraient éviter d'arriver en stage avec un malus, et seraient libres de développer leur professionnalisme grâce à l'expérience qu'ils vivraient.

Les résultats de l'étude de Khamisani et al. (2006) précédemment présentés sont à utiliser et interpréter avec précaution. Tout d'abord, ils sont issus d'une étude concentrée sur les ingénieurs logiciels ou ingénieurs informatiques, ce qui ne peut donc être totalement applicable à tout type d'ingénieur. Ensuite, ils ont été obtenus grâce à des algorithmes analysant les réponses données par des questionnaires ayant plusieurs ingénieurs logiciels à gérer. Ces corrélations sont donc issues d'avis subjectifs. Ici, nous nous servons de ces résultats principalement pour mettre en évidence l'existence de liens entre les compétences et l'utilité

de cette information lors de la mise en place d'enseignements. Cinque (2016), propose trois catégories de modalités d'apprentissage : les modalités expositives, les modalités guidées et les modalités actives. Celles-ci sont présentées dans le tableau 1.19.

Tableau 1.19 Les modalités d'apprentissage
tiré de Cinque (2015)

Expositives	Guidées	Actives
Cours	Discussion, débat	<i>Brainstorming</i>
Séminaire	Atelier	Jeu de rôle
Conférence	Étude de cas	Jeux d'entreprise
Démonstration	Projet	Visites, voyages
	Simulation	Entraînement extérieur
	Mentorat	<i>Coaching</i>

La plupart des pédagogies évaluées comme étant efficaces selon la littérature nécessitent une participation active de l'étudiant. Comme indiqué plus tôt, les auteurs préconisent un apprentissage conscient et dynamique de l'étudiant lorsqu'il s'agit de compétences non techniques. Les modalités faisant partie de la catégorie « guidée » et « active » semblent alors les plus adaptées pour permettre le développement de compétences non techniques. Les modalités expositives devraient donc idéalement toujours être accompagnées de modalités guidées et/ou actives.

1.6.3 Mise à jour des sujets à enseigner et des méthodes pédagogiques

Comme évoqué plus haut, les sujets à enseigner doivent nécessairement coïncider avec les obligations des organismes d'accréditation lorsque la loi l'exige, dépendamment du pays. Cependant, ceux-ci insistent généralement sur des compétences plutôt que sur des sujets. Le choix des types de cours est alors laissé relativement libre à l'établissement de formation. Les programmes et le type de pédagogie employé doivent cependant être adéquats par rapport au reste du monde, à l'évolution de la profession, de la société et des améliorations en matière de

connaissance de l'humain et son fonctionnement. Le meilleur moyen pour s'informer et s'adapter à ces changements est de suivre l'évolution de la recherche. Pour cette raison, la présence d'un laboratoire de recherche non technique est d'une grande importance dans les écoles d'ingénieur. Evidemment, la recherche technique est indispensable également, mais n'a pas la même finalité : elle aide à trouver des solutions techniques. La recherche non technique en revanche permet de connaître quels thèmes sociaux/personnels/éthiques il est important d'aborder dans une formation d'ingénieur, quels sont les besoins de l'industrie aujourd'hui, qu'est-ce que les formations d'ingénieur du reste du monde enseignent, existe-t-il d'autres compétences essentielles que celles exigées par l'organisme d'accréditation ? L'aide apportée par la recherche non technique ne s'arrête pas là : elle permet également de connaître les méthodes de pédagogie les plus efficaces et la manière de les mettre en place.

Les changements et les besoins extérieurs sont également mesurables grâce à d'autres moyens comme les sondages auprès des anciens étudiants, ceux auprès des employeurs ou de l'industrie en général. En France, le Comité d'études sur les formations d'ingénieur sert de « centre de ressources » grâce à ses missions d'observation, de documentation, d'étude prospective et de comparaison internationale en ce qui concerne l'emploi et la formation. Il existe aussi des revues qui permettent de résumer les nouveautés apportées par la recherche comme le journal européen de l'éducation en ingénierie publié par la Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs (SEFI). L'IGIP en est l'équivalent allemand (« *Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogie* » ou communauté internationale pour la pédagogie en ingénierie) (Sonntag et al., 2008). Il existe aussi des rassemblements tels que les colloques comme « Questions de pédagogie dans l'enseignement » en France ou encore ceux organisés par le CEEA/ACEG (Canadian Engineering Education Association – Association Canadienne de l'Enseignement en Génie) au Canada.

Pour avoir un système efficace, il est indispensable d'avoir plusieurs moyens de mesure des besoins, car ils n'apportent pas tous le même type d'information. En effet, les sondages permettent de mesurer quelles sont les compétences manquantes dans la formation et quels en sont les points forts alors que la recherche permet d'ajouter la notion du « comment » grâce

aux méthodes pédagogiques. Les établissements proposant des formations d'ingénieur ont donc tout intérêt à faire de la place au non technique dans les centres de recherche, que ce soit des laboratoires en science de l'éducation ou en SHS (Sciences de l'homme et de la Société ou Sciences Humaines et Sociales).

1.6.4 La vérification/validation des compétences

De manière générale, l'évaluation des compétences est un sujet sensible et la recherche tente de trouver des solutions pour un meilleur système de validation des compétences. Les enseignants sont de plus en plus encouragés à changer leurs méthodes pour éviter la sensation de jugement. L'étudiant devrait pouvoir se situer dans l'apprentissage d'une compétence grâce à l'évaluation et non se comparer avec les autres ou se dévaloriser. Pour cela, nous revenons encore une fois au fait que l'étudiant doit être acteur de son apprentissage. L'étude de Cimatti (2016) fait la différenciation entre l'évaluation pour l'enseignement (comparé au procédé) et l'évaluation pour l'apprentissage (comparé au produit). L'idéal d'après cette étude est que l'évaluation soit le produit en soi : elle serait un outil permettant à l'étudiant de réguler son processus d'apprentissage. Certains établissements ont essayé de supprimer l'évaluation dans certains cours, mais la pression de l'obtention du diplôme et des évaluations dans les autres cours pousse les étudiants à l'absentéisme lorsqu'ils ne ressentent pas l'obligation d'être présents (Offroy, 2015).

L'acquisition des compétences non techniques est plus complexe à évaluer que celle des compétences techniques. Cela est lié au fait qu'elle soit plus lente et plus expérimentale. Robles (2012) insiste sur le fait que le calcul de retour sur investissement et la mesure de l'efficacité des compétences non techniques est particulièrement difficile à réaliser. Pour cette raison d'ailleurs, beaucoup de programmes d'entreprise se montrent réticents au sujet de ce type de formation.

Finalement, la validation des compétences est un sujet encore en pleine étude et en pleine expérimentation aujourd'hui dans le domaine de l'éducation. Elle est souvent remise en

question et les chercheurs n'ont pour le moment pas trouvé de consensus sur une méthode en particulier qui serait efficace et sans inconvénient.

CHAPITRE 2

METHODOLOGIE

2.1 Approche méthodologique

L'objectif de ce projet de recherche est d'identifier et classer les pratiques d'intégration des compétences non techniques dans les programmes d'ingénieur, dans le but de développer un modèle d'apprentissage de ces compétences pour les écoles de génie.

Cette étude se concentre sur deux questions : le « quoi » et le « comment ». En effet, le « quoi » permet de savoir quelles compétences non techniques sont intégrées dans les programmes d'ingénieur aujourd'hui dans les écoles sélectionnées (niveau baccalauréat). Le « comment », qui est la partie principale de cette recherche, permettra quant à lui de connaître précisément les méthodes d'intégration de celles-ci.

Aujourd'hui, la revue de littérature est suffisamment complète dans le domaine pour nous permettre d'avoir une liste de compétences non techniques essentielles chez les ingénieurs. Cela nous permet d'utiliser une méthode quantitative pour répondre à la question du « quoi ». Nous pourrions ainsi savoir, parmi les compétences répertoriées, lesquelles sont intégrées dans le panel d'écoles choisi. En revanche, la question du « comment » est beaucoup moins traitée dans la littérature. De ce fait, la cueillette d'informations sur les pratiques d'intégration des compétences non techniques dans les écoles de notre échantillon utilisera une méthodologie mixte de recherche. Premièrement, il est utile de créer un modèle général d'intégration des compétences non techniques afin de vérifier, parmi les méthodes connues, lesquelles sont exercées, dans quelles écoles et dans quels pays. En d'autres termes, il est observé ici à quel niveau ces compétences sont intégrées et dans quelle envergure. Cela permet d'avoir une vue globale et de créer un repère avant d'entrer dans une dimension qualitative beaucoup moins cadrée et allant chercher plus en profondeur. Ce repère est créé sur une base simple. Entre autres, les sujets abordés quantitativement sont la présence ou non de cours uniquement tournés vers les compétences non techniques ; leur caractère obligatoire et la présence ou non de

compétences non techniques au sein des cours techniques. Cette phase est réalisée grâce à une méthodologie quantitative. Elle sert à dégrossir l'information, à éliminer certaines écoles ne répondant pas aux attentes, mais aussi et surtout, à orienter la phase suivante qui elle, sera qualitative. Cette seconde phase concerne la partie du « comment » à laquelle la revue de littérature ne donne pas accès. Nous recherchons ici à connaître le détail des pratiques exercées dans les écoles choisies. Cela sous-entend d'approfondir les données déjà récoltées au niveau du questionnaire quantitatif et d'en identifier de nouvelles concernant certaines pratiques particulières non connues. Il est donc nécessaire ici d'utiliser la méthode qualitative pour permettre aux répondants de fournir toutes les informations qui peuvent être utiles à la présente recherche.

Les écoles comprises dans le panel initial ne font pas toutes parties du panel final. La sélection est réalisée à plusieurs niveaux. Dans un premier temps, certaines écoles sont exclues par sélection naturelle pour cause de refus de participation ou d'absence de réponse. Dans un deuxième temps, ce sont les écoles ne répondant pas aux critères minimums d'intégration des compétences non techniques requis qui sont retirées du panel. Enfin, certaines écoles restent parmi le panel d'écoles interrogées et leurs réponses seront prises en compte, cependant elles ne participent pas à la seconde phase concernant l'approfondissement des données. Cette dernière sélection sera faite en fonction des réponses au questionnaire quantitatif. En effet, si les réponses obtenues montrent que l'école utilise les méthodes classiques d'enseignement des compétences non techniques, sans particularité nécessitant des précisions, elle ne sera pas interrogée en second lieu.

2.2 Echantillonnage

Idéalement, la population ciblée pour une telle étude aurait été l'ensemble des écoles d'ingénieur dans le monde, intégrant les compétences non techniques dans leurs programmes de niveau baccalauréat. Or, le projet de recherche devant se dérouler sur une année ne nous permet pas d'étudier toute la population. Un échantillon plus restreint a donc été utilisé pour les fins de la recherche.

La méthode de sélection retenue est premièrement l'échantillonnage intentionnel. Certaines écoles et certains pays ont été identifiés en amont par la littérature. Le Canada et le Québec ont été traités séparément pour l'étude. La figure 2.1 présente les pays sélectionnés pour l'étude⁹.

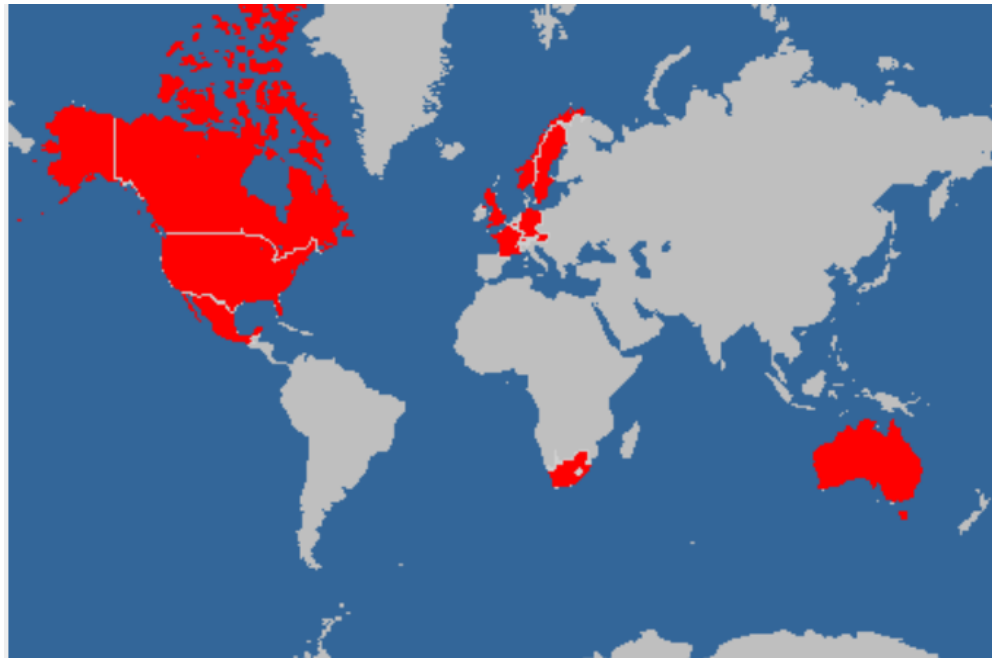


Figure 2.1 Carte du monde montrant les pays sélectionnés pour l'étude

Par la suite, la méthode de sélection a été adaptée aux différents pays selon le nombre d'écoles proposant une formation d'ingénieur au niveau du baccalauréat. En ce qui concerne les pays dans lesquels le nombre d'écoles était faible, elles ont toutes été analysées à partir de leur site internet officiel respectif. Ceci a permis d'identifier celles qui semblaient intégrer des compétences non techniques dans leurs programmes. Ces dernières ont alors été retenues pour l'étude. Les écoles ne communiquant pas de la même manière sur leur site internet, les informations n'ont pu être recueillies avec une méthode précise. Il était même peu probable de trouver le même type d'informations. En conséquence, le critère de sélection retenu est la

⁹ Création de la carte : <https://douwe.com>

présence de cours dont au moins un parmi les mots clés suivants est évoqué : *leadership*, *soft skills*, sciences humaines, sciences sociales, communication, travail d'équipe, humanités, ressources humaines, management, pratique professionnelle, résolution de problèmes ou des éléments liés avec ces mots clés. Pour les pays dans lesquels le nombre d'écoles proposant un programme d'ingénieur était supérieur à 20, un nouvel échantillonnage a dû être réalisé. Pour ce faire, le classement des meilleures écoles d'ingénieur a été utilisé. Celui-ci a permis d'avoir un ordre de sélection des écoles. Le critère valorisé pour la sélection des écoles de cette liste était la performance pédagogique des écoles. Une par une, les écoles ont été analysées pour savoir si elles intégraient des compétences non techniques. Par pays, environ une dizaine d'écoles comportant ce critère ont été sélectionnées. Lorsque ce chiffre était atteint, la recherche d'écoles dans ce pays était clôturée. Cela implique donc que les écoles présentes dans le classement n'ont pas toutes été évaluées, quel que soit la taille de l'échantillonnage du classement.

Le tableau 2.1 répertorie le nombre total d'écoles sélectionnées par pays, rassemblant les pays dans lesquels le nombre d'écoles proposant des formations d'ingénieur est supérieur à 20 et ceux dans lesquels le nombre d'écoles est faible. Se référer à l'annexe II pour connaître l'identité des écoles sélectionnées et des écoles participantes. Au total, 71 écoles ont été contactées.

Tableau 2.1 Nombre d'écoles sélectionnées dans le panel initial pour chaque pays

FR	USA	CA	QC	UK	DE	BE
12	11	10	7	7	6	4
ZA	AUS	CH	SE	AT	NO	MX
4	3	2	2	1	1	1

Cette étude est exploratoire. Le but premier de celle-ci n'est donc pas d'obtenir une tendance, mais de répertorier le plus possible de pratiques pertinentes d'intégration des compétences non techniques dans les écoles de génie. Ceci permettra de connaître ce qui est fait dans le monde et s'en inspirer lors de la création d'un modèle de développement des compétences non

techniques pour l'ÉTS et, plus généralement, pour les écoles d'ingénieur. Ainsi, la taille de l'échantillonnage est intéressante pour récolter le plus d'informations possible, pour autant elle ne peut discréditer les résultats de l'étude. Le nombre d'écoles faisant parti de l'étude n'est donc pas un indicateur de validité, car le but n'est pas de généraliser, mais de répertorier des méthodes.

2.3 Profil des écoles participantes

Les écoles participantes ont été sélectionnées à partir de deux critères. Dans un premier temps, elles devaient toutes posséder un programme diplômant des ingénieurs. Selon les pays, l'intitulé est différent, le nombre d'années d'études aussi. A titre d'exemple, les établissements académiques québécois nomment les programmes diplômants en ingénierie le « baccalauréat en génie » comprenant un minimum de 3 années d'études. La plupart des pays anglophones choisissent l'intitulé « *undergraduate programs in engineering* », avec un nombre d'années d'études égal à celui du Québec. Pour ces pays, la grande majorité des établissements diplômants sont des universités. En revanche, les institutions françaises diplômantes en ingénierie sont appelées les « grandes écoles d'ingénieur » ou « écoles supérieures d'ingénierie ». Ce ne sont par conséquent pas des universités mais des écoles. Le diplôme délivré est un « bac+5 », ce qui signifie que l'étudiant a réalisé cinq ans d'études après sa sortie de l'école secondaire (lycée). Ces cinq années comprennent soit deux ans dans une école préparatoire puis trois ans dans une école d'ingénieur, soit cinq ans dans une école d'ingénieur avec préparation intégrée. Ce niveau d'études correspond techniquement à un niveau de « maîtrise » ou « *postgraduate* » dans les pays cités précédemment, ce qui représente le niveau académique au-dessus, non pris en compte dans l'étude. Cependant, dans la mesure où tout ingénieur diplômé en France est passé par l'étape préparatoire et ne peut être diplômé en tant qu'ingénieur sans avoir fait les 5 ans en entier, l'étude prend en compte les pratiques d'intégration des compétences sur les deux premières années ainsi que celles réalisées au cours des trois suivantes.

Le deuxième critère de sélection concerne la présence d'un système, quel qu'il soit, permettant l'intégration des compétences non techniques. Ce critère étant plus difficile à évaluer, il intervient seulement après avoir fait un tri prenant en compte uniquement le premier critère.

2.4 Outils

2.4.1 Questionnaire

Comme évoqué précédemment, l'étude des méthodes existantes d'intégration des compétences non techniques dans les programmes d'ingénierie a été réalisée en plusieurs étapes. Une grande partie de l'information recherchée est qualitative, car nous cherchons à prendre connaissance et à comprendre de nouvelles méthodes de développement de ces compétences. Un premier travail d'épuration s'est donc avéré nécessaire pour réduire le panel d'écoles afin d'interroger seulement celles ayant des informations pertinentes à apporter à l'étude. De plus, cela a permis d'orienter les questions et de voir l'envergure de l'intégration des compétences transversales dans les programmes d'ingénierie, ainsi que d'identifier à quel niveau elles sont intégrées (dans les cours non techniques, dans les cours techniques, dans les associations, etc.). Un premier questionnaire a donc été réalisé sur la base de questions générales. L'information recherchée à travers ce questionnaire concerne les points suivants :

- la présence ou non d'un département dédié uniquement aux compétences non techniques,
- la présence ou non de cours dédiés aux compétences non techniques,
- l'intégration de compétences non techniques dans l'enceinte des cours techniques,
- la nature des compétences non techniques enseignées,
- le caractère obligatoire des cours permettant le développement des compétences non techniques disponibles dans le programme,
- la présence ou non d'un laboratoire de recherche dédié aux compétences non techniques,
- l'obligation de réaliser un stage,
- la présence ou non d'associations étudiantes (clubs), leur caractère obligatoire, leur nature (si elles sont reliées ou non à l'ingénierie),

- la présence ou non d'autres moyens d'intégration des compétences non techniques non mentionnés.

Le questionnaire est fourni en intégralité dans l'annexe III.

2.4.2 Entretien

Après avoir eu un premier aperçu des méthodes d'enseignement des compétences non techniques dans les différentes écoles participantes, il est nécessaire d'ajouter une partie qualitative afin de recueillir une information plus fine. L'entretien a plusieurs objectifs. Premièrement, il permet d'approfondir les informations collectées grâce au questionnaire. En effet, les catégories créées par les informations quantitatives ne permettent pas de mettre en évidence les différences entre les méthodes. Deux écoles peuvent par exemple avoir un département dédié aux compétences non techniques, mais avec un fonctionnement complètement différent, un choix de cours plus ou moins étendu et plus ou moins de flexibilité de choix par les étudiants. Le questionnaire étant limité en temps de réponse et en complexité de l'information demandée, il ne pouvait couvrir l'intégralité du problème. Un des autres objectifs de l'entretien est de réduire les doutes sur la compréhension du questionnaire et par conséquent la justesse des réponses apportées. La dernière question du questionnaire porte sur les méthodes d'intégration des compétences non techniques non mentionnées par le questionnaire. Celle-ci a pour but d'orienter une grande partie de l'entretien concernant des pratiques innovantes. Ici, le caractère qualitatif de l'entretien est indispensable, car l'information recherchée est nouvelle et nécessite une description, des explications claires et des précisions selon la pertinence de la pratique pour notre recherche. Une fois les informations recueillies par le questionnaire, vérifiées et complétées, les questions soulevées par l'entretien portent sur des informations non évoquées précédemment comme par exemple l'organisme d'accréditation, les moyens de vérification d'acquisition des compétences, la formation des enseignants ou encore les césures (pause dans le cursus, décidée par l'étudiant pour se concentrer sur un projet personnel le temps d'une période scolaire).

L'entretien sera mené de manière structurée, afin de mener le répondant à donner directement les informations sur le domaine désiré.

La sélection des écoles pour la phase 2 est faite selon certains critères, auxquels correspond un barème de notation. Chaque école accumule des points par rapport à ces critères, et est invitée à participer à la phase 2 lorsque le total des points est supérieur à 10. Les critères et le barème sont disponibles dans le tableau 2.2 (l'ordre n'est pas représentatif de l'importance de chaque critère).

Tableau 2.2 Critères et barème de sélection pour la phase 2

	Critères	Barème	
1	Nombre de compétences non techniques intégrées dans les écoles d'ingénieur	0 Moins de 10 Entre 10 et 15 Entre 16 et 20	0 point 1 point 2 points 3 points
2	Pourcentage cours/ crédits dédiés aux cours non techniques sur le nombre total	0% Moins de 10% Entre 10% et 15% Entre 16% et 20% Plus de 20%	0 point 1 point 2 points 3 points 4 points
3	Nombre de cours consacrés à l'enseignement de compétences non techniques	0 Moins de 10 Entre 10 et 15 Entre 16 et 20 Plus de 20	0 point 1 point 2 points 3 points 4 points
4	Intégration de compétences non techniques au sein des cours techniques	Non Oui	0 point 1 point
5	Cours consacrés au mélange de compétences techniques et non techniques	Non Oui	0 point 2 points
6	Autres méthodes d'intégration des compétences non techniques	Aucun 1 ou 2 Plus de 2	0 point 1 point 2 points
7	Originalité des méthodes appliquées	Non Oui	0 point 2 points

Dans le but d'avoir une vision globale et une diversité des méthodes d'intégration des compétences non techniques, nous souhaitons avoir au moins un entretien avec une école par pays. Dans les pays dans lesquels seule une école a participé à la phase 1, cette dernière sera donc automatiquement sélectionnée pour participer à la phase 2, peu importe le total des points accumulés grâce aux critères ci-dessus. Lorsque plus d'une école par pays a le nombre de

points suffisant pour passer à la phase 2, la sélection entre ceux-ci se fait par intuition. La présélection se fait donc en fonction du nombre de points alors que la sélection finale est une réduction à école par pays basée sur l'intuition.

Le but de la notation n'est pas d'apporter un jugement ni ne prétend être représentatif de la qualité de la formation. Celle-ci permet seulement la sélection des écoles participantes à la phase 2, en ciblant selon les critères choisis dans l'intérêt de l'étude.

Les questions posées lors des entretiens sont présentes en intégralité dans l'annexe IV.

2.5 Préparation de l'enquête

2.5.1 Étape 1 : élaboration du questionnaire

Avant d'élaborer le questionnaire, deux rencontres ont été organisées avec une école française d'ingénierie : l'Université de technologie de Compiègne (UTC), où les compétences non techniques occupent une place assez importante. Ces deux rencontres avaient plusieurs buts. Le premier était d'évaluer le domaine de l'étude et les enjeux de la problématique. Cela a permis entre autres de recadrer le sujet et de donner une idée plus précise de l'ampleur du projet. Ces rencontres, réalisées sous forme d'entrevue ont aussi, en grande partie, servi de premier retour sur la pertinence des questions posées et ont ainsi permis l'élaboration de la première version du questionnaire en août 2019, qui est le premier outil de cette étude. A noter que les réponses aux questions n'ont été utilisées qu'aux fins citées précédemment et ne sont donc aucunement utilisées comme résultat de l'étude, ni ne seront évoquées.

2.5.2 Étape 2 : validation

La validation du questionnaire a été réalisée en interne grâce à un panel de validation composé de plusieurs non experts et un expert, à qui il a été demandé de répondre au questionnaire en donnant les informations sur l'ÉTS. Cette phase s'est étendue environ sur un mois, en septembre 2019. Le tableau 2.3 présente la composition du panel de validation.

Tableau 2.3 Identité du panel de validation

Position dans l'école	Raison de la présence dans le comité	Expertise
Doctorante sur le sujet de l'intégration des compétences non techniques dans les écoles de génie	Connaissances du domaine et de la problématique	Non experte
Coordonnatrice des affaires départementales en construction	Personne externe au projet, mais concernée par l'évaluation des programmes	Non experte
Coordonnatrice des affaires départementales en mécanique	Personne externe au projet, mais concernée par l'évaluation des programmes et provenant d'un département différent	Non experte
Maître d'enseignement en sciences sociales	Personne externe au projet, connaissances approfondies du sujet de recherche ainsi que des instruments de mesure	Expert en mesure évaluation (PhD), élaboration et validation d'instruments de mesure

La présence de personnes externes au projet et aptes à répondre aux questions dans le comité est utile pour plusieurs raisons. Premièrement, cela permet de clarifier les questions étant donné que les réponses sont connues et de les reformuler lorsqu'elles ne semblent pas bien comprises par les intervenants. De mauvaises réponses fréquentes permettent également d'identifier que la position de la personne interrogée dans l'école ne lui permet pas de répondre aux questions par manque de connaissance du domaine interrogé. Cela a pour avantage de rendre la recherche des contacts en aval de cette étape plus efficace.

L'expert permet quant à lui de vérifier l'efficacité du questionnaire : sa longueur, la pertinence des questions, sa clarté, sa forme et le type de questions.

Enfin, entre les deux se trouve une personne non experte, mais quasiment interne au projet dont l'avis permet surtout de palier aux oublis, et de vérifier le contenu des questions. Le fait que cette personne soit au courant de l'objectif précis du questionnaire lui permet de recadrer, si besoin, pour que les informations récoltées soient celles qui nous sont nécessaires pour la suite des travaux.

2.5.3 Étape 3 : sélection des participants

Dans chacune des écoles sélectionnées, un intermédiaire est nécessaire pour répondre aux questions. Le choix de cette personne s'est fait en fonction du poste qu'elle occupe dans l'université. La personne adéquate devait avoir une bonne connaissance des programmes de l'université, particulièrement au niveau des compétences non techniques, ainsi qu'une connaissance générale du fonctionnement de l'école et de ses pratiques. Les postes différant d'une école et d'un pays à l'autre, la recherche de ces interlocuteurs a nécessité plusieurs étapes. Premièrement, lorsque le site internet le permettait, les contacts des personnes d'un des postes suivants étaient retenus : responsable du département dédié aux compétences non techniques, responsable pédagogique au niveau du baccalauréat ou premier cycle, responsable de la formation premier cycle, conseiller/conseillère pédagogique, responsable de la scolarité, doyen/doyenne des études d'un département d'ingénierie (avec priorité au génie civil), coordinateur/coordinatrice. Dans le cas où aucune de ces informations étaient disponibles, un appel à la réception de l'école a été fait dans le but d'être redirigé vers une de ces personnes.

Un premier contact a été pris avec tous les interlocuteurs potentiels trouvés dans le but de vérifier si la personne était bien placée pour répondre. Dans le cas contraire, un contact alternatif présumé en meilleure position pour l'étude était demandé.

Les mois d'août et de septembre 2019 ont été nécessaires pour l'achèvement de cette phase.

2.5.4 Étape 4 : collecte des données

La collecte des données s'est réalisée par courriel. Le questionnaire mis en forme grâce à Google Form a été envoyé sous forme de lien aux participants potentiels. Une fois les données récoltées et analysées, la phase deux a été lancée et les écoles sélectionnées ont été invitées par courriel à participer à une entrevue téléphonique, en ligne ou physique, selon leur localisation et leur volonté. La collecte des données, du premier contact jusqu'au dernier entretien passé, s'est déroulé sur une période d'environ 5 mois, de début octobre 2019 à fin février 2020.

2.6 Considérations éthiques

Conformément aux règles d'éthique de l'ÉTS, toute étude impliquant la participation de tierces personnes doit faire l'objet d'une validation du comité d'éthique. Ainsi, le questionnaire, les questions d'entrevue de la phase 2, le sujet ainsi que la démarche de traitement des données de l'étude ont obtenu l'approbation du comité d'éthique de l'ÉTS le 9 septembre 2019.

2.7 Limites de la recherche

Les limites de la présente étude se trouvent principalement au niveau de la validité des données recueillies. En effet, si les répondants au questionnaire ne sont pas suffisamment bien informés sur le sujet, il y a un risque qu'ils fournissent de fausses informations. L'entrevue qui a lieu en aval des réponses au questionnaire permet de lever cette zone de doute au niveau des écoles interrogées, cependant toutes ne passent pas l'entrevue. En outre, les données récoltées lors de cette dernière sont qualitatives. Il y a ici encore un risque d'incompréhension qui est amplifié par le fait que certaines des entrevues ont été menées dans une langue étrangère à la personne menant la discussion.

CHAPITRE 3

RÉSULTATS

3.1 Questionnaire (phase 1)

Le nombre d'écoles sélectionnées pour participer à l'entretien était de 71 dans 14 pays. Cela correspond à 10% du nombre total d'écoles proposant une formation d'ingénieur niveau baccalauréat dans ces pays-là (tableau 3.1).

Tableau 3.1 Nombre d'écoles sélectionnées par pays par rapport au nombre d'écoles total

	Nombre d'écoles sélectionnées	Nombre de réponses au questionnaire	Total des écoles existantes	% d'écoles sélectionnées	% de réponses au questionnaire
France	12	7	154	8%	5%
USA	11	1	360	3%	0%
Canada	10	2	29	34%	7%
Québec	7	3	12	58%	25%
UK	7	0	12	58%	0%
Allemagne	6	1	17	35%	6%
Belgique	4	4	18	22%	22%
Afrique du Sud	4	0	4	100%	0%
Australie	3	1	50	6%	2%
Suisse	2	1	12	17%	8%
Suède	2	1	4	50%	25%
Autriche	1	0	6	17%	0%
Norvège	1	0	3	33%	0%
Mexique	1	1	60	2%	2%
	71	22	741	10%	3%

3.2 Entretien (phase 2)

Comme décidé lors de l'élaboration de la méthodologie, une sélection a été faite parmi les écoles participantes à la phase 1. Un établissement par pays au minimum devait être retenu. En Allemagne, Australie, Suisse, Suède et au Mexique, n'ayant qu'une seule école participante, 100% des écoles ont été sélectionnées pour participer à la phase 2. Pour tous les autres pays, la sélection a été faite selon les critères prévus de lors de l'étape 3 (sélection des participants). Cependant, le critère 3 (« Nombre de cours consacrés à l'enseignement de compétences non techniques ») a dû être adapté. Certaines écoles ont en effet, lors de la réponse au questionnaire, mal interprété le terme de « compétences non techniques ». Dans la présente étude, ce terme est employé pour définir seulement une partie des compétences non techniques. Les matières telles que l'économie, les langues, la philosophie et l'histoire de la technologie, bien que leur utilité ne soit pas mise en question, ne font pas partie du cadre de cette étude. Or, parmi les informations collectées, ces matières reviennent parfois lors de la question concernant la nature des cours non techniques enseignés. Un critère additionnel « malus » a donc été rajouté, enlevant 2 points aux écoles ayant principalement cité ces matières dans les cours non techniques. Nous rappelons que les points attribués aux écoles ne représentent pas un jugement de la qualité de la formation proposée par l'école, mais ciblent les écoles les plus avancées en ce qui concerne les critères choisis pour l'intérêt de la présente étude (l'intégration des compétences non techniques, en particulier celles faisant partie de la liste réalisée plus haut grâce à la littérature).

Aucun établissement parmi ceux qui ont été sélectionné dans les quatre pays suivants n'a souhaité participer à l'étude : l'Angleterre, l'Afrique du sud, l'Autriche et la Norvège. L'étude s'étend donc finalement sur 10 pays et non 14. Parmi les 71 écoles sélectionnées, 29 ont montré un intérêt pour l'étude et 22 ont finalement répondu au questionnaire, ce qui correspond à 31% du nombre d'établissements choisis (tableau 3.2).

Tableau 3.2 Détail du nombre d'écoles sélectionnées et participantes à chaque phase de l'étude

	FR	USA	CA	QC	UK	DE	BE	ZA
Écoles sélectionnées	12	11	10	7	7	6	4	4
Contact établi	8	2	4	3	1	3	4	0
Participation au questionnaire	7 58%	1 9%	2 20%	3 43%	0 0%	1 17%	4 100%	0 0%
Sélectionnées pour l'entretien	2	0	1	1	0	1	1	0
Participation à l'entretien	1	0	0	1	0	1	1	0
	AUS	CH	SE	AT	NO	MX	TOTAL	
Écoles sélectionnées	3	2	2	1	1	1	71	
Contact établi	1	1	1	0	0	1	29	
Participation au questionnaire	1 33%	1 50%	1 50%	0 0%	0 0%	1 100%	22 31%	
Sélectionnées pour l'entretien	1	1	1	0	0	1	10	
Participation à l'entretien	0	1	1	0	0	0	6	

Les résultats obtenus par l'intermédiaire du questionnaire et de l'entrevue sont énoncés dans les paragraphes suivants. Ils ne seront pas nécessairement différenciés selon le moyen de récolte d'information utilisé (questionnaire/entrevue), mais plutôt selon le type d'information.

3.3 Nature des compétences non techniques intégrées dans les formations d'ingénieur

La première partie du questionnaire prévoyait une liste de compétences parmi laquelle les répondants pouvaient sélectionner les compétences que leur établissement intègre dans leurs programmes. A travers cette question, nous cherchions à savoir quelles compétences sont les plus couramment intégrées dans les écoles et donc indirectement lesquelles sont vues comme les plus essentielles.

Le fait d'avoir une liste de compétences permet de pouvoir comparer plus facilement les réponses des différentes écoles en amont, de recadrer les participants en s'assurant qu'ils aient bien compris le type de compétences définies par le terme « compétences non techniques » emprunté dans cette étude. Une fois avoir vu cette liste et sélectionné les compétences que leur école intégrait, ils pouvaient aussi ajouter des compétences non présentes dans la liste. Cette question concernant la nature des compétences non techniques intégrées était présente à trois reprises dans le questionnaire, insérées dans trois catégories différentes :

- département de Sciences Humaines,
- cours non techniques (*soft skills*) (*sans département*),
- intégration des *soft skills* au sein des cours techniques.

(Voir l'annexe III, Tableau-A III-4,-8,-11)

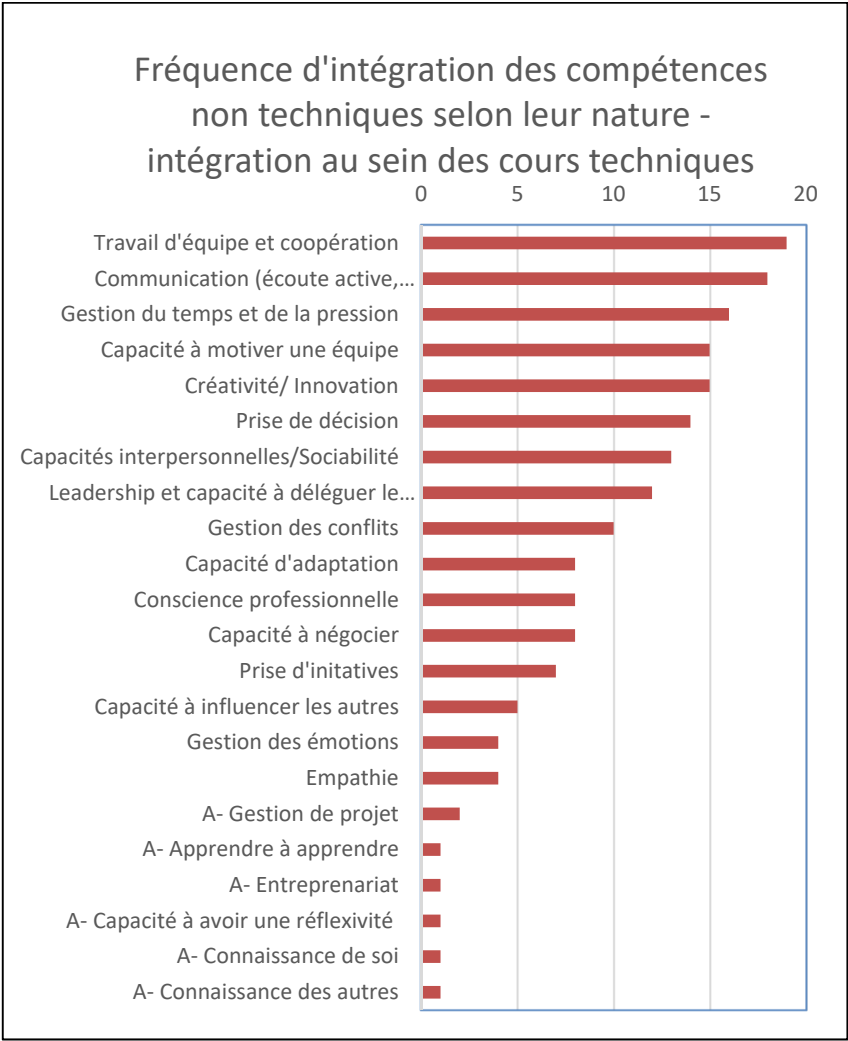
Les réponses concernant les catégories « département de sciences humaines » et « cours non techniques (sans département) » ont été fusionnées pour créer une catégorie « compétences intégrées dans les cours techniques ». Il a été possible de les regrouper, car aucun répondant n'avait accès aux deux catégories, aucune réponse n'a donc pu être comptabilisée deux fois. En effet, soit une école propose des cours non techniques au sein d'un département consacré aux compétences non techniques, soit elle propose des cours non techniques sans présence d'un département, soit elle n'en propose pas. Il est peu probable qu'une école possédant un département dédié propose des cours non techniques en dehors de l'enceinte de celui-ci. De ce fait, en répondant positif à la question « votre établissement possède-t-il un département spécifique aux compétences non techniques ? », le participant n'avait pas accès à la catégorie de cours non techniques hors département et réciproquement.

Les tableaux 3.3 et 3.4 présentent les résultats obtenus à l'aide du questionnaire concernant la nature des compétences non techniques principales intégrées dans les programmes des formations d'ingénieur, respectivement dans les cours non techniques et dans les cours techniques.

Tableau 3.3 Fréquence d'intégration des compétences non techniques selon leur nature - cours non techniques



Tableau 3.4 Fréquence d'intégration des compétences non techniques selon leur nature - intégration au sein des cours techniques



Les compétences précédées d'un « A » sont celles qui ont été rajoutées par les répondants. Elles correspondent à la case « autres ». Ces compétences n'apparaissent donc pas parmi les compétences proposées puisqu'elles ont été rajoutées individuellement par certaines écoles, ce qui explique qu'elles aient seulement été sélectionnées par un ou deux participants.

La liste de compétences non techniques proposée aux participants et visible sur les graphiques ci-dessus a par ailleurs été créée à partir des informations trouvées lors d'une première recherche réalisée au début de la revue de littérature. Or, une recherche plus approfondie de la littérature sur le sujet, tout au long du projet de recherche, nous a permis d'ajuster la liste des

compétences non techniques présentes. Le tableau 1.13 vu précédemment présente la version finale de la liste des compétences non techniques évoquées par la littérature.

A titre d'exemple, les compétences « capacité à motiver une équipe » et « prise d'initiative » font partie de celles n'ayant pas été présentes de façon significative dans l'ensemble de la revue de littérature. Toutefois, selon les tableaux 3.3 et 3.4, elles font tout de même partie des compétences les plus souvent intégrées par les écoles (plus de la moitié des établissements interrogés les intègrent dans leurs programmes). Ces dernières seront donc conservées dans cette étude malgré leur faible présence dans la littérature.

Parmi les compétences n'ayant initialement pas été évoquées dans la première revue de littérature, mais s'étant finalement avérées importantes par la suite, nous retrouvons la gestion de problèmes, la motivation personnelle, la pensée structurée et critique ainsi que la connaissance de soi. L'étude ayant déjà été effectuée auprès des différentes écoles, nous ne pouvions rajouter ces compétences à la liste initiale. Elles font cependant partie des compétences non techniques importantes qu'il serait utile d'intégrer dans les formations d'ingénieur et autres formations techniques.

Comme le montrent les deux graphiques ci-dessus, les fréquences d'intégration des compétences dans les programmes des écoles interrogées sont un peu différentes lorsqu'elles sont intégrées dans les cours techniques que lorsqu'elles sont enseignées dans un cours dédié aux compétences non techniques. Les participants ont ajouté moins de compétences dans la catégorie « autres » concernant l'intégration au sein des cours techniques, c'est pourquoi le tableau 3.3 compte moins de compétences en ordonnée. Les trois compétences les plus fréquentes sont les mêmes sur les deux graphiques :

- le travail d'équipe et la coopération,
- la communication (écoute active, communication orale, écrite, graphique et présentation),
- la gestion du temps et de la pression.

Les capacités ci-dessous suivent, avec une fréquence entre 5 et 15, environ égale dans les deux graphiques, bien qu'elles ne soient pas tout à fait dans le même ordre :

- la prise de décision,
- la créativité/l'innovation,
- les capacités interpersonnelles/sociabilité,
- le leadership et la capacité à déléguer le travail,
- la gestion des conflits,
- la capacité d'adaptation,
- la capacité à négocier,
- la prise d'initiative.

La conscience professionnelle semble être plus souvent enseignée dans des cours spécifiques que dans les cours techniques (fréquence de 14 contre 8) ainsi que l'empathie (7 contre 4). Au contraire, la capacité à motiver une équipe semble être une compétence plutôt intégrée dans les cours techniques et un peu moins dans les cours spécifiques (fréquence de 15 contre 11).

Les compétences suivantes sont assez peu intégrées dans les cours techniques comme non techniques avec une fréquence entre 1 et 5 :

- la gestion des émotions,
- la capacité à influencer les autres.

Parmi les compétences rajoutées par les participants, « apprendre à apprendre » et « capacité à avoir une réflexivité » ont été cités deux fois dans les cours non techniques. De même, la gestion de projet a été citée deux fois dans les cours techniques.

Le tableau 3.5 présente la synthèse des compétences non techniques intégrées dans les établissements interrogés (dans les cours techniques comme non techniques) selon leur fréquence (compétences les plus souvent intégrées/compétences souvent intégrées/compétences peu intégrées).

Tableau 3.5 Synthèse de la fréquence d'intégration des compétences non techniques dans les formations ingénieures

Compétences les plus souvent intégrées dans les cours non techniques comme techniques	Compétences souvent intégrées dans les cours non techniques comme techniques	Compétences peu intégrées dans les cours non techniques comme techniques
Le travail d'équipe et la coopération	La prise de décision	La gestion des émotions
La communication (écoute active, communication orale, écrite, graphique et présentation)	La créativité/innovation	La capacité à influencer les autres
La gestion du temps et de la pression	Les capacités interpersonnelles/sociabilité	
	Le leadership et la capacité à déléguer le travail	
	La gestion des conflits	
	La capacité d'adaptation	
	La capacité à négocier	
	La prise d'initiative	

3.4 Moyens d'intégration des compétences non techniques

Cette section concerne le second objectif de la recherche à savoir « Comment les établissements intègrent-ils les compétences non techniques dans leurs programmes ? », autrement dit, quelles sont les méthodes d'intégration des compétences non techniques dans les formations d'ingénieur ?

3.4.1 Cadre administratif

Les écoles ont toutes été interrogées au moyen d'un questionnaire sur la présence ou non de l'enseignement des compétences non techniques, question à laquelle elles ont toutes répondu positivement puisque c'était un des critères de présélection. Il leur a été demandé de préciser dans quel cadre ces compétences étaient intégrées. En effet, deux solutions principales s'offrent dans un contexte académique : l'intégration des compétences non techniques dans

l'enceinte des cours techniques ou la création de cours spécialisés dans le développement de ces compétences. Il arrive qu'un département entier soit consacré aux cours non techniques au niveau de l'administration. Cette information a été vérifiée auprès des écoles interrogées. Le tableau 3.6 reprend les résultats obtenus sur ces points grâce au questionnaire.

Tableau 3.6 Écoles avec présence de cours non techniques dans un département spécialisé

Type d'écoles	Nombre d'écoles de ce type	Pourcentage par rapport au nombre d'écoles interrogées
Écoles avec présence de cours non techniques dans un département spécialisé	11	50%
Écoles avec présence de cours non techniques sans département spécialisé	9	41%
Total des écoles avec cours non techniques	20	91%
Écoles avec intégration des <i>soft skills</i> dans les cours techniques	20	91%
Total des écoles	22	100%

Parmi les écoles interrogées, la moitié possèdent un département spécialisé non technique. À noter que parmi celles-ci, 64% sont françaises, ce qui représente la totalité des écoles françaises interrogées. Celles-ci auraient tendance à opter pour un moyen d'intégration des compétences ancré dans leur système, ce qui pourrait s'expliquer par le fonctionnement éducatif historique du pays expliqué dans la revue de littérature. Quarante-et-un pourcent (41%) des écoles interrogées n'ont pas de département spécialisé, mais offrent des cours non techniques non supervisés par une entité académique définie. Vingt (20) écoles parmi les 22 interrogées ont par ailleurs indiqué qu'elles intègrent les compétences non techniques dans les cours techniques. Les écoles disposent donc d'au moins un des deux moyens d'intégration des compétences, ce qui était attendu puisque la présence d'un système d'intégration des compétences non techniques était un critère de présélection comme précisé plus haut.

Le tableau 3.7 permet de but de vérifier si la présence d'un encadrement administratif consacré aux cours non techniques a une influence sur le niveau d'intégration des compétences non techniques dans les formations d'ingénieur.

Tableau 3.7 Niveau d'intégration des compétences non techniques selon la présence ou non d'un département encadrant ces compétences

Niveau d'intégration des compétences non techniques par les écoles*	Nombres d'écoles dans cette catégorie	Présence d'un département spécialisé compétences non techniques parmi les écoles de cette catégorie	Pourcentage d'écoles avec présence d'un département spécialisé compétences non techniques parmi les écoles de cette catégorie
Moins de 5	3	3	100%
Entre 5 et 10	8	3	38%
Plus de 10	11	5	45%

*Selon les critères et le barème définis tableau 2.2

Le tableau ci-dessus montre qu'il n'y a pas de lien entre la présence d'un département spécialisé dans les compétences non techniques et le niveau d'intégration de ces compétences dans les écoles. En effet, l'hypothèse était que la prise en compte des compétences non techniques serait meilleure dans les écoles où un tel département est présent. Le tableau montre que parmi les écoles avec un bon niveau d'intégration des compétences non techniques, selon les critères et le barème définis pour cette étude, moins de la moitié (45%) possèdent un département consacré aux compétences non techniques. On retrouve environ cette même proportion dans les écoles avec un niveau d'intégration moyen. Les écoles avec un niveau d'intégration des compétences non techniques jugé plus faible ont quant-à-elles toutes les trois un département consacré aux compétences non techniques. Ces pourcentages sont présents à titre indicatif et peuvent être biaisés par les réponses fausses des participants peu informés sur les programmes de leurs écoles ou ayant mal interprété les questions. Ils montrent néanmoins que la présence d'un département consacré aux compétences non techniques n'a pas nécessairement une influence positive sur le niveau d'intégration de celles-ci.

3.4.2 Motifs d'intégration des compétences non techniques

Nous avons pu identifier précédemment les raisons pour lesquelles les compétences non techniques sont importantes, la nature des compétences essentielles aujourd'hui dans l'industrie ainsi que les compétences exigées par les organismes d'accréditation. Nous nous sommes intéressés à savoir si les écoles intègrent les compétences non techniques pour les mêmes raisons et comment elles décrivent leur importance. Les sites web des écoles comportent la plupart du temps un descriptif associé à la partie non technique de leurs cours, dans le but d'expliquer la raison de l'existence de ces cours dans le programme et leur apport pour les étudiants. Ces descriptifs ont tous été regroupés dans un document pour ensuite être analysés grâce au logiciel atlas.ti dans le but de créer un nuage avec les mots les plus récurrents. Cela a permis par la suite d'avoir une vue globale et succincte sur le point de vue qu'ont les écoles d'ingénieur analysées à propos des compétences non techniques. Le nuage de mots réalisé grâce à cette technique est présenté à la figure 3.1. Il est important de préciser le nuage de mots ne donnant pas le contexte de l'utilisation de ceux-ci, les conclusions apportées sont seulement des interprétations.



Figure 3.1 Nuage de mots provenant des descriptifs des sites web des écoles concernant leurs motifs d'intégration des *soft skills* dans leurs programmes¹⁰

¹⁰ Logiciel Atlas.ti

Le nuage de mots présenté ci-dessus fonctionne par occurrence. Les mots possédant les caractères les plus gros sont ceux qui reviennent le plus souvent dans les descriptifs concernant l'intégration des compétences non techniques situés sur les sites web des écoles analysées.

La fréquence des mots peut être interprétée de plusieurs manières. Les mots peuvent tout d'abord être indicateurs de l'importance qu'apportent les écoles à certaines compétences. Cela peut être interprété comme le fait que ces compétences sont réellement les plus importantes ou simplement qu'elles sont les plus populaires, les plus connues, les plus évidentes. Ensuite, selon leur nature, les mots peuvent être des méthodes employées par l'école pour intégrer certaines compétences. Ces mots peuvent également représenter des raisons de l'intégration des compétences non techniques et donc pourquoi celles-ci sont importantes pour des futurs ingénieurs.

Nous retrouvons « communication » parmi les mots les plus utilisés. Cette compétence était également ressortie comme l'une des compétences les plus souvent intégrées dans les programmes, que ce soit dans l'enceinte des cours techniques ou dans les cours non techniques. Le leadership est la seconde compétence la plus présente dans les descriptifs concernant l'enseignement des compétences non techniques dans les écoles analysées (avec une fréquence plus faible que la communication). Il revient également souvent dans la revue de littérature. Le champ lexical des relations humaines en entreprise est présent dans les descriptifs des cours à travers les mots « relation », « humaines » et « groupe ». Le mot « manière » est également redondant, ainsi que le terme « projet ». La gestion apparaît également avec le terme « gestion » lui-même et l'anglicisme « management ». Le terme « développement » a été identifié, ainsi que les mots « monde » et « enjeux ». Ces deux derniers seront regroupés ensemble. Après une analyse plus précise, nous avons pu identifier les domaines associés avec le mot « enjeux » :

- environnementaux/ climatiques (x5),
- scientifiques et techniques / numériques (x3),
- économiques (x3),
- organisationnels et entrepreneuriaux,

- anthropologiques / sociaux (x3),
- de sécurité et défense (x2),
- psychosociaux, de relations au travail (x2),
- diversité.

Le tableau 3.8 présente une synthèse du groupement des mots les plus récurrents parmi les descriptifs non techniques des sites internet des écoles étudiées.

Tableau 3.8 Classement des mots les plus récurrents parmi les descriptifs non techniques des sites web des écoles

Groupement 1	Groupement 2	Groupement 3	Groupement 4	Groupement 5	Groupement 6
Communication	Relation	Manière	Gestion	Développement	Monde
Leadership	Humaines	Projet	Management		Enjeux
	Groupe				

3.4.3 Cours consacrés à l'enseignement des compétences non techniques

Deux des parties du questionnaire concernaient les cours dédiés à l'enseignement des compétences non techniques. La première évoquait les cours regroupés au sein d'un département non technique alors que l'autre partie concernait les cours non techniques dispensés dans des écoles ne possédant pas de département non technique. Les compétences intégrées dans l'enseignement de ces cours ont été collectées (voir tableaux 3.3 et 3.4), ainsi que le nom des cours, leur sigle, leur caractère obligatoire ou non et si oui le nombre de crédits dédiés aux compétences non techniques obligatoires à valider par les étudiants pendant le cursus scolaire. Des précisions étaient ensuite demandées par courriel et au cours des entretiens lorsque les informations n'étaient pas complètes. Les informations étaient fournies la plupart du temps par l'intermédiaire de liens vers des descriptifs en ligne ou de documents tels que des programmes ou plans de cours.

3.4.3.1 Nombre de crédits

Le nombre de crédits obligatoires en termes de cours non techniques au cours du cursus étudiant a été demandé aux écoles lors du questionnaire pour plusieurs raisons :

- voir si ce nombre est plutôt homogène : les écoles pourraient se consulter, un certain nombre pourrait être exigé par les organismes d'accréditation, la logique/ l'importance de ces compétences par rapport aux compétences techniques dans le programme pourrait impliquer un certain pourcentage du total des crédits à peu près égal dans les écoles.
- avoir un facteur supplémentaire pour noter le niveau d'intégration des compétences non techniques dans les écoles : cela sert à voir l'influence de certaines caractéristiques (comme la présence d'un département par exemple), mais aussi à sélectionner les écoles pour la seconde phase (tableau 2.2).

Les crédits sont un bon indicateur, car ils représentent, selon leur nature, un certain nombre d'heures de travail effectué. Lorsqu'un cours est validé, automatiquement un certain nombre de crédits est validé en parallèle, correspondant au nombre d'heures passées à étudier pour ce cours. En Europe, un crédit nommé « ECTS » (European credit transfer system ou Système européen de crédits transférables) correspond à 30h de travail. La CTI oblige les écoles d'ingénieur qu'elle accrédite à demander une validation de 300 ECTS sur une période de 5 ans, 30 crédits par semestre, donc un nombre total de 9 000 heures de travail.¹¹ Les crédits du système universitaire québécois représentent quant à eux 45 heures de travail par unité, pour un total de 90 à 120 crédits obligatoires pour valider le baccalauréat.¹² Aux États-Unis, les crédits, aussi appelés unités, valent 2 à 3h de travail personnel par semaine (en dehors des heures de classe).¹³ Ces crédits permettent de créer des équivalences et ainsi faciliter la mobilité entre les différentes universités.

¹¹ www.cti-commission.fr

¹² <https://www.ulaval.ca>

¹³ <https://wellness.ucsd.edu>

Cependant, les écoles n'ayant pas le même nombre d'années d'études au total, le même type de crédits, le même nombre de crédits par cours ni le même nombre de crédits à valider au total, il n'est pas possible de comparer grâce au nombre absolu de crédits, mais grâce au nombre de crédits relatifs. Un pourcentage a donc été calculé pour chaque école en fonction du nombre de crédits total à valider par les étudiants durant leur cursus pour obtenir leur diplôme. Ces résultats sont présentés dans le tableau 3.9.

Tableau 3.9 Crédits obligatoires correspondants aux cours non techniques dans les écoles interrogées

Type de donnée	Donnée
Minimum de pourcentage de cours non techniques obligatoires	0
Moyenne des pourcentages de cours non techniques obligatoires (<i>crédits obligatoires non techniques pendant le cursus/crédits obligatoires au total à valider pendant le cursus</i>)	11,6%
Maximum de pourcentage de cours non techniques obligatoires	33%
Médiane	8,5
Écart type	8,846051751

En regardant le minimum, la moyenne et le maximum, nous pouvons déjà supposer que le nombre de crédits à valider par les étudiants au cours de leur cursus concernant les compétences non techniques n'est pas homogène. En effet, l'écart entre le minimum et le maximum (0% et 33%) montre déjà une différence claire entre certaines écoles. Le pourcentage nul correspondant au minimum vient du fait que certaines écoles ont des cours non techniques, mais ne les ont pas rendus obligatoires. Celles-ci, soit se concentrent plus sur les compétences techniques, soit possèdent d'autres moyens d'intégration des compétences non techniques que les cours consacrés à leur enseignement.

La médiane est peu différente de la moyenne, quoi que légèrement inférieure : 3,1% de différence sur une plage totale entre le minimum et le maximum de 33%, ce qui donne en valeur relative par rapport à la population mesurée ici environ 9,4% de différence.

La moyenne est significativement supérieure à la médiane. Cela signifie qu'il y a plus de nombres inférieurs à la moyenne que de nombres supérieurs. En réalité, il y a donc un peu plus d'écoles dont le nombre de crédits obligatoires en cours non techniques est inférieur à 11,6% du nombre de crédits total à valider.

Finalement, nous remarquons une valeur d'écart-type supérieure à la moitié de la moyenne ($8,5 > 5,5$). Cela signifie que la dispersion est forte, autrement dit que les valeurs de la série ne sont pas regroupées autour de la moyenne. Le nombre de crédits obligatoires en cours non techniques par rapport au nombre total à valider par les étudiants est donc hétérogène. Dépendamment des écoles, ce nombre est, selon cette analyse, très variable.

D'après le tableau 3.6, 91% des écoles interrogées proposent aux étudiants des cours dédiés à l'apprentissage de compétences non techniques. Les compétences majoritairement enseignées dans ces cours-ci sont regroupées dans le tableau 3.3.

3.4.3.2 Cours

Des détails sur le contenu de cours ont été demandés aux répondants grâce au questionnaire, à des demandes par courriel et lors de l'entrevue. Les écoles ont communiqué soit des liens vers leur catalogue de cours en ligne, soit des documents PDF explicatifs.

Le processus d'analyse s'est fait de la manière suivante :

- création d'un document Word par école,
- recherche des cours non techniques selon les liens et documents fournis par les contacts,
- copié-collé des descriptifs/ plans de cours dans le document créé correspondant à l'école et traduction en français si besoin,
- lecture de chaque document Word une fois toutes les informations récoltées dans les différentes bases de données et sélection de mots clés, groupes de mots ou expressions selon leur appartenance aux catégories présentées dans le tableau 3.32.

Le tableau 3.10 présente les types d'informations recueillies auprès des écoles.

Tableau 3.10 Types d'informations collectées auprès des écoles concernant les cours non techniques

Types d'informations
Sujet des cours
Connaissances associées aux compétences (savoirs),
Pratiques et outils transversaux enseignés (savoir-faire)
Méthodes pédagogiques employées
Modalités des cours
Modalités générales
Type de rendus

Ensuite, les informations ont été regroupées dans un tableau Excel. Les parties suivantes regroupent les informations selon les catégories ci-dessus. Les informations récoltées correspondant à la catégorie « type de rendus » seront évoquées plus loin dans la partie « Vérification de l'acquisition des compétences non techniques par les étudiants / Vérification de l'efficacité des méthodes employées ».

A. Sujet des cours

Cette partie concerne les intitulés des cours proposés par les écoles interrogées. Nous les avons repris tels quels tout en nous informant sur leur contenu pour pouvoir les classer. La liste des cours a été triée et regroupée en six catégories inspirées des compétences non techniques demandées par Ingénieurs Canada :

- économie et gestion de projet,
- travail individuel et en équipe (intelligence sociale, gestion d'équipe et compétences interpersonnelles, connaissance de soi et gestion de soi),
- impact du génie sur la société et l'environnement, professionnalisme,
- déontologie et équité,
- communication,
- technologie et enjeux sociétaux, innovation, apprentissage continu,
- culture générale et ouverture d'esprit.

La dernière catégorie regroupe les cours qui sont dédiés à l'intégration de compétences non techniques, mais ne faisant pas partie des compétences demandées par Ingénieur Canada et par les organismes accréditeurs dans le monde en général. La plupart sont des cours de culture générale.

La liste des cours non techniques évoqués par les écoles interrogées et rangées selon les catégories citées précédemment se trouve dans l'annexe V.

B. Savoirs et savoir-faire enseignés au sein des cours non techniques

Cette partie concerne le contenu des cours non techniques proposés par les écoles interrogées, dont les intitulés se trouvent dans le tableau ci-dessus. Les catégories « travail individuel et en équipe (intelligence sociale, gestion d'équipe et compétences interpersonnelles, connaissance et gestion de soi) » et « communication » uniquement ont été analysées dans cette étude puisqu'il s'agit de celles qui ont été identifiées comme manquantes dans les formations d'ingénieur d'après la littérature.

Les informations concernant le contenu des cours non techniques ont été regroupées par catégories : savoir, savoir-faire et savoir-être. Cette catégorisation a été utilisée, car facilement identifiable par rapport aux niveaux d'apprentissage de la compétence.

Lors de l'analyse des descriptifs et plans de cours non techniques fournis par les écoles, les informations correspondant aux catégories énoncées précédemment ont été identifiées et rangées en créant de nouvelles sous-catégories adaptées aux données récoltées.

Savoirs

Les savoirs ont été reconnus grâce au fait qu'ils ne sont pas des actions, mais des faits, des concepts, des définitions qui permettent de mieux comprendre un terme. Ils ne nécessitent donc pas d'être accompagnés d'un verbe. Ils ont été séparés en trois catégories selon leur nature :

- définitions, explication d'un terme/concept/théorie,

- caractéristiques de ces termes/concepts/théories,
- liens entre ces termes/ concepts/ théories et ce qui les entoure (effets/reliations).

Les catégories « communication » et « travail individuel et en équipe » attribuées aux sujets de cours ont également été appliquées ici. Les savoirs ont donc été séparés selon ces deux catégories. Les tableaux 3.11, 3.12 et 3.13 représentent dans cet ordre les savoirs abordés dans les cours non techniques liés à la communication et au travail individuel et en équipe.

Tableau 3.11 Liste de savoirs correspondants à la communication, regroupés par catégorie

COMMUNICATION	
Définitions, explication d'un terme/concept/théorie	
La persuasion Les théories rhétoriques et socio-scientifiques Les concepts fondamentaux de la communication interpersonnelle La théorie rhétorique de l'apprentissage Définition de la communication Le langage du corps/ la communication non verbale	
Caractéristiques d'un terme/concept/théorie et modèles associés	
Les styles de communication affirmatif, passif et agressif Les modes d'interaction (croyances, contributions et pièges) Les dimensions rhétoriques d'un milieu de travail L'approche de la communication interpersonnelle (linéaire, systémique et constructiviste) Le logos, le pathos et l'ethos L'ambiguïté de la communication, freins et parasites	
Liens entre les termes/ concepts/ théories et ce qui les entoure (effets/reliations)	
L'influence de la situation sur le positionnement d'un message La portée de la rhétorique L'importance de l'écoute La nature dynamique et changeante de l'interaction humaine Les avantages et inconvénients des aides visuelles L'impact en communication et importance de la communication non verbale	

Tableau 3.12 Liste de savoirs correspondant au travail individuel et en équipe, regroupés par catégories

TRAVAIL INDIVIDUEL ET EN EQUIPE		
Définitions, explication d'un terme/concept/théorie	Caractéristiques d'un terme/concept/théorie et modèles associés	Liens entre les termes/ concepts/ théories et ce qui les entoure (effets/reliations)
Le leadership	Les modèles et perspectives pour comprendre le leadership	Utilité et émergence des normes et rôles
Le pouvoir	Les types d'attitudes conflictuelles	Les inférences et les attitudes qui entourent l'interprétation
L'influence	Les mythes du leadership	Le rythme d'action des projets et des équipes
Les normes et les rôles	Les processus de perception	La relation entre leader et follower
L'autorité	Dimensions de la dynamique et du leadership: interpersonnelle, rhétorique, sociale, éthique et politique	L'impact et la contagion émotionnelle
L'intelligence émotionnelle et relationnelle	Les comportements verbaux et non verbaux	Conséquences des relation affectives et du sentiment de cohésion
Le cerveau	Les mécanismes de défense	Les données socioculturelles, contraintes situationnelles et adaptation au changement
Le stress	Les processus inconscients	Le leadership comme rhétorique
Le sentiment d'équité	Les objectifs des groupes d'apprentissage	
Les relations affectives et le développement de la cohésion (zone de Landry)	Les composantes des conflits (positions, valeurs, interprétations, besoins et émotions)	
Les émotions	Le design de la performance d'un leader, des procédés de groupe et de la participation	
La projection		
La confiance		
La relation empathique		
Les groupes et comportements		
L'apprentissage		
Les rôles et comportements du tuteur		
Le concept de soi		
Le visage et la politesse		
La motivation humaine		
L'éthique du leadership		

Tableau 3.13 Liste de savoirs correspondant au travail individuel et en équipe, regroupés par catégories (suite)

Définitions, explication d'un terme/concept/théorie	Caractéristiques d'un terme/concept/théorie et modèles associés	Liens entre les termes/ concepts/ théories et ce qui les entoure (effets/reactions)
La communauté et l'esprit d'équipe		
La loyauté du groupe		
Les théories de l'identification et du terrain d'entente		
L'escalade et la dynamique interactive du conflit		
La construction de la structure mentale, perceptions, interprétations		
Le syndrome de l'imposteur		
L'approche holistique		

La catégorie « communication » regroupe exactement le même nombre d'éléments dans les trois catégories de nature. Au total, 18 éléments ont été identifiés correspondant à des savoirs en communication alors que la catégorie « travail individuel et en équipe » en regroupe 51.

Les savoirs concernant le travail individuel et en équipe étant plus nombreux, nous les avons divisé en sous-catégories, toujours rangés par nature, mais également par sujet. Cela permet de voir s'il y a le même nombre de savoirs par sujet et sinon d'essayer de comprendre pourquoi. Les savoir-faire sont rangés de la même façon pour permettre de comparer les deux. Les savoirs correspondant à la communication ne sont pas rangés par sujet, car ils sont peu nombreux, mais aussi car ils sont difficilement identifiables dans une seule catégorie. Ils font souvent partie de plusieurs à la fois.

Le tableau 3.14 présente les savoirs reliés au travail individuel et en équipe classés dans la catégorie « définitions, explication d'un terme/concept/théorie ». Ceux-ci ont été classés une seconde fois à l'intérieur de cette catégorie dans trois sous-catégories : compétences

interpersonnelles, connaissance et gestion de soi, leadership. Le tableau 3.15 classe selon les mêmes sous-catégories les savoirs reliés au travail individuel et en équipe de la catégorie « caractéristiques d'un terme/concept/théorie et modèles associés ». Enfin, le tableau 3.16 reprend toujours les mêmes sous-catégories, mais les savoirs classés concernent cette fois-ci les liens entre terme/concept/théorie et ce qui les entoure (effet/relation) de la catégorie travail individuel et en équipe.

Tableau 3.14 Définitions, explication des terme/concept/théorie, travail individuel et en équipe

Compétences interpersonnelles	Connaissance et gestion de soi	Leadership
Le sentiment d'équité	L'intelligence émotionnelle et rationnelle	Le leadership
Les relations affectives et le développement de la cohésion	Le cerveau	Le pouvoir
Les groupes et comportements	Le stress	L'influence
Le visage et la politesse	Les émotions	Les normes et les rôles
La communauté et l'esprit d'équipe	La projection	L'autorité
La loyauté du groupe	La confiance	Les rôles et comportements du tuteur
Les théories d'identification du terrain d'entente	La relation empathique	L'éthique du leadership
L'escalade et la dynamique interactive du conflit	L'apprentissage	
L'approche holistique	Le concept de soi	
	La construction de la structure mentale, perceptions, interprétations	
	Le syndrome de l'imposteur	

Tableau 3.15 Caractéristiques d'un terme/concept/théorie et modèles associés

Compétences interpersonnelles	Connaissance et gestion de soi	Leadership
Les types d'attitudes conflictuelles	Les processus de perception	Les modèles et perspectives pour comprendre le leadership
Les comportements verbaux et non verbaux	Les mécanismes de défense	Les mythes du leadership
Les composantes des conflits (positions, valeurs, interprétations, besoins et émotions)	Les processus inconscients	Dimensions de la dynamique et du leadership: interpersonnelle, rhétorique, sociale, éthique et politique
		Le design de la performance d'un leader, des procédés de groupe et de la participation
		Les objectifs des groupes d'apprentissage

Tableau 3.16 Liens entre terme/ concept/ théorie et ce qui les entoure (effet/relation)

Compétences interpersonnelles	Connaissance et gestion de soi	Leadership
Les inférences et les attitudes qui entourent l'interprétation	L'impact et la contagion émotionnelle	Utilité et émergence des normes et rôles
Le rythme d'action des projets et des équipes		La relation entre leader et follower
Conséquences des relations affectives et du sentiment de cohésion		Le leadership comme rhétorique
Les données socioculturelles, contraintes situationnelles et adaptation au changement		

Savoir-faire

Les savoir-faire mettent en application les savoirs et servent de référence pour acquérir les savoir-être. Ils se reconnaissent grâce à leur caractère actif. Au contraire des savoirs, qui s'apprennent passivement, les savoir-faire peuvent toujours s'accompagner d'un verbe, comme évoqué dans la revue de littérature avec l'article de Marando (2012). Comme son nom

l'indique, un savoir-faire doit pouvoir se « faire ». Pour différencier les savoirs des savoir-faire, la question à se poser est « est-ce quelque chose que l'étudiant apprend à réaliser ou est-ce quelque chose que l'étudiant doit mémoriser ? ». Les savoir-faire sont souvent l'application de méthodes, d'outils ou de pratiques. Bien qu'il faille connaître une méthode ou un outil avant de le mettre en place, ceux-ci seront évoqués seulement dans la catégorie savoir-faire et non dans la catégorie savoirs. Tous types de savoir-faire identifiés lors de la recherche ont été relevés. Ils ont donc des niveaux différents de précision : certains sont plutôt généraux, ce sont des « sous-compétences » (exemple : savoir interpréter le langage corporel) alors que d'autres sont des outils (exemple : appliquer la méthode CQFD). La plupart des savoir-faire identifiés sont généraux.

Les outils et pratiques correspondant à la catégorie « communication » ont été regroupés en sous-catégories. En effet, la communication est un terme très large. Il comprend l'interaction verbale et non verbale entre des personnes, l'expression d'un message dans un contenu physique (affiche), écrit (lettre, rapport) ou oral (verbal ou non verbal, d'une ou plusieurs personnes, destiné à un public ou groupe de personnes). L'expression écrite peut également être la préparation à une expression orale (composition d'un discours). Trois sous-catégories ont donc été créées : interagir, composer et présenter. La sous-catégorie « interagir » comprend toute sorte de communication orale entre deux personnes au minimum. Les deux personnes doivent faire partie de la conversation, au cas contraire ce n'est plus une interaction, mais une présentation. La sous-catégorie « composer » comprend tout type d'information explicitée à l'écrit, destiné à un ou plusieurs lecteurs. Le lecteur peut être la même personne que l'auteur dans le cas de composition d'un discours. S'il n'est pas improvisé, le contenu d'un discours nécessite des qualités de composition. Le reste des qualités nécessaires lors d'un discours, d'une soutenance ou présentation orale correspond à la sous-catégorie « présenter » : la rhétorique, la gestuelle, la respiration, l'intonation, la portée de la voix et la confiance.

Les tableaux 3.17, 3.18 et 3.19 présentent respectivement les savoir-faire de communication reliés aux actions « interagir », « composer » et « présenter ».

Tableau 3.17 Savoir-faire de communication compris dans la sous-catégorie « interagir »

Interagir
Émettre une rétroaction positive
Émettre une rétroaction critique et constructive
Réaliser un feedback: aspects à privilégier et à éviter
Recevoir un feedback : méthode Rosenberg
Appliquer les pratiques de réseautage
Mettre en application les modes de persuasion
Mettre en application les approches pour influencer et persuader
Appliquer les pratiques de négociation
Interpréter le langage corporel
Reconnaître la dynamique de travail grâce aux différents modèles de communication
Identifier les modes d'interaction possibles entre les membres d'une équipe et leurs impacts
Utiliser la détection de dispositifs et de méthodes rhétoriques
Développer des stratégies pour gérer ses propres interactions

Tableau 3.18 Savoir-faire de communication compris dans la sous-catégorie « composer »

Composer
Mettre de l'ordre dans ses idées
Réaliser une présentation écrite
Composer et diffuser une communication professionnelle et technique pour différents publics.
Définir les objectifs de la communication
Créer des énoncés de mission
Hiérarchiser des messages clés à l'oral et à l'écrit
Organiser des idées, message clair et succinct
Communiquer en ligne
Faire intervention (objectif, plan, messages clés)
Construire un discours ou une intervention pour convaincre
Construire, scénariser
Élaborer des énoncés de mission
S'adapter aux demandes de divers publics
Transmettre des messages efficaces, engageants et convaincants
Établir la crédibilité
Pratiquer des éléments descriptifs, narratifs et persuasifs de la rédaction académique, professionnelle et technique
Appliquer les bases et stratégies de la propriété intellectuelle
Mettre en place des stratégies publicitaires

Tableau 3.19 Savoir-faire de communication compris dans la sous-catégorie « présenter »

Présenter
Appliquer les techniques indispensables d'expression orale
Appliquer les outils pour confirmer son assurance et sa confiance
Pratiquer la respiration abdominale, sa voix, sa diction, gérer son corps
Appliquer les principes fondamentaux de la rhétorique aux présentations orales
Gérer le temps de parole
Concevoir et utiliser des aides visuelles

Les savoir-faire en communication enseignés dans les formations d'ingénieur des établissements participants à l'étude concernent principalement l'interaction et la composition. Les savoir-faire correspondant au travail individuel et en équipe ont également été divisés en trois catégories : les compétences interpersonnelles, la connaissance et gestion de soi et le leadership. Le choix de ces catégories s'est fait en adéquation avec le type de données collectées.

Les tableaux 3.20, 3.21 et 3.22 présentent respectivement les savoir-faire de travail individuel et en équipe associés aux compétences interpersonnelles, à la connaissance et gestion de soi ainsi qu'au leadership.

Tableau 3.20 Savoir-faire de travail individuel et en équipe compris dans la sous-catégorie « compétences interpersonnelles »

Compétences interpersonnelles
Définir des objectifs de changement en choisissant des conditions et des stratégies pouvant améliorer la dynamique de ses relations interpersonnelles et professionnelles
Construire des situations et des relations interpersonnelles
Analyser les comportements et de leurs répercussions sur les autres
Écouter activement
Mettre en application les processus de résolution de conflits/ outils nécessaires
Mettre en application les processus de résolution des problèmes
Appliquer les méthodes de travail d'équipe
Reconnaître les différents types de personnalités
Éviter les pièges
Évaluer un travail de groupe
Donner et recevoir des évaluations
Développer des relations affectives et de la cohésion (zone de Landry)

Tableau 3.21 Savoir-faire de travail individuel et en équipe compris dans la sous-catégorie
« connaissance et gestion de soi »

Connaissance et gestion de soi
Gérer le temps et l'équilibre de la vie Appliquer les techniques de développement de la conscience de soi Appliquer les techniques de développement de soi Utiliser les tests de personnalité pour se connaître et connaître les autres Comprendre ses forces, ses faiblesses, ses contributions et ses préférences ainsi que celles des autres afin de miser sur les compétences de chacun Pratiquer la réflexivité et le questionnement

Tableau 3.22 Savoir-faire de travail individuel et en équipe compris dans la sous-catégorie
« leadership »

Leadership
Appliquer et reconnaître les différents styles de leadership et dynamique d'équipe Appliquer les trois modèles de dynamique et d'évolution d'une équipe de travail pour orienter les actions, axes, phases et réseaux de développement Faire évoluer une dynamique de groupe efficace et collaborative grâce à des conditions de mise en place, des zones et phases de développement Développer une structure de travail favorisant la collaboration Choisir une méthode, des procédures et un processus de prise de décision appropriés au contexte et à la réalité du travail de l'équipe Identifier, nommer et prendre en charge les normes et les rôles dans une équipe Appliquer les méthodes pour inspirer les autres Mettre en application des processus d'équipe efficace Identifier la dynamique de pouvoir au sein d'une équipe Choisir des conditions et des stratégies pouvant améliorer son leadership Développer des comportements et relations affectives favorisant la participation, le développement et la cohésion dans une équipe Identifier des actions et stratégies collaboratives à mettre en place pour l'amélioration de la dynamique et de l'organisation d'un travail en équipe Organiser des équipes complexes: questions d'orientation, outils essentiels, prise de décision Conduire une réunion Appliquer la méthode CQFD (conduire, questionner, faciliter et diagnostiquer) Créer un plan de leadership personnel Définir les objectifs et les rôles en gestion de projet Créer des plans d'action, savoir fixer des objectifs

Nous voyons ici que les savoir-faire correspondant à la sous-catégorie « connaissance et gestion de soi » sont significativement moins nombreux que ceux de la sous-catégorie « compétences interpersonnelles » et encore moins que ceux de la sous-catégorie « leadership ».

Savoir-être

Ici, les savoir-être sont définis comme les compétences non techniques elles-mêmes, déjà identifiées dans la partie 1.

Ils ont été classés selon les catégories de savoir-faire identifiées plus haut et il leur a été associé les résultats obtenus concernant la nature des compétences les plus souvent intégrées par les écoles interrogées. Le tableau 3.23 présente les résultats de cette analyse. Les couleurs correspondent à la fréquence d'intégration des compétences non techniques (ou savoir-être) dans les écoles selon les réponses au questionnaire.

Tableau 3.23 Catégories de savoir-faire en communication ainsi que les compétences leur correspondant

INTERAGIR	COMPOSER	PRÉSENTER
Le travail d'équipe et la coopération	La communication (communication écrite, graphique)	La communication (communication orale, présentation)
La communication (écoute active, communication orale)	La capacité à influencer les autres	
La capacité à négocier		
La capacité à influencer les autres		
   Compétences souvent intégrées dans les cours non techniques comme techniques Compétences souvent intégrées dans les cours non techniques comme techniques Compétences peu intégrées dans les cours non techniques comme techniques		

Chacune des catégories contient au moins une des trois compétences les plus souvent intégrées dans les écoles, à savoir le travail d'équipe et la coopération, la communication et la gestion du temps et de la pression. La sous-catégorie « présenter » est seulement mise en relation avec une compétence, ce qui explique que les savoir-faire lui correspondant soient peu nombreux.

Le tableau 3.24 regroupe les compétences non techniques (ou savoir-être) correspondant au travail individuel et en équipe proposées aux répondants dans le questionnaire, rangées selon les catégories de savoir-faire, et identifiées par couleur selon leur fréquence d'intégration.

Tableau 3.24 Catégories de savoir-faire de travail individuel et en équipe ainsi que les compétences leur correspondant

COMPETENCES INTERPERSONNELLES	CONNAISSANCE ET GESTION DE SOI	LEADERSHIP
Le travail d'équipe et la coopération	La gestion du temps et de la pression	Le travail d'équipe et la coopération
Les capacités interpersonnelles/sociabilité	La capacité d'adaptation	Le leadership et la capacité à déléguer le travail
La gestion des conflits	La gestion des émotions	La prise de décision
		La prise d'initiative
		La capacité à influencer les autres
 Compétences les plus souvent intégrées dans les cours non techniques comme techniques	 Compétences souvent intégrées dans les cours non techniques comme techniques	 Compétences peu intégrées dans les cours non techniques comme techniques

Encore une fois, toutes les sous-catégories sont reliées à des compétences faisant partie des plus souvent intégrées dans les écoles interrogées. Le nombre de compétences reliées avec la sous-catégorie « leadership » explique le nombre de savoir-faire correspondant à celle-ci. De plus, une seule parmi les 5 compétences associées n'est que peu intégrée dans les écoles interrogées, ce qui signifie que la présence dans la formation d'ingénieur du concept de leadership et des compétences associées est considérée importante par les écoles interrogées.

La sous-catégorie « connaissance et gestion de soi » est associée à trois compétences, une dans chaque niveau d'intégration des écoles.

Synthèse

Le tableau 3.25 présente la synthèse du nombre d'éléments par catégorie, selon les informations récoltées dans cette partie.

Tableau 3.25 Synthèse du nombre d'élément par catégorie, selon les informations récoltées dans cette partie

	SAVOIRS			SAVOIR-FAIRE	SAVOIR-ÊTRE
	Définitions	Caractéristiques	Liens		
COMMUNICATION					
Interagir				13	4
Composer	6	6	6	18	2
Présenter				6	1
TOTAL	18			37	7
TRAVAIL INDIVIDUEL ET EN ÉQUIPE					
Compétences interpersonnelles	9	3	4	12	3
Connaissance et gestion de soi	11	3	1	7	3
Leadership	7	5	3	18	5
TOTAL	27	11	8	37	11
	46				

Concernant les compétences de communication en général, nous pouvons tout d'abord constater que les savoir-faire sont beaucoup plus nombreux que les savoirs. Nous constatons également que les éléments correspondant à la sous-catégorie « présenter » sont les moins nombreux, que ce soit en savoir-faire ou en savoir-être. Nous voyons aussi que les compétences de communication associées à la composition sont enseignées grâce à plus d'éléments qualifiés de savoir-faire que les compétences de communication liées à l'interaction. Cela semble paradoxal puisque le nombre de savoir-être (compétences non techniques) correspondant à

l'interaction est deux fois plus grand. Quant aux savoirs liés à la communication, ils sont relativement peu nombreux par rapport à ceux liés au travail individuel et en équipe (18 au total contre 46).

C. Méthodes pédagogiques employées au sein des cours non techniques

Les compétences non techniques ne pouvant pas seulement être intégrées grâce à des savoirs et des savoir-faire (contrairement aux compétences techniques), leur acquisition nécessite des méthodes pédagogiques adaptées. Il faut également être conscient que ces compétences ne pourront pas être acquises à l'issue d'un semestre de cours. Elles requièrent une mise en pratique dans le temps, de l'expérience et donc beaucoup de patience. Les cours doivent donc avoir pour objectif d'être une prémisses de l'apprentissage d'une compétence et non l'apprentissage de la compétence en soi. Ils permettent aussi à l'étudiant de comprendre l'application dans leur profession, par conséquent l'utilité et l'importance de ce type de compétences. Cette partie traite des résultats concernant les méthodes pédagogiques utilisées par les écoles interrogées pour intégrer les compétences non techniques.

Les réponses des écoles ont toutes mené au consensus suivant (ou plutôt l'ont toutes confirmé) : la pédagogie d'un cours non technique doit nécessairement être différente de celle d'un cours technique. Les compétences étant des savoir-être, elles nécessitent une réflexion plus poussée sur la manière de les enseigner. L'un des éléments qui revient souvent est la nécessité pour l'étudiant d'avoir une participation active dans son apprentissage. Les pédagogies employées, pour la plupart, sont donc imprégnées de ce concept d'apprentissage actif.

Le tableau 3.26 regroupe les types de pédagogie rencontrés dans les descriptifs de cours non techniques. Celles-ci ont encore une fois été séparées en catégories adaptées aux informations récoltées : les concepts et les types d'exercices. Les types d'exercices ont également été séparés en sous-catégories : ludique, analytique, recherche et auto-apprentissage. Ces quatre sous-catégories ont également été choisies en fonction des données.

Tableau 3.26 Types de pédagogie rencontrés dans les descriptifs de cours non techniques

Concepts pédagogiques	Types d'exercices
Pédagogie inversée: l'étudiant devient le professeur	Ludique
Apprentissage par le service	Utilisation d'un contenu fictif et ludique pour faire comprendre des situations réelles
Approche expérientielle	Jeux de prise de contact et de conscience
Réflexivité	Utilisation de l'art pour s'exprimer et faire ressortir l'identité et la façon dont les expériences peuvent influencer le point de vue
Approche orientée vers les solutions et le changement	Analytique
Travail collaboratif	Lectures et études de cas
Apprentissage basé sur des problématiques réelles	Analyse de scénarios
	Activités d'autoréflexion
	Discussions de cas
	Recherche
	Enquêtes
	Auto-apprentissage
	Travail de lecture et questionnaires à faire entre chaque cours
	Rédaction d'articles

Ces sous-catégories représentent les différentes manières d'ajouter un avantage aux exercices d'application proposés :

Le ludique

Il permet à l'étudiant d'apprendre en s'amusant. Il s'implique dans ce qu'il fait sans se rendre compte qu'il est en train d'apprendre autant sinon plus de choses que s'il faisait un exercice d'application classique. Certaines écoles insistent sur le fait qu'il est important d'associer le ludique avec du réflexif justement parce que l'on ne se rend pas toujours compte de ce que l'on apprend. Le réflexif vient fixer l'apprentissage.

L'analytique

Il permet de s'entraîner à avoir un esprit critique et observateur. Il est utile dans l'intégration de compétences non techniques puisqu'il permet de passer en revue des situations et de s'entraîner à comprendre et analyser pour savoir réagir, le jour où la même situation ou une situation similaire arrive. Il permet aussi de voir les erreurs à ne pas faire, ou au contraire les comportements positifs à copier. Plus généralement, l'analytique permet d'apprendre des choses par soi-même, ce qui implique naturellement l'étudiant et le met encore une fois dans une position d'apprentissage actif.

La recherche

Ici encore, on vient chercher l'apprentissage actif. L'étudiant va de lui-même à la recherche d'informations. La recherche ressemble beaucoup à l'analytique avec la seule différence que l'étudiant est doublement impliqué, car il doit non seulement analyser une situation, mais en amont, il doit lui-même aller chercher cette situation.

L'auto-apprentissage

L'étudiant est ici l'acteur principal de son apprentissage. Cela lui permet de se questionner et de trouver les réponses tout seul donc d'être particulièrement actif. C'est également un moyen pour lui d'être conscient de ses lacunes lorsqu'il a un blocage, alors qu'il ne l'aurait pas nécessairement repéré si quelqu'un avait trouvé la solution à sa place ou lui avait apporté de l'aide au moindre blocage. Avant de demander de l'aide, dans une situation d'apprentissage, il va d'abord chercher à solutionner lui-même : par de la recherche, par une analyse ou une réflexion plus poussée.

En ce qui concerne les concepts pédagogiques, ils appuient encore une fois l'hypothèse que l'apprentissage actif est la clé pour une meilleure acquisition des compétences non techniques. En effet, chacune des pédagogies relevées implique particulièrement l'étudiant dans l'apprentissage de nouvelles compétences. Le premier élément en est un très bon exemple : la pédagogie inversée. L'étudiant se mettant à la place du professeur, il doit avoir une compréhension complète de son sujet, savoir quels sont les objectifs d'apprentissage, trouver

le moyen d'enseigner de manière que les autres (et lui-même) atteignent le mieux possible ces objectifs. L'étudiant est alors l'émetteur de l'information, mais également, en parallèle, le receveur, car il est lui-même en train d'acquérir les compétences qu'il enseigne. La réflexivité est le deuxième exemple le plus évident d'implication de l'étudiant dans son apprentissage puisqu'il est amené à réfléchir directement sur l'apprentissage en lui-même. Premièrement, il réalise une activité puis ensuite, il analyse les conséquences qu'elle a eu sur lui (ce qu'il a retenu, comment il s'est senti et quelles sont les compétences que cela lui a permis de développer).

L'apprentissage par le service désigne un apprentissage qui se fait tout en apportant de l'aide, que ce soit pour une maison de retraite ou un pays en développement. De la même manière que les exercices ludiques, l'étudiant est concentré sur son objectif caritatif et il ne se rend pas forcément compte des compétences qu'il acquiert sur le moment. Le cours donne finalement l'opportunité à l'étudiant de s'impliquer dans une nouvelle expérience le motivant, tout en lui donnant ensuite les clés pour se rendre compte de ce que celle-ci lui a apporté (grâce à la réflexivité). Contrairement à ce type d'approche expérientielle, l'approche vers les solutions et le changement permet de travailler directement sur ses objectifs. Le travail collaboratif est une méthode pédagogique qui revient souvent dans l'acquisition de compétences non techniques. Comme l'approche expérientielle, elle permet de travailler sur un objectif distinct de celui d'apprentissage tout en développant ses compétences de communication et de travail en équipe. Il est même possible de travailler doublement ces compétences si le sujet du travail collaboratif est lui-même lié à ces compétences.

D. Modalités des cours non techniques

Le type de modalités de cours peut être un facteur important d'intégration des compétences non techniques. En effet, les modalités les plus stimulantes pour le cerveau, qui sont également les plus créatives, ont souvent un effet positif sur l'apprentissage des compétences non techniques. Les professeurs sont donc libres de créer des environnements d'apprentissage inhabituels. Cela a pour avantage d'augmenter la créativité de l'étudiant, d'ouvrir son esprit,

mais également de le motiver en lui offrant de nouvelles façons d'apprendre, la motivation étant un facteur important d'apprentissage. Le tableau 3.27 reprend quelques exemples de modalités extraits des descriptifs de cours des écoles interrogées.

Tableau 3.27 Exemples de modalités extraits des descriptifs de cours des écoles participantes

Modalités des cours
Conférences
Ateliers créatifs
Cours en petit comité dans une salle de classe vide (communication)
Séminaires
Activités
Défis en milieu extérieur/ défis physiques
<i>Boot camp</i> *
Activités plein air (défis techniques, minutés et en équipe), rôles
Formations (développement personnel, langues, découverte interculturelle)
Activités ludiques avec des entreprises
Travaux sur terrain
« <i>Serious game</i> »**
Stage en tant que tuteur/ assistant dans le cadre d'un enseignement

***Boot camp** : le terme vient des entraînements militaires très disciplinaires pour les nouvelles recrues. Il a été repris pour décrire un cours concentré sur l'apprentissage d'une compétence en particulier sur une courte durée. Ce sont les côtés intensif, rigoureux et rapide des entraînements militaires qui ont inspiré la reprise de ce terme. Cette pédagogie est surtout populaire en informatique avec la mise en place d'« IT Boot camps »

****Serious game** : Environnement d'apprentissage basé sur le jeu, dont l'objectif final n'est pas de se divertir, mais d'apprendre. En général, ceux-ci sont basés sur une mise en situation réelle. Le terme « serious game » vient d'une dérivation de « video game », car ils sont, au départ, basés sur l'utilisation de jeux vidéo et de la technologie de manière pédagogique dans l'industrie. La réalité virtuelle est de plus en plus présente dans cette approche d'apprentissage, car très utile pour la mise en situation réelle. Plus la situation paraît réelle, plus les réactions des joueurs (les étudiants) seront elles aussi réelles, car moins biaisées par le facteur « jeu ».

Ces définitions sont inspirées des descriptions des cours, mais également de définitions trouvées en ligne¹⁴.

E. Modalités générales

Les modalités citées précédemment sont internes aux cours. Elles décrivent la forme que peut prendre un cours ponctuellement (exemple : le cours de la semaine quatre sera une conférence). Les modalités générales en revanche décrivent plus généralement, sur un semestre, comment seront donnés les cours. Par exemple, une des formes les plus connues de modalité générale est le cours magistral de deux heures en salle de classe, une fois par semaine pendant un semestre. Tout comme les modalités évoquées dans la partie précédente, les modalités générales peuvent être différentes lorsqu'il s'agit de l'apprentissage de compétences non techniques, puisque celles-ci nécessitent une pédagogie adaptée. Les modalités générales font en effet aussi partie de la pédagogie.

Les résultats obtenus grâce aux participants ont été répartis dans les catégories suivantes :

- modalités horaire,
- modalités de type de diplôme,
- modalités de choix,
- modalités de support d'enseignement.

Modalités horaires

Sont nommées « modalités horaires » les modalités reliées au temps, c'est-à-dire lorsque les cours ne sont pas donnés selon des horaires ordinaires (quelques heures par semaine sur un semestre). Il peut y avoir plusieurs raisons à cette particularité et nous en avons repéré deux : les modalités en lien avec le fonctionnement de l'école et celles en lien avec la pédagogie employée dans le cours.

¹⁴ <https://www.education.vic.gov.au/>

Modalités horaires en lien avec le fonctionnement de l'école

La plupart des écoles fonctionnent par semestre ou trimestre de cours (année séparée en deux ou en trois parties égales). Les cours s'étendent sur tout le long de cette période et ont lieu de manière hebdomadaire pendant une ou plusieurs heures. Cela permet aux étudiants de suivre plusieurs cours en même temps (dans une même période) et d'avoir un temps entre deux classes du même cours pour assimiler les informations et pouvoir effectuer un travail personnel. Cependant, certaines écoles fonctionnent différemment. Il existe par exemple des écoles proposant des programmes sur des périodes de cours hebdomadaires : un cours (ou module) est alors enseigné de manière intensive sur une semaine. Ce fonctionnement permet une immersion totale puisque les modules sont tous reliés autour d'un même thème. Il permet également une flexibilité sur les modalités pédagogiques. Un cours découpé en une ou deux heures par semaine doit adapter ses techniques pédagogiques à cette restriction horaire. Lorsqu'une semaine entière est mobilisée, des activités sur une ou plusieurs journées peuvent être envisagées, ainsi que des interventions par des professionnels extérieurs. Lors d'un cours fixé à une heure dans la semaine, les intervenants sont contraints de se rendre disponible à cette heure précise, ce qui n'est pas toujours compatible avec leur emploi du temps. L'inconvénient est que ce fonctionnement empêche le travail personnel entre les classes. Cependant, dans le cas des compétences non techniques, le côté immersif peut être vraiment utile et apporter un apprentissage expérientiel. Certaines écoles ont mis en place des semaines de compétences non technique au sein d'un semestre standard de cours techniques. Cela signifie que le reste du temps, le fonctionnement semestriel ou trimestriel, avec quelques heures par cours par semaine, mais une ou plusieurs semaines par trimestre/semestre sont mobilisées pour le développement des compétences non techniques. A ce moment-là, le fonctionnement change pour devenir hebdomadaire. Il existe aussi un fonctionnement de cours intensif les fins de semaine. Plusieurs fins de semaine par semestre sont alors mobilisées pour un cours. Cela permet, malgré le côté intensif, d'avoir un moment entre les classes pour le travail personnel et la restitution des connaissances.

Modalités horaires en lien avec la pédagogie

Dans le cas des jeux sérieux (ou *serious game*), des activités en plein air et des défis évoqués plus tôt, la pédagogie nécessite un arrangement des modalités horaires, car la contrainte de quelques heures par semaine n'est pas compatible avec les caractéristiques de celle-ci. Dans ces cas, une dérogation à la modalité horaire standard est nécessaire.

Modalité de type de diplôme

Jusque-là, nous avons surtout évoqué les cours classiques, intégrés dans les formations classiques d'ingénieur. Certains établissements proposent également des diplômes à l'intention des ingénieurs ou futurs ingénieurs dédiés aux compétences non techniques. Leurs thèmes sont le développement du leadership, des compétences « générales », « entrepreneuriales », « non techniques » ou encore *soft skills*. Ces diplômes peuvent être une formation à part (exemple : maîtrise), un certificat décerné ou un programme au cours de la formation d'ingénieur, ou encore un module en ligne. Le diplôme apporte une dimension de récompense ayant pour avantage la motivation des étudiants, liée à la reconnaissance de leur amélioration dans un domaine.

Certificats

Les certificats peuvent être obtenus à l'issue de la validation d'un module ou d'un groupe de cours correspondant à une compétence en particulier. Les étudiants sont alors récompensés par un document spécifiant qu'ils ont acquis cette compétence. Cela agit également sur leur confiance en eux puisqu'ils ont une preuve de leurs capacités.

Formations

En dehors de la formation d'ingénieur elle-même, des formations pour se spécialiser ou pour confirmer ses compétences non techniques sont proposées par certaines écoles. Lorsque ces formations sont des *masters* ou maîtrises, cela permet aux étudiants de les suivre à la suite d'un baccalauréat (également nommé licence ou bachelor) en ingénierie pour compléter les

compétences techniques et ajouter une plus-value à leur diplôme, les compétences non techniques étant de plus en plus attrayantes pour des entreprises.

Programmes

Le terme « programme » peut être utilisé pour décrire différents types de formation. Dans ce cas, les programmes sont en général disponibles pour être suivis en parallèle d'une formation d'ingénieur ou au sein de celle-ci. Ceux-ci peuvent être obligatoires ou facultatifs selon la décision de l'école. Dans certains cas, le programme peut remplacer les cours non techniques ou simplement les englober, permettant d'enseigner ces cours dans une période intensive.

Modules en ligne

Pour dévier les contraintes d'heures de cours maximum par semaine, par étudiant ou encore les contraintes budgétaires concernant les professeurs à engager pour donner des cours supplémentaires en compétences non techniques, la technologie est parfois utilisée comme solution. En effet, certaines écoles mettent en place des modules en ligne permettant aux étudiants de se former en complète autonomie. L'un des gros désavantages de cette méthode est son manque de compatibilité avec la plupart des pédagogies efficaces pour l'intégration des compétences non techniques. Par exemple, l'approche expérientielle est rendue impossible par ce type de formation. Les modules en lignes sont plutôt peu adaptés à la pratique, car elle est souvent accompagnée d'une mise en situation avec interaction. La théorie sera alors privilégiée (apprentissage de savoirs).

Modalité de choix

Dépendamment des méthodes d'intégration choisies par les écoles et de leur fonctionnement général, les cours ou formations non techniques peuvent tous être obligatoires ou seulement une partie. Dans le second cas, les cours peuvent être imposés par le programme ou choisis par les étudiants parmi une liste de cours. Cette partie traite du cas où les étudiants sont libres de choisir parmi certains cours.

Choix des cours par les étudiants

Le choix peut être laissé complètement libre aux les étudiants, mais il peut également être contraint par certains critères. Cela permet de garder un minimum de contrôle sur les compétences acquises tout au long de leur parcours.

Participation aux cours selon le niveau

Certaines écoles imposent des cours, mais laissent la possibilité à l'élève de choisir son niveau. Cela paraît normal pour les cours de langue, mais plus rare lorsqu'il s'agit de cours de communication par exemple. L'étudiant a alors la possibilité de se positionner dans l'acquisition d'une connaissance et d'avoir un enseignement plus adapté à lui. Cela évite également les différences trop grandes de niveau qui ralentissent l'avancement d'un groupe, surtout lorsque les cours sont basés sur de la pratique. Le tableau 3.28 présente la synthèse des différentes modalités évoquées ci-dessus.

Tableau 3.28 Récapitulatif des modalités

Modalité horaire	Modalité de type de diplôme	Modalité de choix
En lien avec le fonctionnement de l'école	Certificat	Choix des cours par les étudiants
En lien avec la pédagogie	Formation	Participation aux cours selon le niveau
	Programme	
	Modules en ligne	

3.4.4 Intégration des compétences non techniques au sein de cours techniques

Parmi les écoles interrogées, comme nous l'avons vu précédemment, 91% ont indiqué qu'elles intégraient des compétences non techniques au sein des cours techniques. Nous avons vu également quelles sont les compétences intégrées dans les cours techniques, de la plus souvent intégrée à la moins souvent intégrée. Parmi les compétences les plus souvent intégrées, on retrouve le travail en équipe et la coopération, la communication, la gestion du temps et de la pression et la capacité à motiver une équipe. Alors que l'empathie, la gestion des émotions et la capacité à influencer les autres sont peu intégrées.

L'un des exemples d'intégration des compétences non techniques dans les cours techniques est le projet de synthèse. En effet, la plupart des écoles mettent en place des mécanismes au cours de la dernière année de la formation pour permettre aux étudiants de synthétiser les connaissances accumulées et de se préparer à l'entrée dans la vie professionnelle. Parmi les pédagogies déployées par les écoles à cet effet, certaines sont nommées « Capstone projects » ou projets de synthèse ; la plupart d'entre eux permettant de lier compétences techniques et non techniques. L'un des projets de synthèse développé par une école participante à l'étude implique les étudiants dans la recherche et l'élaboration de solutions pour répondre aux besoins de l'industrie, du marché et de la société grâce à une équipe interdisciplinaire d'étudiants. Le sujet principal est technique cependant les compétences de travail en équipe interdisciplinaire et de leadership des étudiants sont mises à l'épreuve. Le projet en question est réalisé sur deux semestres (une année universitaire).

3.4.5 Cours consacrés au mélange de compétences techniques et non techniques

Sur le même principe que les cours non techniques, des cours alliant volontairement technique et non technique sont proposés par de nombreuses écoles d'ingénieur. Les informations à propos de ce type de cours ont premièrement été demandées par le biais du questionnaire et, plus spécifiquement, par la question suivante :

« Y a-t-il un ou plusieurs cours dont le but est de fusionner les compétences techniques et non techniques ? Si oui lesquels ? (Précisez le nom et le sigle des cours) »

Les réponses ont été un facteur important lors de la sélection des écoles pour participer à la phase deux, dans laquelle les écoles étaient amenées à fournir plus de détails sur ces techniques en particulier. En effet, l'un des objectifs de seconde phase était de pouvoir demander des précisions aux écoles concernant les techniques d'intégration des compétences non techniques peu communes. Les méthodes mixtes font partie des méthodes peu communes ayant peu de similitudes entre les écoles et, contrairement aux méthodes évoquées dans la partie « autres » (étant également peu communes), celles-ci sont la plupart du temps obligatoires. Par

conséquent, la plupart des informations présentes dans cette partie sont tirées des données récoltées par entrevue lors de la seconde phase.

La différence entre les cours mixtes et les cours techniques avec intégration de compétences non techniques réside dans le fait que le cours a été pensé pour développer autant les compétences techniques et non techniques. La pédagogie et les modalités sont adaptées à cet effet. Il arrive même parfois qu'il y ait des professionnels du non technique parmi les professeurs ou que ceux-ci soient formés au non technique (voir 3.7 Formation des professeurs).

Dans les cours mixtes, la pédagogie est basée sur les projets. L'apprentissage par projet a été normalisé par le terme de « *project based learning* » (PBL) qui a été évoqué à plusieurs reprises par les participants à l'entretien comme méthode utilisée pour mélanger compétences techniques et non techniques. L'institut d'éducation Buck « PBL Works » a pour objectif de guider les professeurs et leur donner les capacités pour améliorer leur enseignement en utilisant la technique de PBL. Ils décrivent cette méthode de la manière suivante : « une méthode d'enseignement dans laquelle les étudiants acquièrent des connaissances et des compétences en travaillant pendant une longue période pour enquêter et répondre à une question, un problème ou un défi authentique, engageant et complexe »¹⁵ [Traduction libre] (Buck institute for education, 2020).

Les cours/ projets intégrateurs

Plusieurs écoles ont mentionné des cours consacrés au mélange de compétences techniques et non techniques (que nous nommerons cours mixtes). Ils peuvent prendre la force de « cours intégrateurs » ou « projets intégrateurs ». Ces derniers ne fonctionnent pas exactement de la même manière selon les écoles. Cependant ils ont les points communs suivants :

¹⁵ <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>

- pédagogie par projet (le projet est lié à un sujet technique),
- travail en groupe,
- nécessite l'utilisation de connaissances et outils non techniques,
- nécessite l'utilisation de connaissances et outils techniques,
- présence de deux types formateurs : professeurs non techniques (coachs)
et professeurs techniques (qui peuvent être la même personne selon les connaissances),
- utilisation de la réflexivité.

Un projet intégrateur est donc un cours dans lequel les étudiants sont réunis par groupes et doivent réaliser ensemble un projet technique. En parallèle ou en amont, ils sont armés de connaissances et outils techniques et non techniques pour pouvoir mener à bien le projet (cette partie n'est pas toujours directement intégrée au cours, elle peut être présente sous forme de prérequis). Le cours peut comporter différentes modalités selon les écoles. Cependant, il y a toujours une partie prévue en présentiel pour permettre la supervision des formateurs techniques et/ou non techniques. L'aspect non technique de la gestion de projet est géré par un coach, ce qui mène l'étudiant à faire preuve de réflexivité. L'idée principale du projet intégrateur est donc de mettre en application des compétences techniques tout en développant l'aspect non technique avec de l'aide extérieure. Cela permet de prendre conscience de l'importance du non technique même lors des projets techniques, de comprendre et de développer par la pratique. La différence avec les cours techniques avec intégration des compétences non techniques est grande puisque lors d'un projet intégrateur, les étudiants sont amenés à prendre conscience de l'aspect non technique et à l'améliorer. **Les points sur lesquels les cours intégrateurs diffèrent** sont principalement les sujets des projets, les modalités et la formation des professeurs.

Sujet du projet

Le sujet du projet peut être choisi par le professeur technique, mais ce n'est pas toujours le cas. En effet, il arrive que l'école profite des cours intégrés pour faire intervenir l'industrie qui choisira le sujet. Cela impose une dimension plus réelle au projet et augmente généralement l'implication des étudiants.

Lorsque les projets intégrateurs ont lieu chaque année, ils peuvent être progressifs. Par exemple, l'un des scénarios mis en place par les écoles interrogées ajoute le volet éthique au niveau de la deuxième année (sujets impliquant des problématiques sensibles).

Modalités

Le cours peut être séparé en plusieurs sessions reliées à la pédagogie employée. Cette séparation n'est pas obligatoire, et, même lorsqu'elle est réalisée, les modalités sont évidemment différentes selon les écoles. Les différentes modalités sont présentées dans la figure 4.4.

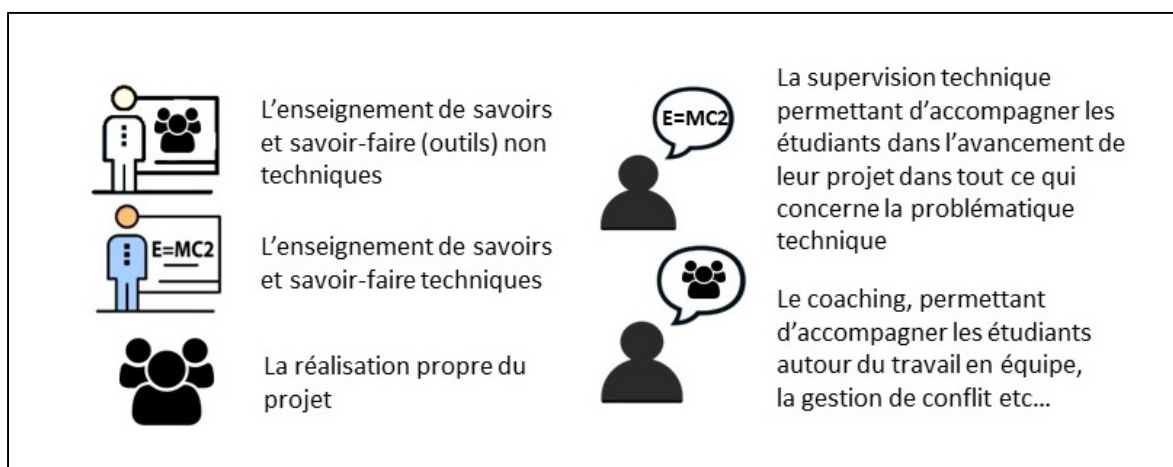


Figure 3.1 Pédagogies employées lors des projets d'intégration¹⁶

Les trois modalités rencontrées lors des projets ou cours intégrateurs sont les suivantes : cours d'enseignement de savoirs et savoir-faire, cours pratiques dans lesquels les étudiants avancent leurs projets et sont supervisés par les professeurs et/ou coachs, rencontres coach/groupe. Les cours et le coaching peuvent être techniques ou non techniques. Au total, il y a donc cinq

¹⁶ Pictogrammes libres de droit, iconicons.com

modalités présentées dans la figure ci-dessus. Les différents scénarios mis en place dans les écoles interrogées sont présentés grâce aux figures 3.2, 3.3 et 3.4.

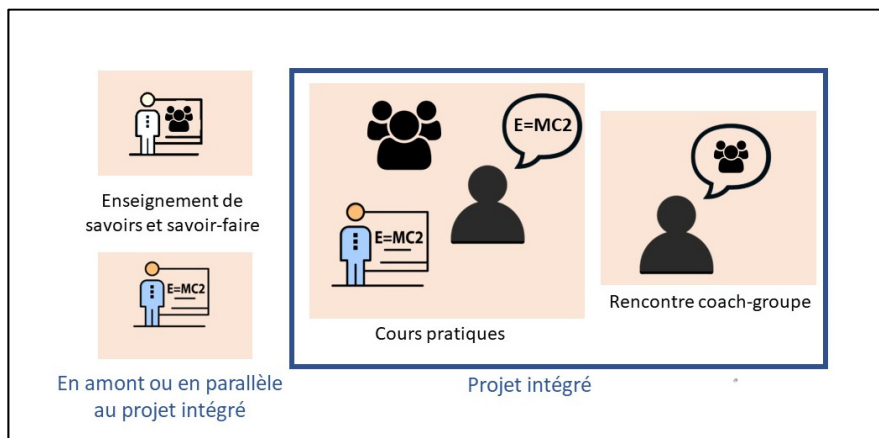


Figure 3.2 Scénario 1 de modalités de projets intégrés¹⁷

Le coaching non technique séparé entièrement de la partie technique : la réalisation du projet est supervisée uniquement par des professeurs techniques et un coaching est réalisé en parallèle grâce à des rencontres entre le coach et l'équipe, d'une durée variante, entre une heure et une heure et demie, ayant lieu entre une et trois fois par an. Les modalités de coaching sont flexibles, dépendamment des besoins de l'équipe. Cependant, selon le nombre d'équipes à coacher et le nombre de coach, cette flexibilité est limitée. Dans ce scénario, le coaching est réalisé sur plusieurs années et permet donc l'accompagnement des étudiants dans le développement de leurs compétences non techniques. Ceci est un réel avantage puisque ces compétences se développent avec le temps. Concernant l'enseignement de savoirs et savoir-faire non techniques, un cours est prévu à cet effet et doit être suivi par les étudiants avant ou en parallèle au premier projet intégrateur (prérequis). Les savoirs et savoir-faire techniques sont enseignés lors des heures de cours prévues pour la réalisation du projet si besoin en même temps que la supervision. En général, les projets intégrateurs permettent de mettre en pratique la plupart des savoirs et savoir-faire techniques acquis lors de différents cours.

¹⁷ Pictogrammes libres de droit, iconicons.com

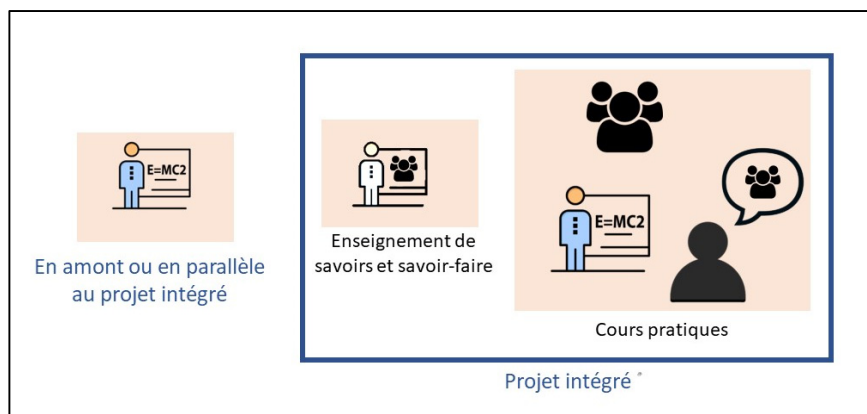


Figure 3.3 Scénario 2 de modalités de projets intégrés¹⁸

Le coaching non technique est réalisé en même temps que la réalisation du projet : La partie « réalisation du projet » est séparée de la partie « enseignement de savoirs et savoir-faire techniques ». Dans ce scénario, il n'y a pas de supervision technique directe du projet puisque les professeurs supervisant la partie réalisation du projet sont des professeurs non techniques (coachs). La partie « enseignement de savoirs et savoir-faire non techniques » fait partie du cours intégrateur, mais elle est séparée de la partie réalisation de projet : un cours par mois est proposé à cet effet.

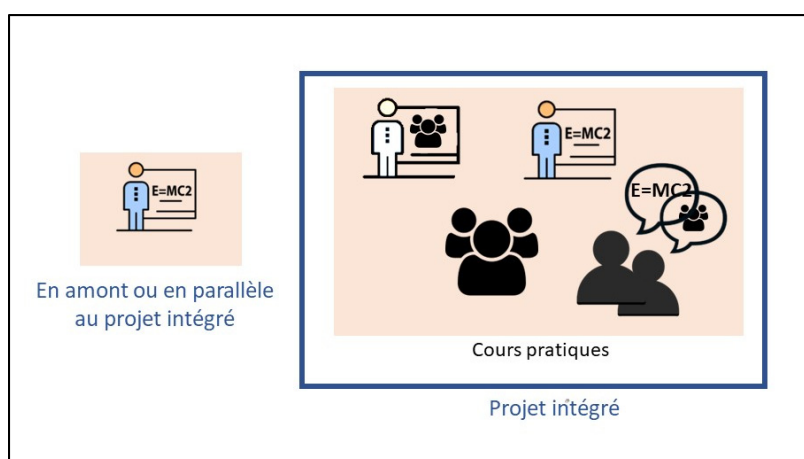


Figure 3.4 Scénario 3 de modalités de projets intégrés¹⁹

¹⁸ Pictogrammes libres de droit, iconicons.com

¹⁹ Pictogrammes libres de droit, iconicons.com

Le coaching non technique est réalisé en même temps que la réalisation du projet et la supervision non technique : Dans ce scénario, le coach est également professeur technique. Il supervise et coach le technique et le non technique lors de la réalisation du projet par équipe. Les parties « enseignement de savoirs et savoir-faire non techniques » et « enseignement de savoirs et savoir-faire techniques » sont également enseignées durant la même période de cours de quatre heures, en amont de la partie « réalisation du projet ».

Les trois scénarios présentés sont ceux qui ont été mis en place par les écoles interrogées. Cependant, il existe très probablement des écoles ayant mis en place d'autres scénarios de projets ou cours intégrés.

Formation des professeurs

Les professeurs responsables de l'aspect non technique sont soit des professionnels en compétences non techniques soit des professeurs techniques ayant suivi une formation non technique (dans ce cas, les deux types de formateurs peuvent être la même personne). Dans le cas où les responsables de l'aspect non techniques sont des professeurs techniques, leur formation est souvent relativement sommaire et dure une à deux heures. Une formation d'une à deux heures, comparée à un diplôme dans le domaine, peut avoir une très grande différence quant à l'aide apportée aux étudiants lors de la réalisation de leur projet.

D'autres écoles ont mis en place des projets similaires aux projets intégrés, mais n'ont pas employé ce terme pour les décrire, comme par exemple les semaines transverses. Ici encore, les étudiants sont regroupés pour répondre à des problématiques réelles, supervisés par des professeurs techniques et des coachs spécialisés en compétences non techniques. L'une des différences observées est la modalité horaire puisque ces cours sont condensés en une semaine, ce qui rajoute une dynamique de rapidité. Une autre différence importante est le type de problématique qui n'est pas forcément directement technique. Ce sont alors les solutions apportées à ces problématiques qui ajoutent le côté technique au projet. L'aspect interdisciplinaire est ajouté grâce à un mélange des étudiants de plusieurs écoles d'ingénieur

au sein des groupes, ce qui rajoute une contrainte d'adaptation et implique encore plus de compétences non techniques.

3.4.6 Autres

Les activités extracurriculaires peuvent contribuer à l'apprentissage des compétences non techniques. Les clubs étudiants en sont un bon exemple : les étudiants se réunissent autour d'un thème pour créer quelque chose ensemble. Ils sont donc automatiquement confrontés à des problématiques de travail en groupe et plus précisément ils sont amenés à utiliser une grande partie des compétences citées dans les tableaux 3.3 et 3.4. Ils sont mis en situation réelle de gestion de projet. Il y a cependant une différence entre les clubs dont le but est de créer quelque chose de technique ou dont le thème est purement technique et ceux sans rapport direct avec l'ingénierie. Les clubs techniques sont une application directe de ce qui est vu en cours avec un ajout de compétences non techniques. Les autres, pas directement techniques, apportent différents avantages, comme le fait de réaliser quelque chose de complètement différent pour permettre aux étudiants de sortir du monde de la science pure tout en accumulant les compétences non techniques utiles en ingénierie dont cette étude fait sujet. Les stages sont également une manière non négligeable de développer les compétences non techniques. Les étudiants sont confrontés à la vie professionnelle sur une courte durée, leur permettant d'appliquer ce qu'ils ont appris tout en découvrant la réalité de l'importance des compétences non techniques. Leur intégration au sein d'une équipe leur permet d'intégrer ces compétences par besoin tout en les appliquant directement.

Le questionnaire permettait dans un premier temps de récolter des informations quantitatives à ces sujets :

« Quel est le pourcentage d'écoles proposant des clubs ? Si oui la participation à au moins un d'entre eux est-elle obligatoire ? »

« Quel est le pourcentage de ces clubs qui se rapporte directement à l'ingénierie au sens purement technique du terme ? »

« Quel est le pourcentage d'écoles obligeant la participation à au moins 1 stage ? »

Le tableau 3.29 présente les réponses obtenues par les participants à l'étude aux questions ci-dessus ainsi que par rapport à l'existence d'un laboratoire de recherche non technique.

Tableau 3.29 Résultats concernant les activités hors cursus et la présence d'un laboratoire de recherche non technique

Sujet	Type de statut	Nombre d'écoles dont le sujet possède ce statut	Pourcentage correspondant
Clubs/ Associations étudiantes	Existence	21	95%
	Statut obligatoire	2	9%
	Pourcentage de clubs techniques	<25%	57%
		50%	33%
		>75%	5%
Stages	Statut obligatoire	12	57%
Laboratoire	Existence	8	38%

Le tableau ci-dessus regroupe les résultats obtenus grâce au questionnaire. La plupart des écoles interrogées (95%) proposent des clubs étudiants, mais seulement 9% d'entre elles en obligent la participation. La plupart des écoles possèdent surtout des clubs sans rapport direct avec la technique.

La majorité des écoles obligent la participation à un stage au minimum pendant tout le cursus, mais il reste cependant 43% des universités dans lesquelles la participation à un stage est facultative. Dans le questionnaire, il était demandé aux participants de citer d'autres méthodes d'intégration des compétences non techniques utilisées dans leurs écoles (ou en cours de développement) et non évoquées dans le questionnaire. Les réponses apportées par les participants ont été regroupées en 10 catégories, formées en fonction de celles-ci :

- séminaires et séances de discussion,
- liens avec entreprises/ intervenants extérieurs,
- mentors/ tuteurs,
- réflexivité,
- extrascolaire/ clubs étudiants/ entrepreneuriat,
- cours/ formations/ certificats,

- challenges entre étudiants,
- interdisciplinaire/ liens avec d'autres écoles,
- mise en situation réelle,
- projets.

Les tableaux 3.30 et 3.31 résument les réponses apportées par les participants et leur récurrence par catégorie.

Tableau 3.30 Autres méthodes d'intégration des compétences non techniques évoquées par les écoles participantes au questionnaire

Catégorie	Intitulé	Récurrences
Séminaires, séances de discussion	Séminaires Analyses, présentations, discussions en groupe d'articles scientifiques ou travaux Conférences, débats Analyses de controverses et défenses argumentaires Participation à des séances de discussion sur divers enjeux de société au Parlement européen	6
Liens avec entreprises/ intervenants extérieurs	Ateliers carrière Formations proposées par les entreprises ou acteur du monde professionnel Activités avec les entreprises proposées par un club étudiant Activités avec entreprises (rencontres, simulations, visites) Coaching d'équipe réalisés par des spécialistes du domaine	5
Mentors/ tuteurs	Mentorat Encadrement d'étudiants par d'autres étudiants d'années supérieures Forum des élèves diplômés	3
Challenges entre étudiants	Participation à des concours Challenges	4
Réflexivité	Évaluation des cours (pendant et après) Écriture de documents réflexifs Création d'un portfolio : Projet d'accompagnement dans l'intégration des <i>soft skills</i> et des connaissances du monde professionnel Possibilité d'évaluer et reconnaître les compétences acquises dans ces activités et de les créditer dans son programme d'études	3

Tableau 3.31 Autres méthodes d'intégration des compétences non techniques évoquées par les écoles participantes au questionnaire (suite)

Catégorie	Intitulé	Réurrence
Extrascolaire/ clubs étudiants/ entrepreneuriat	Support aux activités étudiantes Assistance universitaire pour les projets personnels entrepreneuriaux Projets de volontariat étudiants (*) Groupes techniques comme ingénierie sans frontière Fond étudiant pour les activités extracurriculaires Activités de team building Séminaires de team building pour les associations Participation ou organisation d'activités en lien avec la vie de la faculté : cours de soutien, encadrement stage, fête des sciences, portes ouvertes, école d'été Valorisation des <i>soft skills</i> dans les acquis des activités associatives Pratiques artistiques et culturelles Junior entreprise, gestion de fablab, association de coopération "ingénieur" au développement	8
Cours/ formations/ certificats	Certificat en communication professionnelle Certificat en innovation technologique Cours courts Cours reliés aux compétences professionnelles École d'été Initiation au <i>design thinking</i>	7
Interdisciplinaire/ liens avec d'autres écoles	Activités interdisciplinaires par équipe Cours ou séminaires en commun avec étudiants d'universités d'autres pays Matinée internationale Activités de coopérations transversales interdisciplinaires avec les étudiants des deux autres écoles du Pôle (Management et Web)	4
Mise en situation réelle	Immersion dans une "ferme expérimentale" Création d'équipes d'ingénierie Dernier semestre en création d'entreprise	3
Projets	Projets de fin d'études Mémoire de fin d'étude en entreprise Projets SMILE et leadership Sport obligatoire et noté pour moitié sur les soft skills (et moitié sur la performance sportive)	4

La fréquence de possession d'un laboratoire de recherche non technique par les universités est également vérifiée grâce au questionnaire. D'après le tableau 3.29, un peu plus d'un tiers des écoles possèdent un laboratoire dédié aux compétences non techniques.

Lors de la phase 2 (entretien), nous avons collecté des informations plus précises au sujet du laboratoire comme son rôle, son utilité et son influence concernant l'intégration des compétences non techniques dans les programmes.

« Le laboratoire de recherche en sciences humaines a-t-il une influence sur le développement de l'université/des cours en matière de compétences non techniques ? Si oui, dans quelle mesure ? »

Les réponses fournies par les différentes écoles par rapport aux laboratoires ont été relativement succinctes : ils participent à l'élaboration du catalogue de cours non techniques ainsi qu'à l'amélioration de la pédagogie. L'une des universités a indiqué avoir un laboratoire de recherche non technique qui dépend de la faculté de psychologie et n'a aucun lien direct avec la faculté d'ingénierie. Cette école travaille actuellement sur la création d'un centre de recherche inter facultaire ayant pour thème « l'entrepreneuriat ».

Lors de la seconde phase, nous cherchions également à savoir si les clubs sont reconnus comme méthode d'intégration des compétences non techniques par les organismes d'accréditation et par l'école elle-même et si oui dans quelles mesures. Cette question a aussi été posée à propos des semestres à l'étranger, des écoles d'été et des césures :

« Les semestres à l'étranger sont-ils reconnus comme étant un moyen de développement des compétences non techniques par l'organisme d'accréditation ? »

« Les écoles d'été sont-elles reconnues comme étant un moyen de développement des compétences non techniques par l'organisme d'accréditation ? »

« Les césures sont-elles reconnues comme étant un moyen de développement des compétences non techniques par l'organisme d'accréditation ? »

« La participation à des associations étudiantes ou clubs étudiants est-elle valorisée par l'école ? Si oui, comment ? »

« Les associations/clubs étudiant(e)s sont-elles/ils reconnu(e)s par l'organisme d'accréditation comme un moyen de développer les compétences non techniques ? »

La plupart des réponses obtenues auprès des écoles interrogées se regroupent en une même constatation : les organismes d'accréditation apprécient l'effort des écoles pour encourager ce type d'activité, mais n'exige rien en particulier concernant les activités extrascolaires. La seule information de ce type évoquée dans les documents d'accréditation est le fait que les écoles d'ingénieur doivent proposer des dispositifs permettant aux étudiants de s'ouvrir vers l'extérieur. Le reste concerne surtout les programmes.

Les semestres à l'étranger sont la plupart du temps non obligatoires, dû au coût associé. Certains étudiants seraient dans l'impossibilité de financer leur séjour malgré les bourses proposées. L'un des autres obstacles est le fait qu'il n'y a pas toujours autant de partenariats avec des universités étrangères que d'étudiants, autrement dit qu'il n'y a pas autant de places disponibles pour partir à l'étranger que d'étudiants. La popularité des séjours à l'étranger et l'encouragement à en réaliser par les professeurs dépendent des écoles, de leur fonctionnement académique et du nombre d'années de la formation. Au-delà des contraintes budgétaires et de places disponibles, les universités ont généralement conscience de l'avantage pour le développement des étudiants de réaliser des semestres à l'étranger. En Suisse par exemple, les écoles mettent en place des séjours dans d'autres écoles du même pays, en raison du bilinguisme du pays.

Concernant les écoles d'été, elles sont généralement assez peu populaires d'après les réponses des écoles participantes à l'étude. Certaines écoles ont indiqué organiser des écoles d'été plutôt destinées aux étrangers. D'autres ont précisé que celles-ci sont plus populaires chez les étudiants orientés vers la recherche, bien qu'elles ne soient pas reconnues.

Les césures ne sont pas populaires dans les écoles interrogées : soit elles ne sont pas rendues possibles, soit elles ne sont pas reconnues par des équivalences. Dans tous les cas, ce n'est pas un sujet évoqué lors de la visite des organismes d'accréditation, tout comme les écoles d'été.

Les clubs et associations étudiantes sont souvent proposés, mais leur participation n'est pas obligatoire. Elle est parfois encouragée par l'école, surtout lorsqu'il s'agit d'activités autres que purement festives. Cet encouragement peut se faire par l'intermédiaire de présentations, d'organisation d'évènement, mais également grâce au financement dédié aux clubs et associations.

Les écoles d'été, les césures, les clubs et associations sont considérés comme des activités hors cursus puisqu'elles ne font pas partie des programmes. Cependant, cela ne signifie pas que leur apport en développement de compétences est négligeable. Pour cette raison, les écoles travaillent de plus en plus sur des systèmes d'équivalences en termes de crédits pour permettre de reconnaître cet apport. Certains établissements proposent déjà des équivalences en demandant un rapport et/ou une soutenance devant un jury pour vérifier les compétences acquises. Les écoles d'été et les césures étant peu populaires dans les écoles interrogées, la question d'équivalence ne se pose pas. Cela concerne plutôt les clubs et associations étudiantes ou encore la participation à la vie de l'école ou l'aide à l'organisation d'évènements. Quant aux séjours à l'étranger, ils ne sont en général pas en soi suffisamment reconnus par les écoles comme manière de développer des compétences non techniques pour faire l'objet d'équivalences en termes de crédit. La manière la plus fréquente d'obtenir des équivalences lors d'un séjour à l'étranger est de valider des compétences dans les cours suivis dans l'établissement partenaire. Concernant les activités hors programme, un autre moyen de reconnaissance de développement de compétences évoqué par l'un des établissements interrogés est la remise d'attestation, notamment lors de la participation à un conseil participatif.

Finalement, plusieurs écoles interrogées ont affirmé une volonté de leur part de reconnaître les compétences acquises lors des activités hors cursus. Plusieurs processus de mise en place d'équivalences sont en cours.

3.5 Vérification de l'acquisition des compétences non techniques par les étudiants / Vérification de l'efficacité des méthodes employées

Ingénieurs Canada a publié en 2019 les nouveaux critères et les nouvelles procédures d'accréditation. Parmi les critères d'accréditation, nous retrouvons des indications sur la vérification des acquis, notamment par rapport aux indicateurs, aux outils de l'évaluation et aux résultats de l'évaluation. En voici un extrait :

« Indicateurs : Pour chaque qualité, il doit y avoir en place un ensemble d'indicateurs mesurables et documentés qui décrivent ce que les étudiants doivent acquérir pour être jugés compétents dans la qualité correspondante. »

« Outils d'évaluation : Il doit y avoir en place des outils d'évaluation documentés qui sont adaptés à la qualité et qui sont utilisés pour obtenir des données sur l'apprentissage des étudiants relativement aux douze qualités sur un cycle d'au plus six ans. »

« Résultats de l'évaluation : Au moins un ensemble de résultats d'évaluation doit être obtenu pour les 12 qualités sur une période d'au plus six ans. Les résultats doivent démontrer clairement que les diplômés d'un programme possèdent les qualités énumérées ci-dessus ».

Pour rappel, les douze qualités évoquées sont listées paragraphe 1.3.1.

Les écoles ayant passé l'entretien correspondant à la phase deux ont donné des éléments de réponse à la problématique de vérification de l'acquisition des compétences non techniques et donc à la vérification de l'efficacité de l'enseignement et des cours mis en place. Ce qui sert à cette étude d'éléments de réponse est en réalité les méthodes employées par ces écoles. Nous leur avons demandé s'ils avaient des moyens de vérification pendant le cursus, à la fin du cursus et post diplôme (dans leurs premiers emplois), sachant que ces compétences se développent avec le temps. Ces résultats sont complétés par les analyses des plans de cours ou

descriptifs de cours trouvés grâce à l'aide des contacts directement ou grâce à leurs réponses aux questionnaires (sigle + noms des cours). Les données récoltées sont présentées ci-dessous.

Pendant le cursus

L'évaluation la plus courante évoquée est bien sûr les examens au sein des cours, techniques comme non techniques. Nous allons dans un premier temps nous concentrer sur les cours non techniques. Pour rappel, toutes les informations sont tirées de l'analyse des documents fournis par les écoles concernant les cours non techniques qu'ils proposent.

Plusieurs types d'évaluation existent. Elles peuvent se différencier par type d'éléments à évaluer : connaissances/savoirs, compétences de savoir-faire, compétences de savoir-être (voir paragraphe savoirs et savoir-faire enseignés au sein des cours non techniques). Ici, cette catégorisation est encore une fois utilisée, car elle permet de bien différencier les différents niveaux d'apprentissage d'une compétence non technique.

Ces catégories peuvent être évaluées à différentes périodes du semestre : à la fin de chaque cours, à l'issue d'une activité, d'un projet, d'un test aléatoire ou prévu, d'un examen officiel de mi semestre ou de fin semestre selon le plan de cours et la catégorie. En effet, les connaissances peuvent s'évaluer par un test de fin de cours alors que le savoir-être met plus de temps à se développer. Les savoir-faire s'évaluent plutôt à l'issue d'une activité ou d'un projet selon l'outil. Il y a également différentes manières d'évaluer selon les catégories. Les connaissances sont les plus facilement évaluables puisque la compétence de savoir est binaire. L'évaluation classique peut alors être mise en place :

- test écrit avec questions à choix multiples, questions ouvertes ou questions fermées,
- test écrit de rédaction : dissertation (permettant en même temps de développer la compétence de communication écrite),
- interrogation orale de connaissances,
- présentation orale préparée (permettant en même temps de développer la compétence de communication et confiance en soi par la prise de parole en public).

Pour les savoir-faire, les méthodes d'évaluation diffèrent selon les outils :

- étude de cas au sein d'une évaluation écrite,
- évaluation du résultat final d'un projet (rapport ou autre activité) dont l'utilisation d'un ou plusieurs outils a été nécessaire (en supposant que la bonne utilisation d'un outil est un des principaux facteurs de réussite du projet),
- évaluation de l'utilisation de l'outil par observation grâce à une grille d'évaluation basée sur un barème; chaque élément observé sera alors évalué un par un et les notes de chaque élément seront additionnées, avec ou sans pondération,
- évaluation de l'utilisation de l'outil par rendu écrit d'une explication de la méthode mise en place,
- évaluation de l'utilisation de l'outil par rendu de l'outil lui-même (dans le cas d'un outil physique comme un diagramme de GANTT par exemple).

Le tableau 3.32 synthétise les types d'évaluation évoqués plus ci-dessus.

Tableau 3.32 Liste des types d'évaluation et des catégories de compétences associées

Catégorie d'évaluation	Type d'évaluation	Catégorie de compétences associées
Évaluation écrite/ physique	Questions à choix multiple	Savoir
	Questions ouvertes	Savoir
	Questions fermées	Savoir
	Rédaction	Savoir
	Étude de cas	Savoir/ Savoir-faire
	Rapport	Savoir/ Savoir-faire
	Carnet de bord	Savoir-faire/ Savoir-être
	Œuvre d'art (film, peinture...)	Savoir-faire/ Savoir-être
Évaluation orale	Interrogation	Savoir
	Présentation	Savoir/ Savoir-faire
	Soutenance	Savoir/ Savoir-faire
	Pièce de théâtre/ mise en scène	Savoir/ Savoir-faire/ Savoir-être
Évaluation basée sur une observation	Selon une grille/ un barème	Savoir-faire/ Savoir-être

Les méthodes d'évaluation de l'acquisition des compétences non techniques au sein des cours s'inspirent parfois de concepts pédagogiques comme la réflexivité, qui a été évoquée plusieurs fois lors des entretiens, mais aussi retrouvé plusieurs fois dans les descriptifs de cours. C'est une technique relativement récurrente parmi les méthodes pédagogiques modernes. Elle est

souvent utilisée pendant ou à terme d'une activité, permettant à l'étudiant de se rendre compte lui-même des compétences qu'il a développées. Lorsqu'un étudiant participe à une activité pédagogique sans faire de retour sur ce qu'il a appris, il peut ne pas avoir compris l'intérêt de celle-ci ni saisi en quoi elle lui a été utile. De plus en plus, les professeurs demandent aux étudiants, à la fin d'un cours ou d'un semestre, de faire un retour sur ce qu'ils ont appris. Cela est d'autant plus utile pour les compétences non techniques puisque l'idée est souvent que l'étudiant les comprenne et intègre par lui-même, grâce à une situation vécue et non grâce à un cours magistral. Ce retour (ou *feedback*) peut prendre toute sorte de forme, notamment les formes de carnet de bord, d'autoévaluation, portfolio, rapport, discussion en groupe ou entretien individuel, tant que l'étudiant est amené à exercer une réflexivité sur ce qu'il a appris.

Notation

La notation est souvent remise en question pour des raisons pédagogiques. Des alternatives sont recherchées, mais malgré le dérangement qu'elle pose, elle paraît être indispensable. En effet, sans donner de résultat, comment montrer à l'étudiant si les compétences sont acquises ou non? La note permet avant tout de se positionner par rapport à la compréhension des éléments enseignés. Pour éviter que celle-ci soit trop démoralisante, vécue comme un échec lorsqu'elle est mauvaise, les alternatives tentent de positionner les étudiants face aux points à travailler, où sont leurs lacunes et où ils en sont précisément dans leur apprentissage. Les différentes méthodes récoltées parmi les programmes de cours non-techniques des établissements participants à l'étude sont les suivantes :

- notes (sur 10, sur 20, sur 50, %),
- lettres : la plupart du temps elles sont utilisées au terme du semestre. Une moyenne pondérée ou non est réalisée grâce aux notes obtenues durant le semestre et remplacée par la lettre correspondante selon l'intervalle dans lequel se trouve la note. Ce système de notation permet de valider ou non la matière,
- pourcentage/jauge par rapport aux objectifs ,
- pourcentage/jauge par rapport aux compétences : même avantage que la notation par rapport aux objectifs. L'organisme d'accréditation français demande désormais aux écoles

d'ingénieur de se rapprocher de plus en plus de l'évaluation par compétences. Elle est cependant plus difficile à mettre en place que la notation.

La méthode d'évaluation par les notes est de loin la plus utilisée pour son caractère pratique. Cependant elle est très controversée, comme évoqué précédemment. Les lettres sont également plutôt récurrentes surtout dans les universités. De plus en plus, les organismes d'accréditation (notamment la CTI) poussent les établissements à utiliser les méthodes utilisant les objectifs et les compétences. Elles ont en effet des avantages non négligeables comme le fait de permettre à l'étudiant et au professeur de voir exactement où l'étudiant en est dans son apprentissage par rapport aux objectifs finaux d'apprentissage du cours.

Les cours de langues sont les premiers à avoir été notés par objectifs. En effet, pour atteindre un niveau de langue, certains objectifs doivent être remplis. Les niveaux sont internationaux : A1, A2, B1, B2, C1, C2. Ces niveaux permettent aux étudiants de se positionner dans leur apprentissage de la langue et de communiquer leur maîtrise de la langue à leur employeur. Cela permet d'homogénéiser l'évaluation des langues et d'avoir un système comparable à l'international. Par exemple, un cours peut avoir pour objectif d'offrir un certain niveau aux étudiants. Pour cela, le barème international est utilisé : chaque objectif correspondant au niveau doit-être atteint par l'étudiant. Cela permet aux étudiants et aux professeurs de se positionner et d'avoir un repère. L'idée est de développer ce système dans d'autres domaines que les langues. Changer complètement un système de notation est cependant un vrai challenge pour les écoles et prend du temps.

Plusieurs écoles ont commencé ce changement, notamment en Europe (obligation de la CTI). La première étape était alors de définir les objectifs d'apprentissage de chaque cours ainsi que les compétences associées. Ensuite, une matrice par programme est effectuée avec, d'un côté la liste des cours correspondant au programme, de l'autre les compétences/objectifs exigés par l'organisme d'accréditation. Chaque compétence doit être cochée au moins une fois. Bien sûr, la plupart du temps, les compétences sont travaillées dans plusieurs cours. Plus elle est présente dans différents cours, mieux elle sera intégrée à la fin du cursus. Le tableau 3.34 montre un

exemple de matrice de compétences. Les cases vertes correspondent aux compétences et objectifs travaillés pendant le cours. Certains objectifs sont travaillés seulement dans un cours (objectif A3), tandis que d'autres sont présents dans tous les cours (objectif B1). Ces matrices permettent de s'assurer que toutes les compétences sont travaillées et qu'elles sont bien réparties dans les cours. Dans le cas où les étudiants ont le choix parmi les cours (c'est le cas des universités), il est important de créer le profil de chaque étudiant avec sa matrice personnalisée (car il n'aura pas suivi tous les cours du programme), pour s'assurer qu'il ait vu au moins une fois toutes les compétences et les objectifs. Certaines écoles permettent aux étudiants de faire valider une compétence grâce à des équivalences avec des activités extrascolaires, grâce au rendu d'un rapport, d'une soutenance, d'un carnet de bord ou encore grâce à une certification obtenue. Ces rendus sont alors le plus souvent évalués par un jury.

Ce type de matrice est très utile à l'intégration des compétences non techniques, car elle permet d'avoir une vue globale sur celle-ci au sein des cours techniques. L'évaluation par compétence oblige les professeurs à évaluer chaque compétence faisant partie des objectifs d'apprentissage du cours. Dans de nombreux cours techniques, les compétences non techniques sont nécessaires, mais ne sont pas forcément évoquées par les professeurs (projets par groupe). Le fait d'évaluer ces compétences à chaque fois que cela est nécessaire permet de voir l'évolution au fil des semestres. Cela permet également aux étudiants de se rendre compte de leur utilité et de comprendre à quel moment elles interviennent dans le monde de l'ingénierie. Cela incite également les professeurs à en souligner l'importance.

Le tableau 3.33 propose un exemple de gabarit de matrice de compétences utilisé pour la validation des compétences.

Tableau 3.33 Exemple de matrice de compétences

	Compétence A			Compétence B		Compétence C	
	Objectif A1	Objectif A2	Objectif A3	Objectif B1	Objectif B2	Objectif C1	Objectif C2
Cours 1							
Cours 2							
Cours 3							
Cours 4							

Plusieurs écoles ont indiqué que les compétences de communication écrite et orale sont travaillées dans de nombreux cours, techniques comme non techniques, tout au long de la formation. En effet, les rapports et des soutenances sont des livrables plutôt bien réputés. Lorsque ces livrables sont demandés, les compétences de communication doivent être évaluées. Cela peut être inclus dans la note ou simplement être sous forme de retour oral et de conseils, par le professeur ou les étudiants. Il en est de même pour les qualités de travail en groupe, souvent développées dans les travaux de projet. Certains professeurs émettent une appréciation, une note ou des conseils, mais la plupart du temps cette compétence est valorisée au niveau de la note finale bien qu'elle ne soit pas évoquée. Un travail en groupe dans lequel les étudiants n'arrivent pas à s'entendre ou à être efficace sera de qualité nécessairement inférieure à un travail en groupe dont les étudiants participants ont réussi à collaborer.

Cas particulier

Nous avons évoqué les évaluations les plus courantes au sein ou à l'issue des cours. Cependant, certains cas particuliers permettent une évaluation au fil des années pour vérifier le développement d'une compétence. Parmi les méthodes d'intégration des compétences non techniques, nous retrouvons les cours techniques, les cours non techniques et les cours permettant un mélange des deux types de compétences, techniques et non techniques. Dans le cas de ces dernières, certaines écoles ont évoqué un coaching sur plusieurs années. Les compétences non techniques se développant selon le temps et les expériences vécues, le fait de pouvoir les évaluer sur plusieurs années apporte un grand avantage. La méthode de vérification

de l'acquisition des compétences à l'issue des séances de coaching est appelée « grille de comportement ». En réalité, cet outil a été créé dans le but de vérifier l'efficacité du programme dans l'intégration de compétences non techniques en montrant les améliorations des étudiants entre le début de celui-ci et la fin. Les résultats sont en effet destinés à l'organisme d'accréditation, car elle sert à évaluer la méthode et non l'étudiant.

A l'issue de chaque année de coaching d'équipe, la grille de comportement est remplie pour chaque étudiant puis compilée sur un système informatique. Le niveau attendu la dernière année est entre 7 et 8 sur 10. Des graphiques d'amélioration entre la première et la dernière année sont réalisés. Cette méthode sert à évaluer le programme principalement et non l'étudiant.

Dans certaines écoles, les cours sont regroupés dans des modules. Pour valider le module, il faut valider tous les cours correspondants ou choisir parmi les cours proposés pour obtenir le nombre de crédits correspondant au module. Chaque module possède des objectifs d'apprentissage, des compétences à valider. Les modules représentent des catégories de cours, plus précises que « cours techniques » et « cours non techniques ». Certaines écoles fonctionnent plutôt par certification. Cela ressemble au fonctionnement par modules puisqu'il faut valider des cours pour avoir la certification. Cependant, elle possède l'avantage d'être plus formelle puisque l'étudiant reçoit un certificat prouvant ses capacités acquises. Cette dernière a donc un côté gratifiant, une approche pédagogique positive pour pousser l'étudiant à être acteur de son apprentissage et le motiver dans l'acquisition des compétences. Le côté officiel permet également de le mentionner dans le curriculum vitae (CV).

A la fin du cursus

Les compétences sont difficilement évaluables en dehors des cours. En effet, sur quoi pourrait-on baser l'évaluation, si ce n'est pas dans le contexte d'un cours avec des rendus créés par les étudiants? Lors d'une évaluation par pourcentage d'acquisition d'une compétence, il suffit de regarder les derniers résultats obtenus pour avoir une évaluation en fin de cursus. Ceci est l'un

des avantages de l'évaluation par pourcentage d'acquisition : elle permet la continuité de l'évaluation au cours de la formation.

Certaines écoles se servent d'outils leur permettant d'avoir une continuité dans le programme et permettant aux étudiants de passer par tous les enseignements et les compétences nécessaires à l'ingénieur au cours du programme. Le CDIO (*Conceive Design Implement Operate*) par exemple est un document ayant pour but d'aider les écoles à ce que leurs programmes et leur pédagogie remplissent des objectifs nécessaires pour développer de bons ingénieurs. La décision de suivre ce document est interne et non obligatoire, mais elle est reconnue entre les universités. L'acquisition des compétences non techniques par les étudiants fait partie intégrante des objectifs présents dans ce document. L'école ayant évoqué ce document l'utilise comme outil de référence et le positionne à la base de ses programmes d'ingénierie. En effet, chaque compétence du CDIO est intégrée dans le système informatique sous forme de questionnaire, dont chaque professeur doit s'inspirer et indiquer quelles compétences sont travaillées par les étudiants pendant le cours. Une matrice similaire à celle évoquée plus haut est automatiquement compilée grâce aux réponses de chaque professeur au questionnaire.

Le bon déroulement du stage de fin de cursus, lorsqu'il y en a un, permet également de vérifier l'acquisition des compétences non techniques, car c'est en général pendant les expériences professionnelles que les lacunes au niveau des compétences non techniques sont constatées. En partant du même principe, lorsque le programme prévoit deux stages, il est possible de comparer les appréciations du premier stage et du deuxième pour vérifier l'amélioration. Pour cela, les responsables des stagiaires au sein de l'entreprise doivent être interrogés sur un barème précis pour pouvoir comparer les résultats. Les rapports et les soutenances à l'issue des stages sont également de bons indicateurs du déroulement du stage. Bien que les stages soient de très bons moyens de développer des compétences non techniques, tous les programmes ne les exigent pas. Certaines écoles proposent un travail de recherche à la place (mémoire/ thèse/ projet). Ces travaux ont été évoqués plusieurs fois lors des entretiens comme moyen de vérification de certaines compétences non techniques à la fin du cursus, grâce aux rapports et

aux soutenances, vérifiant la communication par exemple (rédaction écrite, présentation orale) ou encore l'esprit de synthèse.

Post diplôme

Dans certains cas, des vérifications des compétences non techniques sont réalisées chez les étudiants ayant été diplômés quelques années auparavant. Cela permet notamment de vérifier si le programme possède des lacunes ou encore si l'intégration de certaines compétences mériterait d'être revue. Plusieurs méthodes de vérification de ces compétences ont été évoquées lors des entretiens. Dans certains cas, ce sont les étudiants qui sont interrogés grâce à un sondage envoyé par mail, dans d'autres cas ce sont les entreprises qui sont interrogées, par sondage ou de manière informelle en questionnant les contacts industriels. En général, ces vérifications se font un ou deux ans après le diplôme. Cela permet d'adapter les programmes aux nouvelles nécessités de l'industrie.

L'une des écoles interrogées a choisi de mener une étude auprès des employeurs (réalisée par le suivi des stages) pour vérifier l'efficacité de son système d'intégration des compétences non techniques. Plusieurs énoncés, techniques et non techniques, étaient proposés aux employeurs, décrivant les compétences nécessaires en entreprise. Ces derniers devaient noter chaque compétence par rapport aux ingénieurs employés ou anciens employés dans l'entreprise qui venaient de cette école.

Le tableau 3.34 présente une synthèse des types d'évaluation évoqués dans cette partie.

Tableau 3.34 Récapitulatif des types d'évaluation

Pendant le cursus		A la fin du cursus	Après le cursus
Evaluations de cours	Evaluations en dehors des cours		
Différentes modalités d'évaluation selon le type de compétences	Coaching sur plusieurs années	Grâce à la continuité offerte par la matrice compétences ou par l'évaluation par compétences	Auprès des anciens étudiants
Evaluation à différentes périodes du semestre	Modules		Auprès des diplômés
Avec des méthodes pédagogiques modernes	Certifications	Grâce aux stages	
Avec des méthodes de notations différentes		Grâce aux projets de fin de cursus	

3.6 Obstacles à l'intégration des compétences non techniques et solutions pour les éviter

Dans la revue de littérature, nous avons vu que l'intégration des compétences non techniques se confrontait à beaucoup d'obstacles. Certains d'entre eux sont liés à des problématiques qui sont identiques à l'international. D'autres sont seulement nationaux, car ils dépendent de l'organisme d'accréditation, du cadre légal ou de la culture. Enfin, d'autres dépendent des écoles elles-mêmes et de leur fonctionnement. Nous avons donc voulu savoir quels sont les obstacles auxquels doivent faire face les écoles interrogées. Cette partie regroupe les réponses obtenues à la question suivante, posée lors de l'entretien :

« Quels sont les obstacles à l'intégration des soft skills dans l'université ? »

Problèmes généraux

La plupart des répondants ont évoqué des problèmes au niveau des professeurs. Le plus récurrent semble être le manque de compréhension de l'importance des compétences non techniques par les professeurs de cours techniques.

Le deuxième obstacle le plus fréquent concernant les professeurs est le fait qu'ils aient du mal à noter les compétences non techniques et à les observer par leur manque de formation dans le domaine. Certains reconnaissent ne pas se sentir en capacité d'évaluer les compétences non techniques, mais refusent de laisser un spécialiste les évaluer à leur place. Ce comportement reflète bien le premier obstacle évoqué. En effet, il est impensable pour eux que des personnes n'ayant pas d'antécédent en ingénierie ou en technique évaluent des futurs ingénieurs au sein de cours techniques, même s'ils ont seulement la charge d'évaluer la partie non technique.

Les compétences non techniques étant de plus en plus reconnues importantes chez les ingénieurs, et récemment exigées par les organismes d'accréditation, les écoles sont pour la plupart d'entre elles en transition vers de nouveaux cours et de nouvelles méthodes d'intégration des compétences non techniques. Cependant, pour ajouter de nouvelles matières, il faut en supprimer d'autres ou changer une partie du programme. Sans cela, le nombre de crédits à valider serait supérieur et le nombre d'heures de cours également. Ici encore, les professeurs ont pu se montrer réticents à la suppression de cours techniques ou d'éléments de cours techniques, ce qui reflète encore une fois l'obstacle de la non-compréhension de l'importance des compétences non techniques par les professeurs techniques. Ils ont alors tendance à vouloir remplacer les cours non techniques par d'autres cours non techniques. Cela est également dû au fait que les professeurs ne sont pas familiers avec le contenu des cours non techniques, ce qui ne les aide pas à comprendre leur importance. Ils ont par ailleurs souvent la conviction que leur matière est la plus importante. Les responsables de filière, qui sont dans certaines écoles des professeurs, ralentissent donc l'intégration des compétences non techniques par refus de la suppression d'éléments techniques. L'une des écoles interrogées a identifié cet obstacle majeur et essaye de sensibiliser les responsables de filière pour qu'ils considèrent les compétences non techniques de manière plus importante.

Une autre école, quant à elle, reconnaît une évolution importante de la connaissance du rôle des compétences non techniques chez les professeurs. Avant, dans cet établissement, les compétences techniques étaient reconnues importantes, mais ne relevaient pas de la formation

ingénieure, car étaient supposées être innées. Au fil des années, il y a eu une reconnaissance du fait que ces compétences n'étaient pas innées et que le rôle des universités était aussi de les développer. Une augmentation des stages pour accroître l'acquisition de ces compétences a eu lieu : le nombre de semaines de stage obligatoire a presque triplé en huit ans dans la formation ingénieure de cet établissement.

L'une des raisons à la réticence des professeurs aux compétences non techniques et particulièrement aux méthodes pédagogiques modernes a été identifiée par l'une des écoles par la différence de personnalité chez ceux-ci, souvent liée à leur âge. Les professeurs ayant connu depuis toujours des méthodes d'enseignement traditionnelles, où l'enseignant s'exprime et l'étudiant l'écoute, sont moins à l'aise avec les nouvelles méthodes. Malheureusement, ce sont ces dernières qui permettent le développement des compétences non techniques en proposant un apprentissage actif aux étudiants.

Problèmes culturels

La culture et les valeurs traditionnelles des formations en science technique en Allemagne positionnent les compétences non techniques comme compétences non essentielles, du moins pendant les premières années de formation. Les écoles privilégient alors le développement des bases de l'ingénieur sur les deux premières années, qui selon elles sont forcément techniques.

Problèmes internes

L'une des écoles interrogées a évoqué un obstacle logistique: les cours techniques sont pleins (plus d'une centaine d'étudiants par cours), ce qui rend difficile et presque impossible d'inclure des compétences non techniques. Ce problème est directement dépendant du fonctionnement interne de l'école et du budget de celle-ci. En effet, certains établissements ont des classes beaucoup moins nombreuses, ce qui oblige cependant à engager plus de professeurs. L'une des solutions trouvées est de donner en charge une partie du cours (la partie pratique) à des doctorants. Cependant, ayant moins d'expérience, ils ont d'autres problèmes à régler que celui de l'intégration des compétences non techniques.

L'un des obstacles relevés lors de la revue de littérature est la compréhension de l'importance accordée aux *soft skills* par les étudiants, qui ont souvent une vision de l'ingénieur relativement technique. Nous avons donc demandé aux écoles comment elles agissaient pour faire face à cet obstacle-ci :

« Comment l'université arrive-t-elle à convaincre les étudiants de l'importance des *soft skills* ? »

Parmi les écoles participantes à la phase deux, quatre répondants sur six affirment que les étudiants n'ont de nos jours pas de réticence aux compétences non techniques et en comprennent l'importance. Certaines écoles avouent cependant que ce n'était pas le cas auparavant et qu'elles ont mis des méthodes en place pour améliorer cette compréhension. Certaines autres écoles indiquent que naturellement, après plusieurs années d'intégration de ces compétences, les étudiants ont commencé à être habitués. Dans un des établissements interrogés, la mise en place de projets intégrateurs (mélangeant compétences techniques et non techniques) s'est faite pour la première fois il y a 15 ans. L'école précise qu'à cette époque, les étudiants étaient surpris et souvent réticents. Cinq ans plus tard, ils étaient déjà majoritairement enclins à recevoir ces cours-là du fait que les étudiants des années précédentes aient donné de bons retours. Aujourd'hui, les étudiants sont naturellement plus conscients de l'importance des compétences non techniques dans cet établissement.

Pour éviter la réticence des étudiants aux compétences non techniques, l'une des écoles a indiqué que les professeurs communiquaient les objectifs du cours aux étudiants dès le début de la session. Cette transparence permet aux étudiants de savoir à quoi s'attendre et leur donne les outils pour être les propres acteurs de leur apprentissage.

Les activités hors cursus scolaire sont, d'après les écoles interrogées, également un bon moyen de motiver les étudiants à développer leurs compétences non techniques, car cela se fait de manière ludique et non obligatoire, seulement selon la volonté des étudiants.

Pour motiver les étudiants à prendre des cours optionnels, certaines écoles font intervenir des entrepreneurs pour témoigner. Une des autres méthodes pour motiver les étudiants est de rendre les cours optionnels les plus attrayants possibles, par exemple en donnant la possibilité de partir à l'étranger, en utilisant des méthodes pédagogiques ludiques, en proposant la participation d'étudiants d'autres écoles, en donnant les cours sous la forme de concours ou encore en proposant des modalités de cours insolites.

3.7 Formation des professeurs

L'un des plus grands obstacles à l'intégration des compétences non techniques dans les formations d'ingénieur est la formation technique des professeurs. Ce point a d'ailleurs également été évoqué lors des entretiens comme obstacle à l'intégration des compétences non techniques (voir paragraphe précédent).

Ici, nous nous intéressons principalement à deux types de professeurs :

- les professeurs de cours techniques dans lesquels des compétences non techniques sont intégrées. La plupart du temps, ces compétences sont intégrées sans être évoquées ni évaluées (projets par groupe, présentations orales), ou évaluées indirectement par la note de groupe. Le but est d'arriver à pouvoir mieux les évaluer dans les cours techniques, ce qui implique pouvoir mieux les observer, pouvoir en parler aux étudiants et pouvoir leur apporter de l'aide lors de conflits par exemple ;
- les professeurs d'enseignements dont le but est de mélanger les deux types de compétences.

Nous avons voulu savoir, au sein des écoles participantes, si les professeurs recevaient des formations dans le domaine non technique. Une des questions de l'entretien concernait donc la formation des professeurs :

« Les enseignants ont-ils de l'aide/ des conseils/ une formation concernant l'intégration des compétences non techniques ? »

En plus de cette question, lorsque des cours non techniques ou des cours mélangeant technique et non technique étaient évoqués, automatiquement l'interviewé était questionné sur la formation des professeurs responsables de l'enseignement de ceux-ci.

Les réponses à ces questions ont finalement montré une très grande hétérogénéité parmi la gestion de la formation des professeurs : certaines écoles ne prévoient aucune formation à ce sujet, d'autres de très courtes formations, certains emploient des coachs professionnels, d'autres ont des centres/ départements spécialisés à la formation des professeurs au sein de leur établissement.

Aujourd'hui, il y a encore des établissements qui n'ont prévu aucune formation non technique pour les professeurs. Certains d'entre eux ont cependant des moyens de s'assurer qu'ils ne partent pas de zéro. En effet, les compétences non techniques sont développées majoritairement avec l'expérience dans la profession, à plus ou moins grande échelle selon le poste. Les établissements s'assurent alors que les professeurs embauchés aient un certain nombre d'années d'expérience professionnelle pour connaître l'importance des compétences non techniques.

Parmi les établissements interrogés, certains proposent des formations courtes dans le but de donner des éléments de connaissances concernant les compétences non techniques pour pouvoir en parler aux étudiants, mais aussi pour savoir observer les comportements, analyser ces compétences, pouvoir conseiller les étudiants et savoir les évaluer. Ces formations courtes ont été évoquées par les établissements interrogés dans le cadre des cours mélangeant compétences techniques et non techniques.

Plusieurs des écoles interrogées proposent des cours alliant compétences techniques et non techniques comportant une partie coaching. Dans l'un des cas, les professeurs eux-mêmes ont le rôle de coach et suivent une formation courte réalisée par des enseignants ayant la double compétence ingénierie/sciences humaines et sociales. Dès le départ, ces professeurs/coach sont choisis pour leur sensibilité à l'importance du non technique en ingénierie. Dans un autre cas,

les coachs sont différenciés des professeurs et sont engagés seulement comme coach, ce qui correspond d'ailleurs à leur formation professionnelle. Ils ne vont alors évoquer avec les étudiants que la partie non technique du projet. Cependant, ces personnes sont familières avec le contexte technique puisque l'objet de leur profession est de conseiller des personnes dans des problématiques humaines ou du moins non techniques, alors qu'ils travaillent dans un secteur technique.

Enfin, plusieurs établissements parmi les participants à la phase deux ont évoqué un centre ou département spécialisé dans la formation des professeurs. Ces centres peuvent avoir plusieurs objectifs dont les suivants :

- l'aide aux professeurs faisant face à des difficultés d'enseignement,
- l'apport de méthodologies ou de techniques pédagogiques pour tous les professeurs,
- l'aide à l'intégration de compétences non techniques.

Ces centres ont également plusieurs méthodes de fonctionnement pour venir en aide aux professeurs et les soutenir :

- formation obligatoire lorsque le professeur vient d'être embauché,
- organisation de conférences,
- organisation d'ateliers,
- rencontres privées pour apporter une aide personnalisée,
- travail en collaboration,
- vérification de la qualité d'enseignement par retours d'étudiants ou par observation

Le travail en collaboration évoqué est une technique d'approche utilisée par l'une des écoles interrogées pour créer un lien avec les professeurs. Ces derniers ont la possibilité d'écrire un article relié au développement et à l'enseignement. Les fonds sont mis à leur disposition par le centre de formation des professeurs. C'est à partir de ce point que le centre commence son rôle de conseiller envers les professeurs. Les professeurs sont contraints d'accepter ce travail d'amélioration et de conseils pédagogiques s'ils veulent obtenir les fonds nécessaires pour leur recherche. De toute façon, à partir du moment où le projet de recherche commence, le

professeur est forcément amené à collaborer avec le centre. Le tableau 3.35 présente les différents types de formation des professeurs selon les informations récoltées auprès des écoles interrogées.

Tableau 3.35 Les types de formation des professeurs, du moins contraignant au plus contraignant

Pas de formation des professeurs	Pas de formation des professeurs mais exigence d'expérience	Formation courte (2h environ)	Embauche de coaches professionnels intervenants dans les cours techniques	Création d'un centre ou département spécialisé dans la formation des professeurs
← Méthode la moins contraignante			Méthode la plus contraignante →	

3.8 Lien entre les écoles et l'industrie

Dans la revue de littérature, nous avons évoqué les auteurs Toor et Ofori (2008) qui conseillent pour une meilleure adéquation des programmes de formation d'ingénieur, la collaboration entre le milieu académique, l'industrie, les organismes d'accréditation et le gouvernement. La collaboration entre l'industrie et le milieu académique a été évoquée avec les participants lors de la seconde phase. Cette partie présente les réponses obtenues grâce à la question suivantes :

« Quels sont les liens de votre établissement avec l'industrie ? ».

Recherche

La recherche a été évoquée plusieurs fois par les participants lors de l'interview, qu'elle soit sous forme de développement en laboratoire (certains des projets de recherche en laboratoire se font en collaboration avec l'industrie), de projet de fin d'année au niveau du baccalauréat ou de mémoire de maîtrise, dont les sujets sont parfois des problématiques soumises à l'école par une entreprise pour que les étudiants trouvent des solutions ou développent la recherche sur un certain sujet.

L'une des écoles interrogées a évoqué une mission des enseignants concernant la recherche appliquée/ le développement : ils ont pour responsabilité de trouver du financement pour les projets de recherche et les projets de baccalauréat et de maîtrise. En effet, 60 à 70% des projets sont proposés par les entreprises et 100% des projets sont supervisés par des experts externes. Les étudiants ont même la possibilité de compléter le projet par un stage en entreprise durant l'été.

Expérience pratique

Plusieurs des établissements interrogés proposent des stages (pas toujours obligatoires) et considèrent que c'est une bonne manière de créer des liens entre leur école et l'industrie. En plus d'avoir des liens avec les entreprises pendant la période des stages, les établissements anticipent la recherche de stage en créant des liens avec les entreprises en amont. Les entreprises s'engagent alors à prendre un certain nombre de stagiaires et proposent des sujets de stage. Elles se déplacent même parfois lors de journées organisées pour rencontrer les étudiants. Cela permet aux étudiants de créer des contacts et parfois, dans certains cas, de faire des entretiens pour un futur stage.

Orientation

L'orientation est l'une des raisons pour lesquelles se réunissent les établissements scolaires et l'industrie, dans le but d'aider les étudiants à voir le panel des professions qui peut leur être proposé après le diplôme d'ingénieur, de se faire des contacts et de s'entraîner à passer des entretiens. Pour cela, des journées carrière sont organisées. L'une des écoles a indiqué posséder un « centre des carrières », en charge des liens avec l'entreprise dans le cadre de l'orientation.

Comités

Les décisions importantes au sein des établissements scolaires du supérieur nécessitent d'être prises avec discernement en tenant compte de nombreux facteurs. Pour cela, l'idéal est de connaître le point de vue de personnes ayant différents rôles, différents liens avec et au sein du milieu académique. Pour des décisions concernant les modifications de programme par exemple, un comité est souvent réuni. Lors de l'entretien, il a été évoqué plusieurs fois comme

lien entre l'industrie et l'école. En effet, le comité, parfois appelé « comité de concertation » ou encore « *program board* », peut être composé de représentants de l'industrie permettant aux programmes d'être adaptés aux besoins de l'entreprise.

Cours

Il est assez fréquent que les industries soient sollicitées au sein des cours, dans plusieurs contextes différents. Certains professeurs sont eux-mêmes des professionnels de l'industrie. Ceux-ci sont alors professeurs à temps partiel et animent la plupart du temps les cours du soir et parfois le week-end, pour concilier leur rôle de professeur et leur profession dans l'industrie.

Il arrive également que les chargés de cours invitent des professionnels de l'industrie pour compléter le cours. Ces derniers prennent alors le rôle d'intervenants. Parfois, cela s'organise autour de conférences ouvertes aux autres étudiants et obligatoires aux étudiants du cours. Cette intervention est entièrement au choix de l'enseignant responsable du cours. Elle est rarement, voire jamais obligatoire.

Enfin, les chargés de cours organisent parfois des projets dont les sujets sont proposés en collaboration avec des entreprises. Comme pour les projets de recherche, cela vient parfois d'un réel besoin de l'entreprise. Dans ce cas, cela peut moyenniser un financement. Les entreprises sont plus ou moins impliquées selon l'accord passé avec l'enseignant ou avec l'école. Parfois, les étudiants doivent rendre des comptes à l'entreprise, leur faire des comptes rendus à plusieurs étapes du projet ou seulement à la fin de ce dernier. Il arrive aussi que des représentants de l'entreprise soient là au moment de la soutenance de manière significative et par curiosité ou intérêt pour les résultats apportés, sans que les étudiants aient spécialement des comptes à leur rendre.

Le tableau 3.36 fait synthèse de tous les domaines de liaison entre les entreprises et le milieu académique.

Tableau 3.36 Les domaines de liaison des entreprises avec le milieu académique évoqués par les participants

Recherche	Expérience pratique	Orientation	Comités	Cours
Développement en laboratoire	Stage	Centre de carrières	« <i>Program board</i> »	Projets
Projets de recherche au baccalauréat/licence	Apprentissage	Journée carrière	Comité de concertation	Intervenants
Mémoire de maîtrise				Enseignants professionnels

3.9 Origine de l'intégration de ces compétences dans l'école et origine de l'évolution des programmes dans ce sens

Pendant l'entretien, lorsque les écoles évoquaient des méthodes d'intégration des compétences non techniques de grande ampleur, prenant une certaine place dans l'école et montrant une maîtrise et une réflexion poussée sur le sujet (exemple : projets intégrés, suivi du développement des compétences non techniques chez les étudiants sur plusieurs années, mise en place de semaines consacrées à ces compétences), l'origine de cette implication leur était demandée. Cette question permettait de savoir comment s'est fait la prise de conscience, par qui ou par quel événement elle a été influencée. L'origine de ces changements donne un élément de plus de compréhension sur l'évolution des compétences non techniques, la réaction des écoles et leur raisonnement. Cela peut également donner des éléments de réponse ou de solution aux écoles n'ayant pas encore fait leur transition vers une formation plus riche en compétences non techniques comme le demandent les organismes d'accréditation et les industries.

Les éléments ayant influencé la transition vers un enseignement intégrant les compétences techniques **et non techniques** nécessaires à un ingénieur chez les écoles interrogées sont les suivants :

- travail d'autoévaluation en amont de la première accréditation de l'école (celle-ci n'étant pas obligatoire dans le pays où se trouve l'école),

- commissions, concertations avec des représentants de l'industrie et enquêtes auprès des employeurs et des diplômés,
- étude de grande échelle réalisée par l'Ordre des ingénieurs en 2000 pour pointer les difficultés soulevées par les employeurs. Les résultats montraient qu'ils étaient en général très satisfaits des compétences techniques de leurs employés, mais soulignaient la difficulté de ceux-ci à se faire comprendre par les non-ingénieurs, leur capacité à communiquer et à travailler en équipe,
- étude réalisée par l'école auprès des étudiants finissants et des employeurs (mêmes constats que l'étude réalisée par l'ordre des ingénieurs, en plus de la reconnaissance des étudiants quant au fait de se sentir démunis face à la gestion d'équipe).

CHAPITRE 4

INTERPRETATION

Ce chapitre traite de la partie la plus subjective de ce mémoire : l'interprétation des résultats obtenus. Elle se base cependant souvent sur un lien réalisé entre les informations rencontrées dans la littérature et celles venant des résultats obtenus par cette étude pour tenter de trouver des explications aux phénomènes observés.

Cette étude avait pour but de répondre à plusieurs questions principales :

Quelles sont les compétences manquantes dans la formation ingénieure selon la littérature et sont-elles compatibles avec les nouvelles compétences apportées dans les écoles en transition vers un programme plus adapté aux besoins de l'industrie, ainsi qu'avec les recommandations des organismes d'accréditation?

Quelles sont les méthodes pouvant être mises en place pour les intégrer?

Quels sont les obstacles à l'intégration des compétences non techniques?

4.1 Nature des compétences non techniques et compatibilité avec les exigences du BCAPG

Les réponses au questionnaire nous ont permis de connaître la fréquence d'intégration des compétences non techniques dans les écoles interrogées. La revue de littérature nous a permis quant à elle de dresser la liste des compétences non techniques manquantes dans les programmes d'ingénierie. Comme évoqué plus haut, lorsque le questionnaire a été créé, la revue de littérature n'était pas encore terminée. La liste des compétences non techniques présentée aux écoles à travers le questionnaire n'est donc pas tout à fait identique à celle de la littérature. En effet, certaines compétences initialement identifiées comme importantes dans la littérature, se sont avérées peu pertinentes par la suite et d'autres, non identifiées en début de recherche, se sont avérées relativement importantes au fur et à mesure que la revue de la littérature se bonifiait.

Les compétences n'ayant initialement pas été évoquées dans la première revue de littérature, mais s'étant finalement avérées importantes par la suite sont la gestion de problèmes, la motivation personnelle, la pensée structurée et critique ainsi que la connaissance de soi. Au contraire, les compétences ayant été repérées au départ dans la revue de littérature et intégrées dans le questionnaire, mais n'ayant finalement pas été retenues parmi les plus importantes par la suite sont la capacité à motiver une équipe et la prise d'initiative.

Nous avons aussi étudié les recommandations des organismes accréditeurs de différents pays. Nous allons ici nous concentrer sur le BCAPG qui accrédite les diplômes d'ingénieurs canadiens.

Nous rappelons que les compétences non techniques relevées en comparant plusieurs études et celles proposées aux répondants par l'intermédiaire du questionnaire sont à peu de choses près les mêmes. Elles devraient être identiques puisque la liste dressée dans le questionnaire est inspirée de la littérature. Cependant le questionnaire a été créé bien avant d'avoir terminé la revue de littérature pour permettre de lancer la collecte d'informations plus tôt. Des correspondances ont par la suite été réalisées et ont mis en évidence quelques différences. Les compétences identifiées dans la revue de littérature qui n'avaient pas d'équivalence dans questionnaire (et inversement) n'ont donc pas pu être comparées. Pour les autres, le tableau 4.1 permet de comparer l'importance accordée par la littérature à chacune des compétences et celle accordée par les écoles participantes au questionnaire.

Tableau 4.1 Comparaison des résultats de la littérature et de ceux du questionnaire concernant les compétences non techniques

Questionnaire	Ordre d'importance	Littérature	Ordre d'importance
Travail d'équipe et coopération	1	Capacité de travail en équipe	2
Communication	2	Capacité à communiquer	1
Gestion du temps et de la pression	3	Capacité à être organisé	7
		Gestion du temps	8
Prise de décision	3	Prise de décision	5
Conscience professionnelle	4	Éthique au travail	6
		Responsabilité	8
		Intégrité/honnêteté	8
		Professionnalisme	9
Créativité/innovation	4	Créativité/ innovation	3
Leadership et capacité à déléguer le travail	4	Capacité à déléguer le travail	4
Compétences interpersonnelles/sociabilité	5	Sociabilité	7
		Gestion des relations	8
Gestion des conflits	6	Gestion des conflits	5
Capacité à motiver une équipe	6	Pas d'équivalence	
Prise d'initiative	7	Pas d'équivalence	
Empathie	8	Conscience sociale	9
		Empathie	6
Capacité à négocier	8	Capacité à négocier	6
Capacité d'adaptation	9	Capacité d'adaptation	4
Gestion des émotions	10	Confiance en soi	8
		Gestion de soi	8
Capacité à influencer les autres	10	Influencer	8

Le tableau ci-dessus montre une différence entre l'importance accordée aux compétences non techniques par les établissements interrogés et celle accordée par la littérature. Le **travail en équipe** et la **communication** sont tous deux reconnus des deux côtés comme les compétences non techniques les plus essentielles. La littérature et les écoles sont également d'accord sur l'importance de la **créativité et de l'innovation** ainsi que le **leadership et la capacité à déléguer le travail** (3^e et 4^e place). Les compétences auxquelles la littérature et les écoles interrogées ne semblent pas accorder la même importance sont la gestion du temps et de la pression et l'organisation qui semblent plus importantes pour les écoles que dans la littérature

(4^e place contre 7^e et 8^e place). Il en est de même pour la conscience professionnelle (4^e place dans les écoles et 6^e, 8^e et 9^e place dans la littérature). Au contraire, la capacité d'adaptation semble être plus importante dans la littérature que dans les écoles (4^e place contre 9^e place).

Nous avons vu que l'importance accordée aux compétences non techniques par les écoles vient de plusieurs sources :

- la littérature, dans le cas de la présence d'un laboratoire de recherche,
- l'industrie, grâce à la présence de représentants de celle-ci lors de la création des programmes et aux sondages remis aux entreprises à la suite des stages effectués par les étudiants,
- les anciens étudiants, grâce aux sondages post diplômés.

La différence d'importance accordée aux compétences non techniques entre les écoles et la littérature peut être due à plusieurs facteurs. Elle peut venir d'une certaine incohérence entre les différentes sources citées précédemment, due à la position que les auteurs de ces sources ont dans le domaine : ils sont pour la plupart des chercheurs en pédagogie, en sciences humaines ou en ingénierie, faisant chacun une interprétation des données collectées. L'industrie est souvent représentée par des personnes ayant dû travailler avec de jeunes diplômés et ayant un rôle de supérieur hiérarchique, voyant donc le manque de certaines compétences de l'extérieur, alors que les anciens étudiants sont de nouveaux employés et ont un point de vue assez subjectif, mais sont également plus aptes à voir le manque de compétences intrapersonnelles. Une entreprise verra peut-être un manque de leadership là où le jeune diplômé verra un manque de confiance en soi. Les deux sont liés, mais sont des compétences distinctes. Ces différences peuvent aussi être dues à l'échelle internationale de cette étude. Ne pouvant réellement savoir qui de la littérature ou des écoles a raison quant au niveau d'importance des compétences non techniques, nous avons décidé de fusionner les deux pour obtenir une liste de compétences non techniques prenant en compte les deux ordres d'importance en réalisant une moyenne des deux résultats. Cette fusion est présentée dans le tableau 4.2. Ces compétences ont également été couplées avec les exigences du BCAPG. Celles-ci sont présentées dans le tableau 4.3.

Tableau 4.2 Classement des compétences non techniques essentielles

Compétences non techniques	Ordre d'importance
Capacité de travail en équipe	1,5
Capacité à communiquer	1,5
Capacité à motiver une équipe	3
Prise d'initiative	3,5
Créativité/ innovation	3,5
Capacité à déléguer le travail	4
Prise de décision	4
Capacité à être organisé	5
Éthique au travail	5
Gestion du temps	5,5
Gestion des conflits	5,5
Responsabilité	6
Intégrité/honnêteté	6
Sociabilité	6
Capacité d'adaptation	6,5
Professionnalisme	6,5
Gestion des relations	6,5
Empathie	7
Capacité à négocier	7
Conscience sociale	8,5
Confiance en soi	9
Gestion de soi	9
Influencer	9

Tableau 4.3 Couplage des compétences de la littérature avec les exigences du BCAPG

BCAPG	Littérature et établissements participants
Travail individuel et en équipe	Capacité de travail en équipe
	Capacité à motiver une équipe
	Prise d'initiative
	Créativité/ innovation
	Capacité à déléguer le travail
	Prise de décision
	Capacité à être organisé
	Gestion des conflits
	Capacité d'adaptation
	Gestion du temps
	Influencer
	Gestion de soi
	Confiance en soi
	Capacité à négocier
	Empathie
	Sociabilité
	Gestion des relations
Communication	Capacité à communiquer
Professionnalisme	Responsabilité
	Professionnalisme
Impact du génie sur la société et l'environnement	Conscience sociale
Déontologie et équité	Éthique au travail
	Intégrité/honnêteté
Économie et gestion de projet	

L'analyse du tableau ci-dessus nous permet de constater un déséquilibre important entre les différentes exigences du BCAPG. La grande majorité des compétences non techniques de la littérature se classe dans la première exigence. Cela rend la plupart de ces compétences invisibles. De plus, le BCAPG n'indique pas que l'une des catégories est plus importante que les autres, ce qui dévalorise encore une fois toutes les compétences incluses dans la première exigence. De plus, la catégorie économie et gestion de projet ne correspond à aucune des compétences non techniques citées par la littérature. Cela pourrait signifier que ces

compétences, malgré leur caractère essentiel, ne sont pas manquantes aujourd'hui chez les ingénieurs.

4.2 Méthodes d'intégration des compétences non techniques

4.2.1 Le cadre administratif

Nous avons vu dans le chapitre 3 que les résultats de l'étude montrent que la présence d'un département spécifique aux compétences non techniques dans les établissements de formation d'ingénieur n'est pas directement en lien avec la qualité de l'intégration de compétences non techniques. Cela peut s'expliquer par plusieurs facteurs influençant la création d'un tel département.

Premièrement, le moment auquel est apparu l'enseignement des compétences non techniques au sein de l'école joue un rôle important dans la présence ou non d'un département. En effet, lorsque l'école prend déjà en compte l'importance de ces compétences dès sa création, en les intégrant dans les programmes, il y a plus de chance qu'elle crée un département spécialisé. C'est le cas plusieurs écoles françaises. Il est plus difficile de créer un nouveau département dédié à ces compétences des années après la création de l'école, car cela implique un changement administratif important avec des conséquences sur les autres départements. Cependant, lorsque cela se produit, c'est une preuve de la compréhension de la grande importance de l'intégration de ces compétences dans les programmes de la part de tous les intervenants.

Ensuite, la culture du pays en termes d'éducation est influencée par son historique. Si l'on prend comme exemple la France évoqué plus tôt, l'image de l'ingénieur n'intégrait pas seulement la partie technique, mais aussi une partie plus philosophique et humaine et ce dès la création des premières formations d'ingénieur. En effet, l'ingénieur, du fait de sa pluridisciplinarité, a toujours eu une image privilégiée (Roby, 2017). Cette image a évolué au cours des années selon l'influence des événements, des époques et en général de la société. La nature des compétences non techniques intégrées dans les écoles a donc également changé,

mais ces dernières sont globalement restées présentes. Naturellement, toutes les écoles d'ingénieur en France possèdent un département dédié aux compétences non techniques. Cependant, les matières proposées dans l'enceinte de celui-ci ne correspondent pas toujours aux *soft skills* étudiés ici, et identifiés comme manquants chez les jeunes diplômés.

Enfin, le système organisationnel de l'école elle-même influence la présence ou non d'un département non technique. Chaque établissement, bien qu'il soit influencé par la culture du pays et son système administratif, a également un système qui lui est propre. La création ou non d'un département dédié aux compétences non techniques en dépend également.

Cela ne signifie cependant pas toujours que le système d'intégration est meilleur, comme nous l'avons vu au chapitre 3. Ce sont plutôt les méthodes d'intégration des compétences qui comptent, la formation des professeurs et les moyens mis en place qui définissent la qualité de l'intégration des compétences non techniques. Il est évident qu'une école ne prenant pas du tout en compte les compétences non techniques ne possèdera pas de département spécialisé, mais la réciproque n'est pas toujours vraie. Pour réellement pouvoir conclure sur la relation d'influence de ce facteur, il aurait fallu collecter plus d'informations à ce sujet auprès des écoles, ce qui ne fait pas partie de l'étude.

Le cadre administratif est difficilement comparable entre les écoles par les différences importantes liées au type d'établissement, découlant directement de l'organisation éducationnelle du pays (exemple : école/université). Cela rend également difficile la comparaison entre les différents programmes (programme sur 3 ou 5 ans), c'est pourquoi il est ici sujet la création d'un répertoire des méthodes d'intégration des compétences plus que la comparaison de celles-ci. La création d'un département spécifique à l'enseignement des compétences non techniques dont il était question plus haut fait également partie des sujets fortement influencés par les différents types d'organisation.

En effet, le type d'établissement diffère selon les pays : les États-Unis fonctionnent par universités à grande échelle, comprenant de nombreuses sous entités nommées « college » dont

la taille impose une gestion différente. Le Canada possède des universités dont l'échelle est souvent moins grande que celle des universités américaines. À l'exception certains pays, européens notamment, la formation d'ingénieur est dispensée dans des universités qui se consacrent souvent à beaucoup de domaines d'études différents. Dans un même pays, il est même possible de trouver des différences organisationnelles au cas par cas, ou dépendamment des régions. Au Québec par exemple, certaines universités se sont réunies pour créer un ensemble nommé « Université du Québec ». Les différentes universités appartenant à ce regroupement partagent alors des valeurs et des objectifs, notamment liés à l'avancement technologique, l'économie, l'épanouissement culturel et social, le développement des collectivités et des régions et le rayonnement international.²⁰ Au Québec, Polytechnique Montréal et l'ÉTS font l'exception, car ils se consacrent uniquement à l'enseignement de formations ingénieures, contrairement aux universités polyvalentes évoquées plus haut. La France est un cas particulier puisque ce sont des écoles et non des universités qui offrent les formations ingénieures (et sont seulement dédiées à ça), et leur durée est de trois ans sachant qu'un cursus préparatoire de deux ans est exigé. Le niveau atteint correspond à un master et il n'est possible d'avoir un diplôme d'ingénieur à un niveau inférieur, contrairement à la plupart des autres pays qui permettent l'exercice de la profession d'ingénieur dès le « bachelor » ou baccalauréat (trois ans).

Ni le financement ni le prix de ces établissements ne sont les mêmes, dépendamment de leur caractère public ou privé, du fonctionnement du pays dans lequel ils se trouvent, du ministère dont ils sont sous la tutelle (pour le cas de la France : ministère de l'Enseignement supérieur, de la Défense, de l'Agriculture, de l'Économie, du Développement durable).

Selon les pays et les régions, les organismes d'accréditation sont différents et il y a certains pays où l'exercice de la profession d'ingénieur ne nécessite pas l'accréditation de l'école dans laquelle le diplôme a été reçu, comme en Suisse et en Belgique. Ces écoles ont alors beaucoup plus de liberté, mais moins de reconnaissance à l'international.

²⁰ Uquébec.ca

Pour le cas de la Suisse et de la Belgique, certaines d'entre elles décident de se faire accréditer par la CTI, ou s'inspirent de leurs exigences pour que le diplôme qu'il délivre soit cohérent avec les exigences de la profession et s'aligne avec les compétences accordées par les diplômes des autres écoles/ pays.

En Belgique également, le cadre légal ne permet pas d'obliger les étudiants à partir en semestre à l'étranger pour des questions budgétaires. Il faudrait alors que l'école elle-même fournisse le financement. Les césures ne sont pas non plus proposées par les écoles belges pour la même raison. Il n'est alors pas possible de les imposer ni de les reconnaître dans le diplôme.

Nous avons identifié lors de la présentation des résultats que le nombre de crédits obligatoire en compétences non techniques était très variables selon les établissements. Cela peut être représentatif de l'exigence des organismes d'accréditation basé sur les compétences et non sur les crédits. Les écoles ont la liberté d'estimer le nombre d'heures nécessaires (et donc le nombre de crédits) pour acquérir une compétence.

4.2.2 Les motifs d'intégration des compétences non techniques

Le moyen d'identifier les raisons pour lesquelles les écoles intégraient les compétences non techniques était d'analyser les descriptifs des cours non techniques par récurrence de mots.

Un nuage de mots a été présenté dans la partie résultats. Il permet d'identifier les mots les plus souvent utilisés. L'interprétation de la présence de chacun des termes identifiés est présentée ci-dessous.

Communication

Le mot « communication » a été identifié comme l'un des mots les plus récurrents dans les descriptifs de cours non techniques, alors que c'est également la compétence la plus souvent évoquée dans la littérature. Cela montre que les écoles ont compris la grande nécessité pour les futurs ingénieurs d'acquérir cette compétence. Même lorsque les écoles n'intègrent que peu de compétences non techniques, la communication est rarement mise de côté.

Leadership

Le terme « leadership » a également été identifié de nombreuses fois dans les descriptifs de cours. Celui-ci, comme évoqué dans la revue de littérature, s'apparente davantage à un ensemble de compétences essentielles à l'ingénieur d'aujourd'hui. Le leadership définit le fait de savoir diriger un groupe vers des buts communs. Implicitement, pour pouvoir faire cela de manière efficace et optimale, cela implique de posséder la plupart des compétences citées plus haut (tableau 3.4). Le fait que ce terme soit récurrent dans les descriptifs des écoles est bon signe quant à leur compréhension des enjeux du monde d'aujourd'hui, des nécessités du monde professionnel et quant à leur prise en compte dans leur enseignement.

Relations humaines en entreprise

La présence du champ lexical des relations humaines en entreprise est assez symbolique, car l'une des lacunes les plus reprochées aux ingénieurs est leur relation à l'humain et cela est souvent reconnu comme la cause des conflits.

Manière

Ce terme peut être interprété comme synonyme de « méthode ». Associé à son contexte, il est probable qu'il s'agisse ici des méthodes de travail et de la pédagogie employée pour intégrer les compétences non techniques. Le terme « projet » repéré à plusieurs reprises représente la méthode la plus populaire et l'une des plus efficaces pour l'intégration des compétences de travail en équipe et notamment le leadership et la communication évoqués plus haut. Il est donc logique de retrouver ce mot dans plusieurs descriptifs de cours.

Gestion

La présence de ce terme n'est ici pas surprenante. En effet, les entreprises se doivent d'être de plus en plus productives pour faire face à la concurrence. Elles doivent donc prendre en charge de plus en plus de projets. Cela représente l'une des raisons du besoin grandissant en compétences non techniques. La gestion, que ce soit d'équipe, de projet, d'opérations, de ressources humaines ou de production, est une mission de plus en plus populaire parmi celles demandées aux ingénieurs.

Développement

Le mot développement peut signifier plusieurs choses dans le contexte des compétences non techniques. Premièrement le développement durable est de plus en plus populaire. Il est relié à l'impact des activités humaines sur l'environnement, ce pour quoi il est important que l'ingénieur soit responsable et aide à réduire cet impact. Cela est d'autant plus vrai qu'il agit dans des secteurs potentiellement très polluants (ingénieurs industriels, ingénieurs civils, ingénieur en biologie, en chimie, etc.). Le terme peut également être utilisé dans l'expression « développement de compétences » ou encore « développement de soi ». Les compétences non techniques étant des compétences de savoir être principalement, elles ne vont pas sans un développement humain et une prise de conscience, qui ne se fait pas de manière binaire, comme l'acquisition de compétences techniques la plupart du temps.

Monde et enjeux

Les mots « monde » et « enjeux » font ici plutôt penser au côté international de la profession d'ingénieur et de son impact. En effet, par rapport aux générations précédentes, la manière de penser et de voir les choses est nécessairement différente, due à l'ouverture internationale. Aujourd'hui, il est très facile, surtout dans les pays développés, d'aller travailler à l'étranger. Les liens sont rendus beaucoup plus faciles qu'avant : l'Union Européenne, l'accord Schengen en Europe, les accords entre les pays en général et bien d'autres facteurs ont permis la perméabilisation des frontières entre les pays. Les ingénieurs de demain doivent donc être suffisamment informés sur ce qui se passe dans le monde et être capables de s'adapter, de comprendre les enjeux, de travailler dans des langues différentes et avec des personnes de culture différente.

Finalement, le nuage de mots montre qu'ensemble, les écoles sélectionnées semblent faire le tour des éléments les plus importants de l'intégration des compétences non techniques à savoir :

- l'importance cruciale et première de la communication dans la profession d'ingénieur (et probablement dans la plupart des professions) et des relations humaines,

- l'exigence de plus en plus grande de la part des industries pour la profession d'ingénieur d'avoir des compétences de gestion,
- les enjeux mondiaux à prendre en compte lors du choix des compétences à intégrer dans les formations d'ingénieur,
- des méthodes d'enseignement à adapter pour que même au sein des cours techniques les compétences non techniques soient sollicitées (l'approche par le projet notamment),
- le développement personnel nécessaire relié à l'acquisition de compétences non techniques (car ce sont des savoir-être la plupart du temps et non des savoir-faire ou des savoirs, dont l'apprentissage est binaire).

4.2.3 Le choix des méthodes d'intégration des compétences non techniques

Nous avons vu grâce aux résultats de l'étude que certaines écoles ne proposent aucun cours dédié au développement de compétences non techniques. Celles-ci se concentrent plus sur les compétences techniques ou possèdent d'autres moyens d'intégration des compétences non techniques que les cours consacrés à leur enseignement. Cette hypothèse est tout à fait probable puisqu'il a été prouvé qu'il est difficile d'enseigner des compétences non techniques dans le cadre des cours classiques. Le mélange de compétences techniques et non techniques dans des projets par exemple est efficace et permet aux étudiants de mettre en situation les compétences non techniques et de comprendre leur importance. Certaines écoles préfèrent alors se concentrer sur ce type de méthodes, ne comptant pas dans les crédits dédiés aux compétences non techniques. Les avantages des cours spécifiques non techniques sont les outils enseignés et les concepts, rarement enseignés dans les cours techniques (exemple : intelligence émotionnelle, concept de leadership).

4.2.4 Les particularités des compétences non techniques

Nous avons vu précédemment que les cours de communication traitent beaucoup plus de savoir-faire que de savoirs. Cela mène à penser que les compétences de communication sont, la plupart du temps, des compétences pratiques. Ceci signifie que peu de théories, de principes

ou de modèles y sont associés, par conséquent qu'il y a peu de bases à connaître permettant d'acquérir cette compétence. Elle dépend alors plutôt de l'apprentissage par la pratique, d'actions. Les savoir-être sont peu nombreux en comparaison avec les savoirs et les savoir-faire, ce qui est normal puisque, dans ce contexte, ils sont censés être les compétences principales regroupant les savoirs et les savoir-faire.

4.2.5 Le détail de l'apprentissage d'une compétence : savoir, savoir-faire, savoir-être

Nous avons vu que nous pouvions séparer une compétence en plusieurs parties pour en simplifier son apprentissage : on différencie les savoirs des savoir-faire et des savoir-être. En réalité, la compétence en elle-même est un savoir-être et elle est composée de plusieurs éléments étant des savoirs et des savoir-faire, à assimiler et à associer avec de l'expérience pour acquérir entièrement la compétence. Nous avons examiné les savoirs et savoir-faire des compétences de communication et de travail individuel et en équipe dans le but d'analyser plus en profondeur les programmes des écoles interrogées.

Concernant les savoirs, la catégorie « communication » regroupe exactement le même nombre d'éléments dans les trois catégories de nature (termes/concepts/théories, caractéristiques d'un terme/concept/théorie et modèles associés, liens entre les termes/ concepts/ théories et ce qui les entoure (effets/reliations)). Au total, il y a beaucoup plus de savoirs correspondant à la « communication » que de savoirs correspondant à la catégorie « travail individuel et en équipe ». Cela est surprenant étant donné que la communication ressort très souvent comme la compétence non technique la plus importante. L'une des explications possibles serait que le travail individuel et en équipe soit un sujet plus large que la communication et regrouperait donc plus de termes/concepts/théories que la communication. Il est aussi possible que le travail individuel et en équipe soit un sujet plus « rationnel » que la communication et serait donc associé à plus de concepts explicables, donc plus de connaissances, de savoirs. Cette hypothèse est appuyée par le fait que la liste de savoir-faire soit plus étoffée. Cela montre que la communication est une compétence plutôt pratique et difficilement associable à des concepts (ou en tous cas ils sont peu nombreux). Au contraire, il y a beaucoup de concepts à connaître

en ce qui concerne le travail individuel et en équipe (ce qui ne signifie pas qu'il y a moins de pratique : la liste de savoir-faire est également étoffée).

Concernant les savoir-faire de travail individuel et en équipe, ceux de la catégorie connaissance et gestion de soi sont moins nombreux que ceux de la catégorie compétences interpersonnelles. Cela pourrait être un indice du manque d'importance apporté par les écoles aux compétences correspondant à la connaissance et la gestion de soi, ou le défaut de connaissance des professeurs à ce propos/ leur manque d'outils/ leur difficulté à associer des savoir-faire aux compétences de connaissance et gestion de soi.

En ce qui concerne les savoir-faire en communication enseignés dans les formations d'ingénieur des établissements participants à l'étude, ceux-ci concernent principalement l'interaction et la composition, et non la présentation.

Cela pourrait venir du fait que la réalisation de soutenances est souvent exigée dans les cours techniques comme non techniques, de ce fait la compétence de présentation orale est supposée déjà en partie acquise. Si la catégorie composition ne comprenait que l'expression écrite telle que les rapports, elle serait également peu abondante, dû au fait que les rapports de projets sont, de la même manière que les soutenances, très fréquents parmi les rendus exigés dans les cours techniques comme non techniques ainsi que lors des stages. La partie interagir est importante et complémentaire avec la catégorie « travail individuel et en équipe », puisque les compétences d'interaction sont indispensables lors d'un travail en équipe.

La compétence de communication a été divisée en trois catégories : présenter, interagir et composer. Dans le chapitre 3, nous avons mis en relation ces catégories avec les compétences intégrées par les écoles interrogées pour mettre en lien les savoir-faire et les savoir-être. Chacune des catégories contient au moins une des trois compétences les plus souvent intégrées dans les écoles, à savoir le travail d'équipe et la coopération, la communication et la gestion du temps et de la pression. Cela signifie que la plupart du temps, les écoles reconnaissent l'importance des compétences reliées à ces trois catégories. Le fait que deux compétences

reliées à la sous-catégorie « interagir » fassent partie des plus souvent intégrées par les écoles confirme l'importance apportée à l'interaction par les écoles.

Nous constatons que les éléments correspondant à la sous-catégorie « présenter » sont les moins nombreux, que ce soit en savoir-faire ou en savoir-être. Les écoles accordent donc une importance moins grande à l'intégration des compétences de présentation, ou estiment qu'il n'est pas nécessaire de les évaluer/de les enseigner (compétences innées/acquises avec l'expérience).

Il y a également plus de savoir-faire associés à la composition que de savoir-faire associés à l'interaction. Cela pourrait signifier qu'il y a plus d'outils/pratiques disponibles pour intégrer les compétences de composition que celles d'interaction.

Au contraire, lorsque l'on observe les compétences de travail individuel et en équipe, ce sont cette fois-ci les savoirs qui dominent sur les savoir-faire. Cela ne peut cependant pas être interprété par le fait que ces compétences soient plus théoriques. En effet, si cela était vraiment le cas, cela les rendrait aussi « faciles » à enseigner que les compétences techniques. Il ne faut donc pas oublier que ces compétences restent des savoir-être et qu'elles se développent grâce à l'expérience et donc à la pratique. Cependant, cela peut signifier qu'il y a peu ou moins de techniques, d'outils disponibles pour les pratiquer, alors qu'il y a beaucoup de termes, de théories, de concepts et de modèles reliés à ces compétences. Cela peut également vouloir dire qu'il est nécessaire de les comprendre pour pouvoir en aval acquérir la compétence et comme tout savoir être, cela ne peut se faire qu'en vivant certaines situations, avec le temps. En réalité, en regardant le détail des résultats, on peut s'apercevoir que ce sont surtout les éléments concernant la connaissance et gestion de soi qui augmentent le nombre de savoirs par rapport au nombre de savoir-faire des compétences de travail individuel et en équipe. Cela s'explique en effet par le fait qu'il y a nécessité de les expliquer, de faire prendre connaissance des concepts, des termes et des théories, car ces compétences sont la plupart du temps inconnues par les ingénieurs, leur importance étant négligée et inexistante dans la formation technique. Cependant, il est compliqué de les mettre en pratique. L'empathie est un bon exemple : il est

nécessaire de définir le terme, d'expliquer en quoi cette compétence est importante et dans quel contexte, mais comment l'appliquer? Dans ce cas-là, ce sont surtout des exercices pédagogiques et des mises en situation qui vont permettre de mieux intégrer cette compétence. Il n'existe cependant pas d'outil ou de pratique spéciale sur lesquels s'appuyer. Le leadership quant à lui comporte beaucoup de savoir-faire et il existe donc des outils ou des pratiques sur lesquels s'appuyer pour intégrer les compétences reliées à celui-ci. C'est d'ailleurs la catégorie, parmi celles de travail individuel et en équipe, qui correspond au plus de compétences.

Pour la catégorie « travail individuel et en équipe », les sous catégories « compétences interpersonnelles », « connaissance et gestion de soi » et « leadership » ont été créées et mise en lien avec la liste des compétences non techniques fournies aux écoles dans le questionnaire.

Grâce aux résultats, nous avons vu que parmi les compétences de connaissances et gestion de soi, la gestion des émotions est peu intégrée dans les écoles interrogées. Cela montre que l'hypothèse de la sous-estimation par les écoles de l'importance de la connaissance et gestion de soi est en partie vraie, étant donné que la gestion des émotions est l'un des éléments les plus importants de la connaissance et gestion de soi. En revanche, les deux autres compétences correspondant à cette sous-catégorie sont souvent et très souvent intégrées dans les écoles interrogées : la gestion du temps et de la pression et la capacité d'adaptation. Cela signifie que si les écoles sous-estiment l'importance d'une partie des compétences de « connaissance et gestion de soi » (la gestion des émotions), elles en reconnaissent aussi en partie l'importance, en intégrant certaines des compétences appartenant à cette sous-catégorie. Pour ces compétences-ci, il est alors probable que les écoles manquent d'outils, de techniques ou encore que les professeurs manquent de connaissances par rapport à ces compétences. Dans ce cas-là, cela signifie que les écoles essayent de les intégrer, mais ont encore du mal à trouver le moyen d'enseigner des savoir-être aussi peu techniques.

4.2.6 Intégration des compétences non techniques au sein de cours techniques

Les cours non techniques intègrent souvent des compétences non techniques. Parmi les compétences les plus fréquemment intégrées, on retrouve entre autres le travail en équipe et la coopération, la communication, la gestion du temps et de la pression et la capacité à motiver une équipe alors que l'empathie, la gestion des émotions et la capacité à influencer les autres sont peu intégrées. Cela s'explique par le fait que les méthodes d'intégration des compétences non techniques au sein des cours techniques sont souvent liées à la pédagogie ou les méthodes employées comme la pédagogie par projet, les présentations orales pour restituer les connaissances ou présenter les résultats d'un projet ou encore les travaux par groupe. Ces méthodes permettent principalement le développement des compétences de communication et de travail en équipe, mais ne permettent pas directement de travailler sur l'empathie ou les émotions. En effet, l'empathie et les émotions sont probablement présentes, mais ce sont des compétences qui nécessitent une réflexivité pour permettre leur développement. L'objectif principal de ces cours étant de développer des compétences techniques, la technique de réflexivité est peu souvent utilisée. En effet, si les méthodes utilisées dans les cours techniques permettent le développement de compétences techniques, leur présence est plutôt liée à leur efficacité d'apprentissage. Les compétences non techniques sont plutôt un « effet secondaire » positif. Cependant, les organismes d'accréditation étant de plus en plus demandeurs quant à l'intégration de ces compétences, les écoles commencent peu à peu à reconnaître leur présence dans les cours techniques et à valider leur développement dans les cours techniques.

4.2.7 Les cours mixtes dédiés à l'intégration simultanée des compétences techniques et non techniques

Les cours mixtes, souvent appelés projets intégrés, comme souligné dans la partie 3. Ils ont été évoqués à plusieurs reprises par les écoles interrogées qui, la plupart du temps, en vantent l'efficacité. Cela peut être dû au fait que, les compétences non techniques ont besoin d'être contextualisées pour être bien intégrées par les étudiants (Bélisle et Tardif, 2013). Cette méthode permet non seulement cette contextualisation, grâce au projet technique réalisé, mais elle permet aussi une supervision technique et non technique qui pousse les étudiants à se

concentrer sur les deux à la fois et permet de montrer l'importance de la cohabitation des deux compétences lors d'une mission d'ingénieur. Comme nous l'avons également évoqué plus tôt, l'un des obstacles à l'intégration des compétences techniques est la réticence des professeurs. Dans les projets intégrés, certaines écoles proposent un coaching non technique par des coachs professionnels ainsi qu'un suivi technique par des professeurs techniques, ce qui permet de mettre les deux types de compétences directement en lien sans pour autant que les professeurs aient à gérer un domaine dans lequel ils ne sont pas familiers. Ces cours permettent en quelque sorte de faire une mise en situation de la profession d'ingénieur avec présence d'un ou plusieurs professionnels pour guider les étudiants à surmonter les obstacles techniques comme non techniques.

4.3 Obstacles à l'intégration des compétences non techniques

D'après les résultats, les écoles sont pourtant conscientes que les futurs diplômés vont être confrontés à des rôles de gestionnaires plus tard. Le problème viendrait du fait qu'elles ne sont pas toujours conscientes des compétences nécessaires à cette mission, ni de la manière de les enseigner. Il existe également une croyance concernant les compétences non techniques, de plus en plus controversée, qui seraient innées ou s'apprendraient seulement avec l'expérience, il n'y aurait donc pas de nécessité de les intégrer dans les formations d'ingénieur.

Il y a aujourd'hui réellement la nécessité d'un moyen de guider les écoles dans une transition vers de nouveaux programmes plus équilibrés pour les aider à travers les nombreux défis logistiques et pédagogiques liés aux compétences non techniques.

Les écoles nous relèvent pour la plupart une réticence des professeurs techniques à l'intégration de compétences non techniques ainsi qu'une difficulté de leur part à noter celles-ci due à leur manque de connaissance dans le domaine et à un manque de temps. Cependant, certaines indiquent aussi un changement de point de vue, premièrement de la part des étudiants qui sont désormais beaucoup moins réticents qu'avant, mais également de la part des professeurs qui semblent aussi doucement aller vers une transition.

4.4 Vérification des programmes et de l'acquisition des compétences

Pour le moment, les organismes d'accréditation vérifient l'acquisition des compétences non techniques grâce à la présence de cours dédiés. Certains vérifient également leur acquisition à travers leur intégration dans les cours techniques grâce à des matrices de compétences. Cependant, bien que la littérature et les établissements eux-mêmes insistent sur l'importance des activités extra curriculaires dans l'acquisition de compétences non techniques, les organismes d'accréditation n'en sont pas encore arrivés là. Ils nécessitent probablement eux aussi une transition vers de nouvelles méthodes de vérification des programmes et n'ont sûrement pas encore développé les outils nécessaires pour valider des systèmes qui n'ont pas de notation académique. Cependant, les écoles font de plus en plus d'efforts pour faire reconnaître ces activités hors cursus, leur donner des équivalences et permettre une notation ou une reconnaissance des compétences acquises. Cela mènera peut-être dans le futur vers une validation des organismes d'accréditation qui encouragerait alors ce genre de pratique.

CONCLUSION

La revue de littérature réalisée confirme bien que l'industrie est aujourd'hui très demandante en termes de compétences non techniques. Les organismes d'accréditation accordent également, en adéquation avec les besoins de l'industrie, de plus en plus d'importance à ces compétences et reconnaissent leur nécessité dans la formation d'ingénieur. En effet, le pourcentage de compétences non techniques par rapport à l'ensemble des compétences essentielles selon les documents accréditeurs est souvent supérieur à la moitié.

Les écoles ont donc à fortiori également constaté ce besoin, grâce à la recherche (pour celles qui consacrent une partie de la recherche au non technique), aux contacts avec l'industrie pour les autres, ainsi que par l'intermédiaire des exigences des organismes d'accréditation.

Les écoles ou universités offrant des formations en ingénierie sont pour la plupart en cours de transition dans le domaine des compétences non techniques, incluant celles qui les prennent déjà en compte depuis des années.

En effet, elles sont conscientes de leurs faiblesses en ce qui concerne l'enseignement des compétences non techniques et sont en cours de remaniement pour aller vers une amélioration que ce soit dans la formation des professeurs, la mise en place de nouveaux cours ou de nouvelles manières de fonctionner.

Cette transition a été constatée dans un premier temps dans les écoles participantes au questionnaire : de nouveaux cours ou de nouvelles méthodes concernant l'intégration des compétences non techniques sont apparus sur certains sites web au cours de l'étude. La même observation a été faite lors des entretiens : presque tous les participants ont évoqué le fait qu'une amélioration était en cours, ou que l'école est en recherche de solution dans ce domaine.

Concernant les méthodes pédagogiques employées par ces écoles pour intégrer les compétences non techniques, il a été constaté qu'il y a une nécessité de prendre en compte les

caractéristiques inhérentes à ce type de compétences et ainsi adapter leur enseignement. Les méthodes pédagogiques doivent donc obligatoirement être différentes de celles employées pour les compétences techniques. Les principales différences sont dues à la qualité de savoir-être qu'ont les compétences non techniques. Pour cela, il est nécessaire d'associer chaque compétence non technique à des sous-compétences ou éléments d'apprentissage de savoirs et savoir-faire, car les savoir-être ne peuvent s'enseigner directement. Enfin, l'acquisition complète des compétences non techniques ne peut se faire sans une période d'assimilation et d'expérimentation durant laquelle la personne est confrontée à des situations mettant en œuvre ses compétences.

Les quatre facteurs principaux d'intégration des compétences non techniques constatés lors de cette étude sont les suivants :

- la pédagogie,
- le contenu d'apprentissage (savoirs et savoir-faire associés à la compétence),
- le temps/l'expérience,
- la contextualisation.

Malgré la bonne volonté des établissements diplômants en ingénierie à vouloir s'adapter aux nouveaux enjeux contemporains, les obstacles rencontrés sont de taille. Parmi ces derniers, l'un des plus récurrents est lié à la problématique de l'enseignant. Aujourd'hui, sans formation préalable, il est très difficile pour un enseignant technique d'initier des cours non techniques. Faire venir des enseignants extérieurs pose également problème puisque cela rompt l'homogénéité du programme. En effet, cela entraîne une incapacité des étudiants à faire le lien entre ces différents types de compétences. Les cours ou projets intégrateurs semblent être la solution la plus efficace aujourd'hui. Selon les écoles, leurs modalités sont différentes, mais leur intention reste la même : les étudiants doivent réaliser des projets liés à leurs études (projets techniques) tout en étant encadrés sur les compétences techniques comme non techniques. Ces projets permettent de mixer les deux types de compétences pour créer une contextualisation de l'apprentissage et éviter une hétérogénéité de l'intégration des

compétences. La modalité la plus adaptée rencontrée lors de cette étude est l'intervention de coachs professionnels aux côtés des professeurs techniques.

En ce qui concerne les exigences du BCAPG, il a été constaté qu'elles manquent d'équilibre. En effet, les compétences non techniques correspondant à chaque catégorie donnée par le BCAPG ne sont pas équitables : les deux premières catégories comportent plus de 90% des compétences non techniques essentielles selon la littérature. Cela a pour effet de diminuer l'importance de ces compétences. De ce fait, ce sont surtout les compétences relatives à la connaissance et gestion de soi qui en subissent les conséquences. Celles-ci sont également sous valorisées par les écoles qui prennent par exemple peu en considération la gestion des émotions alors qu'elle a été prouvée comme étant indispensable par la littérature. Cela peut s'expliquer par le caractère psychologique de ce type de compétence et donc encore plus difficile à intégrer pour une école d'ingénieur.

RECOMMANDATIONS

Comme nous l'avons vu tout au long de cette étude, les compétences non techniques ont une importance cruciale dans toute profession et tout particulièrement dans celle de l'ingénieur, peu importe le domaine. Les écoles l'ont comprise et sont en transition, cependant il n'existe pas de « bonnes pratiques » concernant la manière d'intégrer ces compétences dans l'enseignement.

A la suite de cette étude, nous recommandons aux établissements de formation des ingénieurs :

- la mise en place de projets intégrateurs ou de cours mixtes, mélangeant les compétences techniques et non techniques ;
- la présence de coachs professionnels pour la supervision de ces deux types de compétences dans le cadre des projets intégrateurs ou des cours mixtes ;
- la prise en compte de la dimension du temps et de l'expérience dans l'apprentissage des compétences non techniques ; l'idéal est de pouvoir intervenir dans ce domaine tout au long du programme.

Nous recommandons également au BCAPG :

- la remodelisation de ses exigences, notamment au niveau de la catégorie « travail individuel et en équipe » qui pourrait être séparée en plusieurs sous-catégories prenant en compte les compétences interpersonnelles, les compétences de leadership et celles relatives à la connaissance et gestion de soi.

Enfin, des recherches supplémentaires pourraient être effectuées pour trouver une solution à l'intégration des compétences non techniques relatives à la connaissance et gestion de soi qui ne sont jusque-là que très peu intégrées dans les écoles d'ingénieur.

ANNEXE I

LES *SOFT SKILLS* DANS LA LITTÉRATURE

Tableau-A I-1 Synthèse des récurrences des soft skills dans la littérature - détail des auteurs

[illegible]

ANNEXE II

ÉCOLES PARTICIPANTES

Tableau-A II-1 Détail des écoles participantes à l'étude

	Écoles ayant participé à l'étude	Écoles ayant aidé à la validation des outils de l'étude	Écoles ayant participé à la phase 1	Écoles présélectionnées pour la phase 2	Écoles sélectionnées pour la phase 2	Écoles ayant participé à la phase 2
États-Unis	University of CA, Berkeley		X	X	X	
Suède	Linköping University		X	X	X	X
Australie	Monash University		X	X	X	
Mexique	Tecnologico de Monterrey		X	X	X	
Allemagne	Hamburg University of Technology, Civil Engineering		X	X	X	X
Canada	University of Calgary University of Saskatchewan		X X	 X	 X	
Québec, Canada	Polytechnique de Montréal Université de Sherbrooke UQTR École de Technologie Supérieure	X	X X X	X	X	X
Suisse	Haute École d'Ingénierie et d'Architecture Fribourg		X	X	X	X
Belgique	UCLouvain /École Polytechnique de Louvain Université de Liège École Inter facultaire de Bioingénieur Faculté Polytechnique de l'Université de Mons		X X X X	X X X	 X	 X
France	Mines ParisTech École Nationale des Ponts et Chaussées ENSTA Bretagne Grenoble INP EISTI-CYTECH INSA Lyon Pôle Léonard de Vinci Université de Technologie de Compiègne	X	X X X X X X X	 X X X	 X 	 X

ANNEXE III

QUESTIONNAIRE

Tableau-A III-1 Questionnaire – Consentement et identification

Le développement des compétences autres que techniques chez les étudiants des écoles d'ingénieurs.

Le présent projet de recherche vise à identifier les différentes méthodologies d'intégration des compétences autres que techniques dans les écoles de génie dans le monde. Pour ce faire, 70 écoles ont été sélectionnées dans une dizaine de pays. À terme, cette étude a pour objectif d'émettre des recommandations ou des pistes à explorer pour mieux développer ces compétences dans le cadre de la formation des ingénieurs au Québec. L'étude vise toute formation menant au diplôme d'ingénieur.

Ce questionnaire devrait vous prendre environ 20 minutes à remplir.

*Required

Email address *

Your email address

Je désire recevoir les résultats de l'étude. *

☐ Oui

☐ Non

Consentement *

☐ J'ai lu et compris la description du projet,

☐ J'ACCEPTÉ de participer en remplissant le questionnaire

☐ J'ACCEPTÉ d'être contacté(e) à nouveau pour participer à l'entrevue

Tableau-A III-2 Questionnaire – Identification

Identification
Si vous souhaitez que ce questionnaire reste anonyme, vous avez le choix de ne pas répondre à la première question. Dans ce cas-là, seule la responsable du projet aura accès à vos données.
Nom, Prénom Your answer
Fonction au sein de l'école/université * Your answer
Nom de l'école/université * Your answer
Ville et pays où se trouve l'établissement * Your answer

Tableau-A III-3 Questionnaire - Département Sciences Humaines (présence)

Département de Sciences Humaines

L'établissement dispose-t-il d'un département exclusif aux sciences humaines / enseignement des «soft skills» ? *

☐ Oui

☐ Non

Les tableaux A III 4,5 et 6 présentent les questions posées aux répondants lorsque la réponse à la question présentée au tableau A III 3 est positive.

Tableau-A III-4 Questionnaire - Département Sciences Humaines (partie 1)

Département de Sciences Humaines

Quel est le nom de ce département? *

Your answer _____

Tableau-A III-5 Questionnaire - Département Sciences Humaines (partie 2)

Sélectionnez, parmi les habiletés suivantes, celles enseignées dans un ou plusieurs cours de ce département. *

La liste suivante comporte un ensemble de "soft skills" utiles aux ingénieurs et identifiées comme manquantes sur le marché du travail. Elle a été construite à partir de la littérature. Elle est cependant non exhaustive.

- ☐ Communication (écoute active, communication orale, écrite, graphique et présentation)
- ☐ Gestion des conflits
- ☐ Gestion des émotions
- ☐ Travail d'équipe et coopération
- ☐ Capacité à motiver une équipe
- ☐ Capacité d'adaptation
- ☐ Capacité à influencer les autres
- ☐ Conscience professionnelle
- ☐ Empathie
- ☐ Capacité à négocier
- ☐ Gestion du temps et de la pression
- ☐ Prise de décision
- ☐ Créativité/ Innovation
- ☐ Leadership et capacité à déléguer le travail
- ☐ Capacités interpersonnelles/Sociabilité
- ☐ Prise d'initiatives
- ☐ Aucune
- ☐ Other: _____

Tableau-A III-6 Questionnaire - Département Sciences Humaines (partie 3)

Est-il obligatoire de choisir certains cours non techniques durant le cursus d'ingénieur? Si oui, lesquels? (précisez le nom et le sigle des cours) *

Your answer

Combien de cours ou de crédits un étudiant doit-il suivre ou obtenir de ce département durant son cursus? *

Your answer

Le tableau A III 7 présentent les questions posées aux répondants lorsque la réponse à la question présentée au tableau A III-3 est négative.

Tableau-A III-7 Questionnaire - Cours non techniques hors département (présence)

Cours non techniques (soft skills)

Y a-t-il des cours non techniques (soft skills) proposés aux futurs ingénieurs dans leur cursus? *

☐ Oui

☐ Non

Le tableau A III-8 présente les questions posées aux répondants lorsque la réponse à la question présentée au tableau A III-7 est positive. Si elle est négative, le répondant avait alors directement accès au tableau A III-9

Tableau-A III-8 Questionnaire - Cours non techniques hors département (partie 1)

Cours non techniques (Soft skills)
Sélectionnez, parmi les habiletés suivantes, celles enseignées dans un ou plusieurs cours du cursus. * La liste suivante comporte un ensemble de "soft skills" utiles aux ingénieurs et identifiées comme manquantes sur le marché du travail. Elle a été construite à partir de la littérature. Elle est cependant non exhaustive. ☐ Communication (écoute active, communication orale, écrite, graphique et présentation) ☐ Gestion des conflits ☐ Gestion des émotions ☐ Travail d'équipe et coopération ☐ Capacité à motiver une équipe ☐ Capacité d'adaptation ☐ Capacité à influencer les autres ☐ Conscience professionnelle ☐ Empathie ☐ Capacité à négocier ☐ Gestion du temps et de la pression ☐ Prise de décision ☐ Créativité/ Innovation ☐ Leadership et capacité à déléguer le travail ☐ Capacités interpersonnelles/ Sociabilité ☐ Prise d'initiatives ☐ Aucune ☐ Other: _____
Est-il obligatoire de choisir certains cours non techniques durant le cursus d'ingénieur? Si oui, lesquels? (précisez le nom et le sigle des cours) * Your answer _____
Combien de cours ou de crédits concernant les compétences non techniques l'étudiant doit-il suivre ou obtenir durant son cursus? * Your answer _____

Tableau-A III-9 Questionnaire - Laboratoire de recherche

Recherche

Y-a t-il un laboratoire de recherche dédié aux compétences non techniques (soft skills) au sein de l'université? *

☐ Oui

☐ Non

Tableau-A III-10 Questionnaire - Intégration des compétences non techniques dans les cours techniques (présence)

Intégration des "soft skills" au sein des cours techniques

L'enseignement des "soft skills" est-il présent dans les cours techniques? *

☐ Oui

☐ Non

Dans le cas où la réponse au tableau-A III-10 était positive, le tableau-A III-11 était présenté au répondant. Dans le cas contraire, il passait directement au tableau-A III-12.

Tableau-A III-11 Questionnaire - Intégration des compétences non techniques dans les cours techniques

Intégration des "soft skills" au sein des cours techniques

Parmi ces habiletés, lesquelles sont intégrées dans les cours techniques? *

La liste suivante comporte un ensemble de "soft skills" utiles aux ingénieurs. Elle a été construite à partir de la littérature. Elle est cependant non exhaustive.

- ☐ Communication (écoute active, communication orale, écrite, graphique et présentation)
- ☐ Gestion des conflits
- ☐ Gestion des émotions
- ☐ Travail d'équipe et coopération
- ☐ Capacité à motiver une équipe
- ☐ Capacité d'adaptation
- ☐ Capacité à influencer les autres
- ☐ Conscience professionnelle
- ☐ Empathie
- ☐ Capacité à négocier
- ☐ Gestion du temps et de la pression
- ☐ Prise de décision
- ☐ Créativité/ Innovation
- ☐ Leadership et capacité à déléguer le travail
- ☐ Capacités interpersonnelles / Sociabilité
- ☐ Prise d'initatives
- ☐ Aucune
- ☐ Other: _____

Y a-t-il un ou plusieurs cours dont le but est de fusionner les compétences techniques et non techniques ? Si oui lesquels? (précisez le nom et le sigle des cours) *

Your answer _____

Tableau-A III-12 Stage (obligation)

Stages / Alternance

Est-il obligatoire pour un étudiant de faire un stage au cours de ses études d'ingénieur? *

☐ Oui

☐ Non

Tableau-A III-13 Associations étudiantes/ Clubs étudiants (présence)

Clubs/Associations étudiantes

L'université propose-t-elle des clubs/associations pour les étudiants? *

☐ Oui

☐ Non

Dans le cas où la réponse au tableau-A III-13 était positive, le tableau-A III-14 était présenté.

Dans le cas contraire, le répondant passait directement au tableau-A III-15.

Tableau-A III-14 Associations étudiantes/ Clubs étudiants

Clubs/Associations étudiantes
La participation à au moins un(e) des associations/clubs est-elle obligatoire? * ☐ Oui ☐ Non
Quel pourcentage des associations est en lien direct avec l'ingénierie? (Construction d'un système, calculs, défi scientifique etc...) * ☐ Moins de 25% ☐ A peu près la moitié ☐ Plus de 75%

Tableau-A III-15 Autres moyens d'intégration des compétences non techniques

Autres moyens d'intégration des compétences non techniques
Y a-t-il d'autres moyens d'enseignement/développement des compétences non techniques dans votre université? Si oui, citez-les brièvement. * A titre d'exemple : activités de team building, séminaires, écoles d'été, activités avec les entreprises, campagne de sensibilisation à l'importance des soft skills, etc.... ou toute autre méthode innovante d'intégration des soft skills. Your answer _____

ANNEXE IV

ENTRETIEN

Les questions posées lors des entretiens étaient les suivantes :

Quels moyens utilisez-vous pour vérifier le développement des compétences non techniques par les étudiants (pendant le cursus/ à la fin du cursus/ dans les premières années d'exercice de la profession) ?

Quels sont les obstacles à l'intégration des *soft skills* dans l'université ?

Comment l'université arrive-t-elle à convaincre les étudiants de l'importance des *soft skills* ?

Le laboratoire de recherche en sciences humaines a-t-il une influence sur le développement de l'université/des cours en matière de compétences non techniques ? Si oui, dans quelle mesure ?

Vous avez spécifié que l'école avait un/plusieurs cours liant sciences techniques et sciences humaines. Pouvez-vous nous expliquer comment ?

Les enseignants ont-ils de l'aide/ des conseils/ une formation concernant l'intégration des compétences non techniques ?

Vous avez spécifié que l'université employait d'autres moyens de développement des compétences non techniques que ceux cités dans le questionnaire, pouvez-vous nous expliquer plus précisément lesquels ?

Quelles sont les origines du développement de l'enseignement des compétences non techniques dans votre établissement ?

Les semestres à l'étranger sont-ils reconnus comme étant un moyen de développement des compétences non techniques par l'organisme d'accréditation ?

Les écoles d'été sont-elles reconnues comme étant un moyen de développement des compétences non techniques par l'organisme d'accréditation ?

Les césures sont-elles reconnues comme étant un moyen de développement des compétences non techniques par l'organisme d'accréditation ?

La participation à des associations étudiantes ou clubs étudiants est-elle valorisée par l'école ? Si oui, comment ?

Les associations/clubs étudiant(e)s sont-elles/ils reconnu(e)s par l'organisme d'accréditation comme un moyen de développer les compétences non techniques ?

Quels sont les liens de votre école avec l'industrie ?

Selon les réponses au questionnaire, toutes les questions n'ont pas été posées. Les entretiens étaient tous personnalisés selon l'établissement et sa participation au questionnaire.

ANNEXE V

LISTE DES COURS NON TECHNIQUES

Tableau-A V-1 Liste les cours non techniques proposés par les écoles interrogées regroupés selon des catégories inspirées par les compétences non-techniques exigées par Ingénieurs Canada

Catégories	Cours
Économie et gestion de projet, compétences organisationnelles	Gestion des objectifs de l'entreprise Gestion de projet intégré Gestion des ventes industrielles Gestion de projet industriel Gestion des ressources humaines Production et gestion des opérations Introduction à la gestion des opérations Marketing industriel Stratégies d'entreprise Économie de l'industrie et organisation Économie Rentabilité de l'entreprise Pouvoir des chiffres Décisions financières et modélisation des entreprises Planification entrepreneuriale Business international Introduction au marketing Sociologie des organisations Leadership et changements organisationnels L'entreprise face au marché Développement de l'entrepreneuriat et des entreprises <i>Capstone</i> en entrepreneuriat en ingénierie Enjeux de l'entreprise CPME Méthodes

Tableau-A V-2 Liste les cours non techniques proposés par les écoles interrogées regroupés selon des catégories inspirées par les compétences non-techniques exigées par Ingénieurs Canada (suite)

Catégories	Cours
Travail individuel et en équipe (Intelligence sociale, gestion d'équipe et compétences interpersonnelles, connaissance et gestion de soi)	Leadership <i>Entrepreneurship</i> et développement d'idées <i>Entrepreneurship</i> innovatif Entreprendre avec intention Gestion des personnes Dynamique de groupe Habiletés relationnelles et de travail collaboratif Moi, toi et les autres Gestion du temps et de soi "Mon Selfie d'aujourd'hui" Méthodes d'organisation personnelle et d'apprentissage orienté sur le but "Mets <i>play</i> sur ton bien-être" "Un voyage dans mon intérieur" Cinéma et travail (situations professionnelles) Théâtre avec sens Théâtre improvisationnel Interculturel
Impact du génie sur la société et l'environnement, professionnalisme	Responsabilité sociale et environnementale Environnement, procédés industriels et développement durable Environnement et société Stratégies de gestion environnementale Crise du climat et terre du futur Engagement social dans les problèmes de réfugiés Engagement social dans la durabilité Engagement social dans la préservation des actifs historiques culturels Gestion des sites de patrimoine avec conflits "Blue engineering"; aspects de la responsabilité sociale et écologique Perspective contemporaine sur la création de valeur Pratique professionnelle de l'ingénierie Technique, ingénieur et société La profession d'ingénieur
Déontologie et équité	Éthique pour les ingénieurs Décisions efficaces et éthiques Éthique et science Fondamentaux de la propriété intellectuelle

Tableau-A V-3 Liste les cours non techniques proposés par les écoles interrogées regroupés selon des catégories inspirées par les compétences non-techniques exigées par Ingénieurs Canada (suite)

Catégories	Cours
Communication	Cours de langues Communication Communication écrite et orale Communication dans des contextes commerciaux Techniques de conversation et négociation Psychologie de la communication Communication interculturelle Théorie rhétorique et pratique de la persuasion Rhétorique orale Mentorat rhétorique entre pairs Communication interpersonnelle et rhétorique Le leadership comme communication Édition rhétorique Composition rhétorique pour le public La négociation comme pratique théorique
Technologie et enjeux sociétaux, Innovation, Apprentissage continu	Sociologie de la technologie Technologie, management et responsabilité sociale Reflet des robots et de l'intelligence artificielle dans les médias et la société Opportunités et risques de la digitalisation dans l'immigration Projets basés sur la technologie et organisations Management de l'innovation Technologie et société Gestion de l'innovation

Tableau-A V-4 Liste les cours non techniques proposés par les écoles interrogées regroupés selon des catégories inspirées par les compétences non-techniques exigées par Ingénieurs Canada (suite)

Catégories	Cours
Culture générale et ouverture d'esprit	Histoire culturelle Art (Architecture/design...) Paysage et formation de paysages Les sciences dans la littérature et les films Technologies dans les arts Littérature graphique: approche historique, théorique et analytique Pourquoi la philosophie? Architecture et philosophie Trouver sa voie politique Théories et pratiques de l'enseignement en université Socio anthropologie des usages Technique et démocratie Philosophie politique Controverses Histoire des sciences le cas de la mécanique Littérature et société Accompagnement et orientation professionnelle Initiation au droit Controverse Histoire Culture Rhétorique des sciences et de la technologie

BIBLIOGRAPHIE

- ABET (2018). Criteria for accrediting engineering programs [PDF]. Repéré à <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2018/11/E001-19-20-EAC-Criteria-11-24-18.pdf>.
- Ahmed, F., Capretz, L. F., & Campbell, P. (2012). Evaluating the demand for soft skills in software development. *It Professional*, 14(1), 44-49.
- Albayati, H. A. (2013). A workshop: Essential soft skills for engineers. Dans *2013 International Conference on Electrical Communication, Computer, Power, and Control Engineering (ICECCPCE)* (pp. 1-1). IEEE.
- Andersson, C., & Logofatu, D. (2018). Using cultural heterogeneity to improve soft skills in engineering and computer science education. Dans *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 191-195). IEEE.
- Andres, P., & Dobrovská, D. (2015). Dilemmas of student technical and social science thinking. Dans *2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 99-101). IEEE.
- Arciszewski, T. (2006). Civil engineering crisis. *Leadership and Management in Engineering*, 6(1), 26-30.
- Bélisle, M., & Doucet, M. (2013). Le renouvellement d'un programme à visée professionnalisante. Le cas du programme de doctorat en médecine vétérinaire de l'Université de Montréal. Dans *Actes de colloque QPES 2013, «Les innovations pédagogiques en enseignement supérieur: pédagogies actives en présentiel et à distance* (pp. 206-211).
- Bélisle, M., & Tardif, J. (2013). Baliser les parcours de formation professionnalisants. *Questions de pédagogies dans l'enseignement supérieur*, 198.
- Bellinger, R. (2002). Product development stunted—Cancellations, cutbacks beset EE workplaces. *EE Times*, September, (<http://www.eetimes.com/showArticle.jhtml>).
- Bonomo, R. (2015). Soft Skills and organizational citizenship: a duo to make the change. Dans *Speech at “Soft Skills and their role in employability—New perspectives in teaching, assessment and certification”, workshop in Bertinoro, FC, Italy*.
- Boubaker, Y. (2017). *Étude sur les compétences relationnelles des gestionnaires de projet au sein des entreprises québécoises* (Université du Québec à Rimouski).

- Bronson, E. (2007). Career and technical education is ideally suited to teaching students the soft skills needed to succeed in the 21st century workplace. *Techniques: Connecting Education & Careers*, 82(7), 30-31.
- Butler, C. J., & Chinowsky, P. S. (2006). Emotional intelligence and leadership behavior in construction executives. *Journal of management in engineering*, 22(3), 119-125.
- Chan, J., Goh, J., & Prest, K. (2015). Soft skills, hard challenges: Understanding the nature of China's skills gap. *British Council*.
- Chedru, M., & Le Mehaute, A. (2010). Le modèle des dominances cérébrales de Ned Herrmann et l'accompagnement à l'autonomie-application dans une école d'ingénieurs. *Nouveaux comportements, nouvelle GRH*, 1-22.
- Chevrier, J., & Charbonneau, B. (2000). Le savoir-apprendre expérientiel dans le contexte du modèle de David Kolb. *Revue des sciences de l'éducation*, 26(2), 287-324.
- Chinowsky, P. S., Robinson, B., & Robinson, S. (2013). The use of personality assessment measures in social network analysis. Dans *Engineering Project Organization Conference* (pp. 9-11).
- Chouteau, M., Escudie, M.-P., Forest, J., & Nguyen, C. (2015). La technique est-elle condamnée à entrer par effraction dans notre culture? *Phronesis*, 4(2), 5-16.
- Cimatti, B. (2016). Definition, development, assessment of soft skills and their role for the quality of organizations and enterprises. *International Journal for quality research*, 10(1).
- Cinque, M. (2016). "Lost in translation". Soft skills development in European countries. *Tuning Journal for Higher Education*, 3(2), 389-427.
- Cleary, M., Flynn, R., & Thomasson, S. (2006). Employability skills: From framework to practice-an introductory guide for trainers and assessors. *Adobe Digital Edition version*.
- Coleman, J. S. (1976). Differences between experiential and classroom learning. *Keeton and*.
- Crosbie, R. (2005). Learning the soft skills of leadership. *Industrial and commercial training*.
- Dalle, D., Denis, G., Lachiver, G., Hivon, R., Boutin, N., & Bourque, S. (2002). L'apprentissage par problèmes et par projets en ingénierie. Nouveaux programmes de génie électrique et de génie informatique: Département de génie électrique et de génie informatique, Université de

- Farr, J. V., & Brazil, D. M. (2009). Leadership skills development for engineers. *Engineering Management Journal*, 21(1), 3-8.
- Gardelle, L. (2017). L'introduction des Sciences humaines et sociales dans les formations d'ingénieurs. Des questions en débat en Algérie et au Maroc.
- Gauvin, C., & Laforge, É. (2006). Les habiletés de savoir être. *Module travail social, Université du Québec*[En ligne]. http://www.infiressources.ca/fer/depotdocuments/Habiletés_savoir_être-CGauvin_et_ELaforge-UQAT.pdf (page consultée le 25 mai 2013).
- Goleman, D. (1995). Emotional intelligence. New York, NY, England: Bantam Books, Inc.
- Herrmann, N. (1992). *Les dominances cérébrales et la créativité*. Retz.
- Khamisani, V. A., Siddiqui, M. S., & Bawany, M. Y. (2006). Analyzing soft skills of software engineers using repertory grid. Dans *2006 IEEE International Multitopic Conference* (pp. 259-264). IEEE.
- Kingsley, B. (2015). Self Awareness and Emotional Intelligence. Dans *Speech at "Soft Skills and their role in employability-New perspectives in teaching, assessment and certification", workshop in Bertinoro, FC, Italy*.
- Klaus, P. (2009). *The hard truth about soft skills*. HarperCollins.
- Knight, P., & Page, A. (2007). The assessment of 'wicked'competences: Report to the Practicebased Professional Learning Centre. *Open University, available online at* www8.open.ac.uk/opencetl/practice-based-professional-learning/activities-projects/funded-projects-and-investigations/study-the-assessment-wicked-competencies.
- Kumar, S., & Hsiao, J. K. (2007). Engineers learn "soft skills the hard way": Planting a seed of leadership in engineering classes. *Leadership and Management in Engineering*, 7(1), 18-23.
- Lemaître, D. (2003). *La formation humaine des ingénieurs*.
- Livian, Y. (2008). ingénieur et manager.
- Marando, A. (2012). Balancing project management hard skills and soft skills. *Rabb School of Continuing Studies Division of Graduate Professional Studies Brandeis University*.
- Motschnig-Pitrik, R. (2006). Two technology-enhanced courses aimed at developing interpersonal attitudes and soft skills in project management. Dans *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 331-346). Springer.

- Mourshed, M., Patel, J., & Suder, K. (2014). Education to employment: Getting Europe's youth into work. *McKinsey & Company*.
- National Academy of Engineering, U. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. National Academies Press Washington, DC.
- Newman, M. J. (2005). Problem based learning: an introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), 12-20.
- Offroy, J.-G. (2015). Réflexions sur 25 ans de formation aux relations humaines dans une école d'ingénieurs. *Phronesis*, 4(2), 43-53.
- Pant, I., & Baroudi, B. (2008). Project management education: The human skills imperative. *International journal of project management*, 26(2), 124-128.
- Papineau, C. (2018). *Les compétences essentielles requises des gestionnaires de projets de construction au Québec* (École de technologie supérieure).
- Paul, R., & Cowe Falls, L. (2015). Engineering leadership education: A review of best practices.
- Penzenstadler, B., Haller, G., Schlosser, T., & Frenzel, G. (2009). Soft Skills REquired: A practical approach for empowering soft skills in the engineering world. Dans *2009 Collaboration and Intercultural Issues on Requirements: Communication, Understanding and Softskills* (pp. 31-36). IEEE.
- PMBOK. (2017). A guide to the project management body of knowledge. Sixth Edit. *Project Management Institute, Inc*, 2-111.
- Prados, J. W. (1998). Engineering Education in the United States: Past, Present, and Future.
- Rao, M. (2013). Smart leadership blends hard and soft skills:... and emphasizes the importance of continuous learning. *Human Resource Management International Digest*, 21(4), 38-40.
- Ricard, D. (2001). L'apprentissage-action dans un contexte universitaire au Québec. *Interactions*, 5(2), 131-144.
- Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business communication quarterly*, 75(4), 453-465.
- Roby, C. (2017). Humanités et SHS dans les écoles d'ingénieurs en France: une approche sociohistorique. *Tréma*, (47), 17-34.

- Russell, J., & Stouffer, B. (2003). Leadership: Is it time for an educational change? *Leadership and Management in Engineering*, 3(1), 2-3.
- Russell, J., & Yao, J. (1996). Education conference delivers initiatives. *Journal of management in engineering*, 12(6), 17-26.
- Schulz, B. (2008). The importance of soft skills: Education beyond academic knowledge.
- Slavin, R. E. (2010). L'apprentissage coopératif: pourquoi ça marche. *Comment apprend-on*, 171-189.
- Sonntag, M., Gitzhofer, F., & Lejeune, M. (2015). La place de la recherche en sciences humaines, sociales et économiques dans les écoles d'ingénieurs.
- Sonntag, M., Lemaître, D., Fraysse, B., Becerril, R., & Oget, D. (2008). Les questions de formation dans les Ecoles d'ingénieurs Un débat reconnu. Une place pour la recherche? *Recherches & éducations*, (1), 121-144.
- Todd, R. H., Sorensen, C. D., & Magleby, S. P. (1993). Designing a senior capstone course to satisfy industrial customers. *Journal of engineering education*, 82(2), 92-100.
- Toor, S.-u.-R., & Ofori, G. (2008). Developing construction professionals of the 21st century: renewed vision for leadership. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(3), 279-286.