



HAL
open science

La formation à l'éthique du numérique dans l'enseignement supérieur (ingénierie et filières scientifiques) entre injonctions politiques et pratiques de terrain à l'heure de la crise écologique et de l'essor de l'intelligence artificielle. Quelles pistes d'évolution pour les formations ?

Léa Rogliano

► To cite this version:

Léa Rogliano. La formation à l'éthique du numérique dans l'enseignement supérieur (ingénierie et filières scientifiques) entre injonctions politiques et pratiques de terrain à l'heure de la crise écologique et de l'essor de l'intelligence artificielle. Quelles pistes d'évolution pour les formations ? : Une enquête de terrain menée en France dans le cadre d'un stage au CNPEN (Comité national pilote d'éthique du numérique).. Sciences de l'Homme et Société. 2022. hal-03925832

HAL Id: hal-03925832

<https://inria.hal.science/hal-03925832>

Submitted on 5 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



Faculté de
Philosophie et
Sciences sociales

Département de Philosophie, Éthique et Sciences des religions et de la laïcité

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master 2.
Master en éthique
Finalité en Droit et médias

**La formation à l'éthique du numérique
dans l'enseignement supérieur (ingénierie et filières scientifiques) entre injonctions
politiques et pratiques de terrain à l'heure de la crise écologique
et de l'essor de l'intelligence artificielle.
Quelles pistes d'évolution pour les formations ?]**

*Une enquête de terrain menée en France dans le cadre d'un stage au CNPEN
(Comité national pilote d'éthique du numérique).*

Léa ROGLIANO

Sous la direction de : Thomas BERNS

Lecteur/trice.s : Marie-Geneviève Pinsart, Tyler Reigeluth.

Année académique 2021-2022



Remerciements

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Thomas Berns, pour sa disponibilité, ses éclairages toujours francs et bienveillants, et le désir d'approcher la philosophie,

Je tiens à remercier mes maîtres de stage, Catherine Tessier et Claude Kirchner, pour leur disponibilité sans faille et leur accompagnement qui m'ont formée au-delà de mes espérances. Merci à Catherine Tessier pour sa rigueur au reflet d'une exigence scientifique qui restera pour moi un modèle,

Je tiens à remercier toutes les personnes auditionnées qui m'ont généreusement donné de leur temps pour répondre à mes questions et de leur énergie pour relire les auditions et les annoter,

Je tiens à remercier, Jérôme Huon de Kermadec, facilitateur de destin,

Je dédie ce travail à ma fille, Tara Millot, pour lui signifier le bonheur que m'inspire sa génération, et lui transmettre l'espoir que la découverte de l'éthique a généré en moi, en espérant qu'il dépasse un plaisir intellectuel pour les années dans lesquelles elle vivra,

Je tiens à remercier avec amour mes proches qui m'ont tant aidée en gardant ma fille, en me soutenant à toutes les étapes, en relisant cet écrit, Paul Millot, Sylvie Mélis, Lionel Millot, Martine Massias-Millot et Coralie Guaveia

Je tiens à remercier ceux et celles qui m'ont hébergée à Paris pendant mon stage, Caroline et Franck Le breton, et Marion Collet.

Note préliminaire sur l'écriture inclusive.

Ce mémoire se conforme au « Décret relatif au renforcement de la féminisation des noms de métier, fonction, grade ou titre et aux bonnes pratiques non discriminatoires quant au genre dans le cadre des communications officielles ou formelles » de la Communauté française de Belgique, entré en vigueur le 1^{er} janvier 2022, qui inclut les documents de recherche dans ses cibles d'application. Ainsi, les noms de métiers, de fonction, de grade ou titre seront féminisés. Nous tenons particulièrement à cette féminisation des termes de métiers, de grade ou titre dans le cadre de notre mémoire, car les femmes sont sous-représentées dans les filières d'ingénierie et d'informatique. Comme nous le confiait une des personnes interrogées durant notre stage, la sous-représentation des femmes dans les métiers de l'informatique entraîne des problématiques éthiques, notamment par la création de biais dans les algorithmiques.

Ainsi, comme le sous-entend le décret, pour renvoyer à des ensembles qui comportent des hommes et des femmes, nous favorisons l'emploi de doubles formules abrégées pour gagner de l'espace et du confort de lecture plutôt que des formules doubles, juxtaposant le féminin et le masculin. Nous privilégions les termes épécènes, les termes collectifs et les formes passives, qui neutralisent l'opposition de genre. Les catégories de métiers scientifiques que nous mettons en avant étant aujourd'hui très fortement masculinisées, il nous semble que la mise en avant des formules doubles soient le plus à même de participer à l'évolution des représentations genrées¹.

¹ L'article 2 du décret stipule : « *Le recours, pour des raisons d'économie, d'allègement ou de lisibilité, à l'acception générique de la forme masculine est de préférence réservé à la désignation des ensembles mixtes lorsque le caractère mixte de ces ensembles est préalablement établi de manière claire par le contexte, le texte ou le discours.* »

TABLE DES MATIÈRES

Premier volume : Mémoire

Introduction	p. 7
---------------------------	------

PREMIERE PARTIE / TERMINOLOGIE

A) Éclairages sur les définitions du mot « éthique »	p. 12
B) Approches différenciées des mots « éthique » et « ethics » dans le monde anglophone et francophone	p. 13
C) Éclairages sur la définition de l'« éthique du numérique »	p. 14
D) Éclairages sur la définition de l'« éthique de l'IA »	p. 14
E) Autres catégorisations de l'éthique de l'IA rencontrées pendant le stage	p. 16
F) L'Éthique de l'ingénieur·e	p. 17

DEUXIÈME PARTIE / INCITATIONS NATIONALES EN FRANCE ET EUROPÉENNES À LA FORMATION À L'ÉTHIQUE DE L'IA À DESTINATION DES INGÉNIEUR·E·S

A) Rapport de la CNIL (2017)	p. 18
B) Rapport Villani (2018)	p. 19
C) Recommandation de l'Unesco sur l'éthique de l'intelligence artificielle (2021)	p. 19
D) Manifeste du The Shift Project (2022)	p. 21
E) Textes réglementaires européens.....	p. 23

TROISIÈME PARTIE / ENQUÊTE DE TERRAIN SUR LA FORMATION À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE À DESTINATION DES INGÉNIEUR·E·S EN FRANCE

Chapitre I : Description du stage et du terrain de recherche

1. Description du contexte du stage.....	p. 25
2. Objet du stage	p. 25
3. Activités réalisées lors du stage	p. 26
4. Limites de la recherche menée pendant le stage	p. 26
5. Liste des personnes auditionnées et biographies courtes	p. 27

Chapitre II : Analyse et synthèse des auditions menées pendant le stage

A) L'importance du souci éthique selon les types d'établissements	p. 30
B) Éthique et éthique du numérique dans les formations	p. 31
C) Trois approches de l'enseignement d'éthique du numérique	p. 33
D) Visées des cours selon les enseignants	p. 33
E) Quatre plans de cours d'éthique du numérique	p. 35
F) Pédagogies comparées	p. 43
1. La part de la théorie et de la pratique	p. 43
2. Connaissances / Compétences	p. 44
3. La place de la philosophie	p. 46
4. La question de l'adresse du public visé	p. 47
5. Outils pédagogiques	p. 48
G) La fronde des ingénieurs	p. 48
H) L'orientation philosophico-politique des formations	p. 49
I) La formation idéale à l'éthique du numérique selon les personnes auditionnées	p. 51
J) L'éducation à l'éthique peut-elle être considérée comme contribuant à une innovation européenne ?	p. 53

QUATRIÈME PARTIE : LA PENSÉE ÉTHIQUE AU CARREFOUR DE L'ESSOR DES TECHNIQUES DE TRAITEMENT AUTOMATISÉ DE L'INFORMATION ET DE LA CRISE ENVIRONNEMENTALE. QUELLES CONSÉQUENCES POUR LA FORMATION À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ?

Chapitre I : Les valeurs et les principes éthiques

A) La remise en question des valeurs éthiques héritées de la bioéthique	p. 55
1. Le principe de bienfaisance	p. 55
2. Le principe d'autonomie	p. 58
3. La dignité humaine	p. 64
B) Les principes propres à l'éthique du numérique et à l'éthique de l'IA	p. 67
C) Exemple appliqué : Implémenter des valeurs éthiques dans un algorithme de reconnaissance faciale	p. 71
1. Présentation du cas d'étude	p. 72
2. À quels moments peut intervenir la valeur d'équité dans un processus de programmation en apprentissage machine ?	p. 72
3. Que retenir de ce cas d'étude pour l'enseignement de l'éthique du numérique ?	p. 76
a) Valeurs et principes : des concepts à éclairer dans le domaine de l'éthique de l'IA	p. 76
b) Formuler des exigences opérationnelles	p. 77
c) Identifier les parties prenantes	p. 78

d) Recenser les valeurs	p. 79
e) Relation entre les valeurs	p. 80
4. Conclusion	p. 81

Chapitre II : La place du corps et des émotions dans la pratique éthique à l'heure de la digitalisation des activités humaines et de la crise écologique

A) La rationalité en question	p. 84
B) Le corps médié	p. 87
C) La place du corps dans l'enseignement de l'éthique	p. 92
D) Exemples d'exercices pouvant être utilisés pour l'intégration de l'émotion, de la sensation et du corps dans l'enseignement de l'éthique du numérique	p. 94

CINQUIÈME PARTIE : CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS POUR L'AMÉLIORATION DES FORMATIONS À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE.

A) Conclusion	p. 97
B) Sept recommandations pour la formation à l'éthique du numérique	p. 98
1. Pour la création d'une formation qualifiante pilote de pointe pluridisciplinaire en éthique de l'IA	p. 98
2. Regrouper les professionnel·le·s du secteur pour penser les notions de compétences et de connaissances dans le cadre de la formation à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s et étudiant·e·s en informatique	p. 99
3. Rendre une formation conséquente en éthique du numérique obligatoire pour les ingénieur·e·s et les étudiant·e·s en informatique	p.100
4. Développer les recherches en éthique qui intègrent le non-humain et voir comment les transposer dans les formations à l'éthique du numérique dans une visée de soutenabilité environnementale	p.100
5. Recenser et développer les recherches liant formation à l'éthique du numérique et soutenabilité environnementale. Favoriser les recherches intégrant des consultations avec des acteur·trice·s de terrain et des associations étudiantes afin de parvenir à la diffusion d'outils pédagogiques adaptés et concertés	p.101
6. Développer des pédagogies intégrant le corps et les émotions dans l'enseignement de l'éthique	p.102
7. Promouvoir l'enseignement de l'éthique du numérique en groupe et en présentiel (pour autant que le contexte sanitaire l'autorise) et instituer ce type d'enseignement comme le seul pouvant donner accès à une qualification en éthique	p.102

Bibliographie	p.103
----------------------------	--------------

Deuxième volume : Volume d'annexes

Audition de Raja CHATILA	3
Audition de Christelle DIDIER	7
Audition de Gilles DOWEK	15
Audition de Yann FERGUSON	19
Document complémentaire : Grille éthico-technique	27
Audition d'Éric FOURNERET	29
Audition de Christine FROIDEVAUX	34
Audition d'Alexeï GRINBAUM	39
Audition de Mélanie GORNET	44
Audition de Thierry MÉNISSIER	48
Audition de Catherine TESSIER	52

INTRODUCTION

« En 1994-1995, nous étions deux à Lille à nous intéresser à l'éthique chez les ingénieurs. En France, je pense qu'il n'y avait personne d'autre qui associait le mot éthique et le mot ingénieur.²», voici ce que déclarait Christelle Didier, grande spécialiste de l'éthique de l'ingénierie en France, lors de l'audition que nous avons menée le 31 mars 2022. Aujourd'hui, dix-huit ans plus tard, l'association des deux mots est en passe de devenir un lieu commun.

Le mot « éthique » est abondamment utilisé dans les textes européens pour faire la promotion d'une intelligence artificielle « digne de confiance »³, que l'Union souhaite développer à la suite du RGPD adopté en 2016. Dans cet élan, en 2017, le député Cédric Villani appelait dans son rapport intitulé « Donner un sens à l'intelligence artificielle », réalisé à la demande du Premier ministre français, à « intégrer l'éthique dans la formation des ingénieurs et des chercheurs en IA »⁴. Cinq ans plus tard, la demande faite dans le rapport Villani semble porter ses fruits en France. Une quantité toujours plus importante d'écoles d'ingénieurs et d'universités en sciences proposent des cours d'éthique à leurs étudiant·e·s. La tendance est identique en Belgique.

Dans le cadre de ce master, nous avons eu la chance de faire un stage sur plusieurs mois au CNPEN⁵, le nouveau comité d'éthique du numérique français, créé en 2019, et en passe d'être entériné comme organe autonome. En discussion avec Catherine Tessier et Claude Kirchner (notre maitresse et notre maitre de stage), et en vertu de nos intérêts communs, il nous a été suggéré de travailler sur la formation à l'éthique du numérique des futur·e·s ingénieur·e·s dans le but de produire une liste de recommandations visant à améliorer les formations existantes, ce que nous ferons en conclusion de ce mémoire. Pour ce faire, nous avons mené une enquête de terrain composée d'une série de dix auditions majoritairement avec des enseignant·e·s en éthique d'écoles d'ingénieurs, ainsi qu'un expert en éducation et une étudiante en ingénierie. Nous nous sommes appuyée sur les expériences des enseignant·e·s et sur leur rôle d'intermédiaires entre les injonctions institutionnelles et les retours de terrain émanant des étudiant·e·s. Nous avons découvert à leur contact une diversité d'approches et une très forte inventivité du champ de l'enseignement de l'éthique du numérique.

Cette enquête de terrain nous a propulsée dans une recherche bien plus importante et formatrice que nous ne l'avions imaginée. En effet, elle sous-entendait l'articulation de domaines qui nous étaient majoritairement inconnus ; celui de l'éthique du numérique, celui de l'ingénierie et celui de la pédagogie de l'éthique.

² Audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 11.

³ Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle (GEHN IA), « Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance », le 8 avril 2019, p. 4.

⁴C. Villani,(mars 2018), « Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale européenne. », mission confiée par le Premier ministre français Édouard Philippe, mission parlementaire du 8 septembre 2017 au 8 mars 2018, p. 146.

⁵ Comité national pilote d'éthique du numérique (français).

Pour construire notre réflexion, nous avons été obligée d'avancer avec un grand nombre de flous inhérents à une discipline émergente. Par exemple, comment réfléchir à l'amélioration des formations à l'éthique du numérique sans préalablement définir ce qu'elle est. Or la définition de cette discipline est en construction. Le CNPEN, fondé il y a à peine trois ans, (alors que le CCNE⁶ existe depuis bientôt quarante ans) propose justement de caractériser, sans toutefois la circonscrire, l'éthique du numérique dans son premier ouvrage paru début 2022, intitulé *Pour une éthique du numérique*.⁷ Nous savons que la définition proposée par le comité a fait l'objet d'âpres discussions. Une des premières difficultés rencontrée dans ce mémoire, mais qui a constitué pour nous son intérêt, est la nouveauté de son champ d'étude.

L'éthique du numérique et/ou de l'IA⁸ est un champ de recherche extrêmement prolifique mais sur le terrain de l'éducation, la littérature francophone commence à peine à s'écrire. Nous voyons des publications importantes paraître depuis le début de l'année 2021, et savons que d'autres sont en préparation. Notons par exemple la sortie du premier référentiel de compétence proposé par une chercheuse et deux chercheurs québécois intitulé : « Former à l'éthique de l'intelligence artificielle en enseignement supérieur »⁹ sorti en février 2022. En Belgique, un atelier intitulé « AI Ethics in Belgian Higher Education (Engineering and Computer Sciences) », qui doit donner lieu à un rapport, a été annoncé et devrait être mis en place prochainement par FARI, AI Institute for the Common Good. Un ouvrage intitulé *Éthique de la communication et de l'information. Une initiation philosophique en contexte technologique avancé*¹⁰ a été publié en 2021 par Thomas Berns et Tyler Reigeluth dans le prolongement de leur cours d'éthique de l'information et de la communication dispensé à l'ULB à destination de filières de SHS. Cet ouvrage propose une interprétation des enjeux de l'éthique du numérique sous l'angle de la communication et de l'information en lien avec les enjeux du calcul algorithmique. En France, Thierry Ménissier, qui dirige la chaire « éthique et IA », prépare également une publication autour de ses enseignements sur l'éthique de l'IA.

La littérature existante sur l'enseignement de l'éthique de numérique et/ou de l'IA est donc réduite, d'autant que nous nous sommes principalement intéressée à la France et à la Belgique. Cependant, une littérature plus fournie existe concernant la formation à l'éthique de l'ingénierie. Notons le travail de Christelle Didier, qui fait référence en la matière, avec entre autre son essai *Penser l'éthique des ingénieurs*¹¹ en 2008, et les nombreux articles qu'elle a publiés à ce sujet, tel « Quels contenus pour un enseignement en éthique pour de futurs

⁶ Comité consultatif national d'éthique (français).

⁷ CNPEN, *Pour une éthique du numérique*, Coordonné par Éric Germain, Claude Kirchner et Catherine Tessier, P.U.F, 2022.

⁸ La majorité des textes internationaux encouragent à l'enseignement relatif à l'éthique de l'IA. En attendant que le débat académique soit tranché au sujet des différences ou de la similarité entre l'éthique de l'IA et l'éthique du numérique, nous avons pris le parti de considérer l'éthique de l'IA comme une partie de l'éthique du numérique.

⁹ F. Bruneault, A. Sabourin-Laflamme, A. Mondoux, « Former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : référentiel de compétence », [Référentiel de compétence], 2022, <https://doi.org/10.31235/osf.io/38tfv>

¹⁰ T. Berns, T. Reigeluth, *Éthique de la communication et de l'information. Une initiation philosophique en contexte technologique avancé*, Bruxelles, Éditions de l'Université de Bruxelles, 2021.

¹¹ C. Didier, *Penser l'éthique des ingénieurs*, Paris, P.U.F, 2008.

ingénieurs ? Bilan après 10 ans d'expérience d'enseignement »¹². Un autre ouvrage fait référence concernant la formation à l'éthique à destination des ingénieur·e·s. Il s'agit de *Quelle éthique pour l'ingénieur ?* de Laure Flandrin et Fanny Verrax publié en 2019. Cet ouvrage est d'autant plus important qu'il intègre les enjeux environnementaux et ceux de la responsabilité des ingénieur·e·s dans le cadre des dispositifs sociotechniques. Citons enfin, le manifeste du The Shift Project publié en mars 2022 et intitulé « Former l'ingénieur du XXI^e siècle », qui est axé sur les enjeux environnementaux.

La deuxième question que nous devons intégrer à nos réflexions est celle du public cible des formations à l'éthique du numérique. Nos maîtres de stage au CNPEN nous ont confié la mission de nous intéresser aux ingénieur·e·s, ce que nous avons fait dans notre étude de terrain en auditionnant des enseignant·e·s d'écoles d'ingénieurs, mais l'ingénierie convoque des domaines très larges alors que notre domaine d'étude est très spécifique. En outre, s'en tenir aux écoles d'ingénieurs excluait les étudiant·e·s des universités, notamment celles·ceux des filières informatiques, pour lesquels la formation à l'éthique du numérique semble toute indiquée. Par ailleurs, nous avons eu l'occasion d'auditionner Éric Fourneret, qui enseignant l'éthique pour les filières de management, affirme l'intérêt de la discipline pour ses étudiant·e·s, en particulier du fait qu'ils et elles seraient amenés à recruter ou à gérer du personnel à l'aide d'algorithmes. Cette difficulté est aussi une difficulté de fond : à quel point l'éthique du numérique est-elle une discipline transversale ? Quels peuvent être les liens entre une formation à l'éthique du numérique pour de futur·e·s roboticien·ne·s et une formation pour de futur·e·s étudiant·e·s en management ? Lorsque nous parlons d'un enseignement à l'éthique du numérique, l'entendons-nous comme un regroupement d'éthiques professionnelles lié au numérique ou comme l'enseignement d'une branche de l'éthique s'intéressant à un domaine ciblé de l'activité humaine ? Assumant une autre zone d'incertitude, nous avons pris le parti de présenter plusieurs types de formations qui s'adressent à des publics différents en présentant différents plans de cours et des retours d'expériences dans la partie du mémoire consacrée à l'étude de terrain. D'autre part, nous mettons en avant des formations qui pourraient voir le jour pour une catégorie plus restreinte d'étudiant·e·s impliqué·e·s dans les filières informatiques et de l'IA.

Notre troisième point d'intérêt touche à la rencontre des rationalités. Lors de nos auditions, la question de la défiance des ingénieur·e·s envers les disciplines issues des SHS a été développée. Le système éducatif sépare relativement tôt, et hiérarchise les élèves, entre la formation aux sciences dites dures et la formation aux sciences humaines et sociales. Pourtant, de plus en plus de textes, y compris dans les publications institutionnelles, tel le rapport Villani, préconisent de rendre plus poreuse l'approche des rationalités¹³ dans l'enseignement, c'est-à-

¹² C. Didier, « Quels contenus pour un enseignement en éthique pour de futurs ingénieurs ? Bilan après 10 ans d'expérience d'enseignement », dans B. Feltz, P. Goujon, B. Hériard Dubreuil, S. Lavelle, W. Lesch, *Éthique, technique et démocratie*, Éditions Academia, 2007, p. 271-287.

¹³ Voir par exemple à la page 147 du rapport Villani : « À terme, l'objectif est de produire des diplômés qui disposent des compétences techniques nécessaires pour développer des systèmes efficaces et des compétences en sciences sociales pour comprendre l'impact de leurs développements sur la société et ses citoyens. À partir de cette exigence, on peut concevoir différentes maquettes de formation. On peut mettre en place un système de majeure/mineure dans les établissements d'enseignement supérieur, qui permet aux étudiants de choisir une

dire l'appréhension du monde via différents types de connaissances, tels que le droit, les sciences, les techniques, l'éthique, la politique, l'économie... Proposer un cours d'éthique auprès d'ingénieur·e·s et d'étudiant·e·s des filières informatiques des universités est donc un espace ouvert à la rencontre entre différentes rationalités, un espace susceptible de déconstruire des visions par trop figées de la vérité. Nous avons sondé les formes possibles de cet espace au travers des témoignages des professionnel·le·s auditionné·e·s et, en nous confrontant nous-mêmes à l'approche détaillée d'un travail liant éthique et technique dans le domaine du machine learning, réalisé par une ingénieure, stagiaire au CNPEN avant nous, Mélanie Gornet. Cette expérience a été très formatrice, et nous a poussée à considérer plutôt qu'une défiance partagée, les difficultés que peuvent éprouver les étudiant·e·s des SHS à approcher un projet informatique très technique. Ainsi, nous intéressons-nous dans ce mémoire à penser la formation à l'éthique du numérique comme un point de rendez-vous nécessitant un effort équivalent du côté des ingénieur·e·s et des éthicien·ne·s (ainsi que les autres branches des SHS) devant *in fine* rendre être capable de collaborer à l'élaboration des technologies « centrées sur l'humain » dans le milieu professionnel.¹⁴

Enfin, ce mémoire s'inscrit dans un moment très particulier de l'ingénierie qui nous interpelle. Un phénomène inédit de fronde des étudiant·e·s se répand dans les écoles d'ingénieurs. De nombreux articles et ouvrages relatent un mécontentement et un désarroi grandissant quant aux orientations politiques de formations jugées « nocives pour la planète ». ¹⁵ La crise écologique que nous traversons et le contexte difficile dû à la remise en question de notre économie basée majoritairement sur les énergies fossiles, génèrent, en particulier chez les nouvelles générations, une anxiété profonde. Le mot « écoanxiété » va d'ailleurs faire son apparition dans le dictionnaire Le Petit Robert 2023.¹⁶ La notion de progrès liée à l'avancée des techniques n'est plus un allant de soi, et les ingénieur·e·s les plus soucieux·euses du problème environnemental se trouvent plongé·e·s dans l'incertitude, car si la technique résout des problèmes, elle en crée également.¹⁷ L'enseignement de l'éthique pourrait-il participer à considérer ces émotions, et ne serait-ce pas de son devoir de le faire, dans la mesure où ces émotions transcrivent un souci existentiel profond et interrogent notre responsabilité morale collective ? Mais quelle éthique pouvons-nous mobiliser ? Quelle éthique pour le numérique au temps de la crise environnementale ?

Des réponses à ce questionnement traversent en filigrane les témoignages réunis dans ce mémoire. Thierry Ménissier dans un article intitulé « Quelle éthique pour l'IA ? »¹⁸ affirme

discipline principale, par exemple l'informatique (majeure) et une discipline secondaire telle que le droit (mineure). »

¹⁴ Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle (GEHN IA), « Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance », le 8 avril 2019, p. 12.

¹⁵ Des agros qui bifurquent, *Appel à désertier – Remise des diplômes AgroParisTech 2022*, 10 mai 2022, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=SUOVOC2Kd50>

¹⁶ É. Falco, « NFT, Babtou, écoanxiété... Quels mots font leur entrée dans le dictionnaire Le Petit Robert 2023 ? », *Le Journal du Dimanche*, publié le 15 octobre 2022 à 15h37

¹⁷ Audition de Christelle Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 13.

¹⁸ T. Ménissier, « Quelle éthique pour l'IA ? Naissance et développements de l'intelligence artificielle à Grenoble », [Colloque Académie Delphinale], *Naissance et développement de l'intelligence artificielle*, Grenoble, 10 octobre 2019.

que l'essor de l'IA fait « *travailler l'éthique sur elle-même* ». Mais la crise environnementale convoque elle aussi l'éthique. Ainsi, tentons-nous de participer aux débats en cours afin d'envisager les dynamiques, les lignes de fracture et les tensions générées dans ce mouvement de la pensée éthique sur elle-même au carrefour entre la crise environnementale et l'essor des nouvelles technologies du traitement automatisé de l'information afin de donner corps à une éthique capable de nous aider à tourner notre regard vers le futur.

PREMIÈRE PARTIE

-

Terminologie

Cette partie de terminologie a pour but de donner des éléments de définition des termes que nous développerons au fil du mémoire. Pour certains, cela nous permettra de montrer l'angle que nous poursuivons. Pour d'autres, nous nous arrêterons sur les débats en cours quant à leur définition. Nous n'avons pas la prétention de circonscrire les différents champs que nous allons étudier mais au contraire d'en montrer l'épaisseur. Ainsi, nous nous baserons sur la définition du mot éthique de l'Académie française mettant en avant sa dimension réflexive. Concernant l'éthique du numérique, nous nous baserons sur la définition donnée par le CNPEN en France. Concernant l'éthique de l'IA, nous mettrons différentes approches en avant en nous demandant ce que cette appellation recouvre. En effet, si l'on entend abondamment parler d'éthique de l'IA, en trouver une définition est plus rare. Comment circonscrire le champ de l'éthique de l'IA ? Est-il différent de l'éthique du numérique ou en fait-il simplement partie ? Ces questions ne font pas consensus. Enfin, nous avons remarqué que des catégorisations de l'éthique en sous-catégories étaient légion. L'éthique de l'ingénieur a, par exemple, une histoire propre qui peut l'instituer en une catégorie particulière. Les éclairages que nous proposons dans cette partie se verront complétés, discutés, mis en perspective tout au long de ce mémoire.

A) Éclairages sur la définition du mot « éthique »

Lors de notre stage au CNPEN, la définition de l'Académie française du mot éthique m'a été indiquée comme faisant référence. L'éthique y est définie comme une « *Réflexion relative aux conduites humaines et aux valeurs qui les fondent, menée en vue d'établir une doctrine, une science de la morale* ». Si l'on accepte cette définition, l'usage de l'adjectif "éthique" est très largement dévoyé dans le langage courant. Ainsi, un projet ou un produit ne peuvent être « éthiques » car ils ne peuvent avoir « *rapport aux conduites humaines et aux valeurs qui les fondent* ».

La dimension réflexive de l'éthique est centrale dans l'éthique défendue par le CNPEN qui l'a reprise et mise en valeur dans son *Manifeste pour une éthique du numérique*¹⁹ en définissant l'éthique comme : « *une réflexion continue, évolutive, nourrie par l'histoire de la pensée et liée à une culture. Elle identifie et interroge les valeurs et les normes, met en évidence leurs éventuels conflits, pour éclairer des choix individuels ou collectifs.* »

¹⁹ Manifeste pour une éthique du numérique. CNPEN. Avril 2021.

B) Approches différenciées des mots « éthique » et « ethics » dans le monde anglophone et francophone

Pendant notre stage au CNPEN, nous avons eu la chance de côtoyer des membres du comité amenés à interagir au niveau international pour discuter et statuer sur des questions d'éthique du numérique. Deux personnes ont attiré notre attention sur la différence entre l'utilisation du terme "éthique" en français et "ethics" en anglais dans les institutions. L'utilisation anglaise du mot "ethics" permet plus aisément l'inclusion des règles de conduite et des codes déontologiques dans la définition du mot. Pour cette raison, la dimension réflexive mise en avant par le CNPEN tente d'éviter l'écueil qui viserait à réduire l'éthique à une série de normes à respecter.

Un article sémantique intitulé « "Éthique" et "morale" en français, en allemand et en anglais » contredit en partie la définition du Merriam Webster de l'utilisation du mot "ethics"²⁰ et la vision des membres du CNPEN, vision que l'on ne peut pourtant pas contester au niveau de l'usage des mots, car étant le fruit d'expériences de terrain. Ainsi, nous profitons de l'occasion en ce début de mémoire pour développer ce point qui montre de façon presque symbolique la difficulté et la richesse du champ de la pensée éthique qui tend toujours vers des définitions impossibles tout en se nourrissant de zones grises fécondes.

Ernst Günther Schumacher, l'auteur de l'article, expose deux acceptions des termes en français et en anglais : l'approche des normes de conduite et la réflexion sur ces normes de conduite. Cependant, il conclut que : « *La réflexion systématique (descriptive et normative) sur les normes/règles de conduite est désignée en allemand par le mot Ethik et en anglais par le mot ethics, et ces deux termes restent normalement réservés à cette utilisation. Les normes/règles de conduite elles-mêmes sont désignées par des termes tels que Sitten, Moral, ethic (au singulier) ou morals. Dans la sphère francophone, la distinction des deux niveaux d'analyse est moins évidente, donc moins facile, car les termes utilisés pour les deux niveaux peuvent être identiques.[...]La première observation révèle donc une remarquable différence (traditionnelle, mais aussi actuelle) de signification entre « éthique » d'un côté, et de l'autre, « Ethik » et « ethics » : « éthique » désigne plutôt des normes/règles de conduite au niveau individuel, tandis qu'« Ethik » et « ethics » désignent traditionnellement la réflexion systématique sur les normes/règles des individus, mais également de tout un système. »²¹*

Nous émettons donc l'hypothèse que le fait que nous n'ayons qu'un terme en français puisse nous obliger à spécifier dans quel sens on l'emploie, et que cette définition de ce que l'on fait quand on fait de l'éthique devienne un terrain de bataille, entre ceux et celles, qui comme au CNPEN, défendent l'éthique comme un processus réflexif et délibératif et les autres, qui

²⁰ La définition d'"ethics" du Merriam-Webster ne stipule pas le sens de l'éthique comme étant une pratique réflexive. De même "ethical", dans le sens N°3 « *conforming to accepted standards of conduct - ethical behavior* » n'existe pas en français.

²¹ E. G. Schumacher, « "Éthique" et "morale" en français, en allemand et en anglais », *Revue du MAUSS*, 2006, vol. n° 28, no. 2, pp. 367-382, repères 32 à 38 de l'article en ligne. <https://www.cairn.info/revue-du-mauss-2006-2-page-367.htm>

l'envisagent dans son sens normatif. Ainsi, notre vigilance par rapport au manquement de notre propre langue pourrait nous pousser à être particulièrement attentifs à la visée dans laquelle l'éthique est décrite dans les textes.

En ce qui concerne l'éthique de l'IA, Alexeï Grinbaum, dans l'audition que nous avons réalisée²², explique que les expressions « éthique de l'IA » ou « éthique du numérique » sont surtout relatives au contexte dans lequel elles sont utilisées. Dans le contexte francophone et germanophone, l'appellation éthique du numérique est plus commune. Dans le contexte anglophone, ou le contexte des publications à vocation internationale, le terme « digital ethics » est moins répandu que celui « d'AI ethics ». L'emploi des deux termes est selon lui donc à choisir en fonction de la visée de diffusion des articles.

C) Éclairages sur la définition de l'« éthique du numérique »

Le Manifeste pour une éthique du numérique du CNPEN développe sa définition de l'éthique du numérique ainsi : « Un questionnement éthique sur les sciences et les technologies peut se rapporter à des moments singuliers de l'existence humaine comme la procréation ou la mort, mais aussi concerner tout moment du quotidien. C'est le cas de l'éthique du numérique qui interroge en permanence nos valeurs à l'aune de situations inédites d'usage des technologies, avec une dimension radicalement nouvelle d'ubiquité et d'universalité de leurs effets. Ce regard éthique oblige le monde académique et celui de l'entreprise à formuler au fil de l'eau de nouvelles questions de recherche sur le numérique. Il oblige aussi l'ensemble de la société à revoir un corpus de valeurs et de normes qui apparaissent sous un nouveau jour : par exemple la transparence, la liberté de pensée ou le droit au respect de sa vie privée et familiale, de son domicile et de sa correspondance. La portée éminemment politique de l'éthique du numérique doit être soulignée : ces technologies et les modèles économiques qui les portent bouleversent les différents espaces de souveraineté. »

Si l'on s'en tient à la définition donnée par le CNPEN, l'éthique du numérique est donc un questionnement qui épouse les évolutions des techniques numériques au fur et à mesure qu'elles bouleversent les valeurs et les normes précédemment en vigueur et ce, sur tous les aspects de la vie des sociétés, y compris politique. Cette vision de l'éthique du numérique comme une réflexion dynamique est très importante à souligner afin de la différencier d'une éthique instrumentale, qui a pour objet de valider la conformité des objets à des normes éthiques prédéfinies qui sont en cours d'élaboration au niveau européen pour l'intelligence artificielle.

D) Éclairages sur la définition de l'« éthique de l'IA »

Le Manifeste pour une éthique du numérique précité explique que : « le numérique a pour périmètre scientifique et technique, l'informatique, une partie des mathématiques, de la physique et des sciences cognitives ; il inclut la robotique et l'intelligence artificielle. » Alors pourquoi parler d'éthique de l'IA ?

²² Audition d'A. Grinbaum, volume d'annexes du mémoire, p. 42.

Comme nous l'avons relevé, il s'agit en partie d'usages culturels différents. Et aussi peut-être d'un effet de mode. L'IA étant un champ en pleine expansion, cristallisant beaucoup d'espoirs et de moyens financiers, le terme « éthique de l'IA » peut apparaître plus percutant pour trouver des fonds que celui d'éthique du numérique. Cependant, au-delà de ces éléments contextuels, existe-t-il des différences entre l'éthique de l'IA et l'éthique du numérique ? Peuvent-ils se recouper dans les mêmes formations ou doivent-ils faire l'objet de formations différentes ?

D'ores et déjà, nous remarquons que si l'on s'en tient à l'appellation « éthique de l'IA », les prochaines grandes innovations technologiques, comme l'informatique quantique, seront exclues, forçant soit à créer une nouvelle sous-catégorie soit à revenir à l'appellation plus générale d'éthique du numérique ou encore comme le propose l'Unesco, l'éthique des sciences et des technologies.

L'éthique de l'IA est d'autant plus difficile à définir que l'IA elle-même ne l'est pas précisément. Pour éclairer la notion d'IA, nous nous appuyons sur la Recommandation de l'Unesco qui, consciente du flou autour de cette notion, affirme ne pas chercher à en donner une définition unique « *celle-ci étant appelée à évoluer en fonction des progrès technologiques* ». L'Unesco décrit les systèmes d'IA comme « *des technologies de traitement des informations qui intègrent des modèles et des algorithmes, lesquels génèrent une capacité d'apprentissage et d'exécution de tâches cognitives conduisant à des résultats tels que l'anticipation et la prise de décision dans des environnements matériels et virtuels* » et pointe deux branches de cette technologie : « *l'apprentissage automatique (l'apprentissage profond et l'apprentissage par renforcement) et le raisonnement automatique (la planification, la programmation, la représentation des connaissances et le raisonnement, et la recherche et l'optimisation)* ». ²³

De la même manière, l'Unesco ne cherche pas à définir ce qu'est l'éthique de l'IA et affirme son approche comme étant « *une réflexion normative systématique, basée sur un cadre global, détaillé, multiculturel et évolutif de valeurs, de principes et d'actions interdépendants de nature à orienter les sociétés pour qu'elles apportent des réponses responsables aux conséquences connues et inconnues des impacts des technologies de l'IA sur les êtres humains, les sociétés, l'environnement et les écosystèmes, et leur offre une base pour accepter ou rejeter les technologies de l'IA. Elle considère l'éthique comme une base dynamique pour l'évaluation et l'orientation normatives des technologies de l'IA, en faisant de la dignité humaine, du bien-être et de la prévention des dommages des repères et en s'appuyant sur l'éthique des sciences et des technologies* ». ²⁴

Ce travail de clarification de l'Unesco semble fondamental à deux titres. Premièrement, il a le mérite de faire référence au niveau mondial, et d'autre part, il se tire avec brio d'une

²³ Rapport de la commission sciences sociales et humaines (SHS), 41 C/73, Conférence générale de l'UNESCO, 41^e session, Paris 2021, Annexe – page 4.

²⁴ *Ibid.*, Annexe – page 4.

difficulté épistémologique en prenant note des flous existants tout en affirmant son approche à la fois de l'éthique et de l'éthique de l'IA et en y exposant clairement ses visées.

Nous aimerions enfin évoquer l'apport de Thierry Ménissier dans ce domaine afin de montrer que les débats sur ce sujet sont nourris et dynamiques également dans le milieu universitaire. Dans son article « Quelle éthique pour l'IA ? »²⁵ publié en 2019, le philosophe et responsable de la chaire éthique & IA de l'institut multidisciplinaire en intelligence artificielle de Grenoble MIAI, pointe que la définition de l'éthique de l'IA, si elle est largement convoquée et attendue au niveau mondial, reste « *tout sauf évidente* ». Il relève une double interprétation possible de l'appellation « éthique de l'IA » et pose la question : « *l'éthique appliquée à l'IA ou éthique pour l'IA dont on parle relève-t-elle de l'éthique générale, ou bien est-elle spécifique ?* »²⁶ T. Ménissier conclut que l'avancée de l'intelligence artificielle pousse l'éthique à « *travailler sur elle-même* » en posant à l'humanité des questions tout à fait inédites et préconise de ne pas clore trop rapidement le débat de ce qu'est cette éthique afin de « *redonner voix [...] à un humain à la fois actif et responsable* »²⁷ dans un monde où l'automatisation s'accélère et touche un nombre grandissant de secteurs.

E) Autres catégorisations de l'éthique de l'IA rencontrées pendant le stage.

Nous poursuivons notre référence au travail de Thierry Ménissier en nous appuyant sur son audition où il évoque quatre catégories composant le champ de l'éthique de l'IA : l'éthique algorithmique, l'éthique artificielle, l'éthique du numérique et de la donnée, et l'éthique des usages. T. Ménissier pointe le fait que ces quatre éthiques mobilisent des professionnels de champs différents.

L'éthique algorithmique concerne les codeur·euse·s et les informaticien·ne·s qui implémentent les principes éthiques dans le code. C'est une branche qui touche à la connaissance informatique, c'est-à-dire aux façons dont s'opèrent ou devraient s'opérer les calculs. L'éthique artificielle est une discipline autonome qui concerne notamment la robotique sociale qui a pour vocation de programmer des machines non nuisibles pour l'humain. L'éthique du numérique et de la donnée concerne les sciences de l'information et de la communication (les réflexions sur l'IoT²⁸ font partie de ce domaine). L'éthique des usages de

²⁵ T. Ménissier, « Quelle éthique pour l'IA ? Naissance et développements de l'intelligence artificielle à Grenoble », *op. cit.*

²⁶ T. Ménissier, « Quelle éthique pour l'IA ? Naissance et développements de l'intelligence artificielle à Grenoble », *op. cit.*, p. 2.

²⁷ Nous citons ici l'extrait plus complet sur lequel nous nous appuyons : « *Que l'éthique travaille sur elle-même, cela signifie qu'elle est conduite à distinguer et prioriser les formes d'éthique adéquates aux tâches à accomplir. Or, à l'heure actuelle, en dépit des apparences, personne ne peut dire avec certitude quelle forme d'éthique est exactement adéquate au traitement approfondi des situations engendrées par le développement de l'IA dans la société. Clore trop rapidement ce débat pourrait même conduire à un appauvrissement préjudiciable à la cause que l'on veut promouvoir grâce à lui, à savoir, redonner voix, dans un monde en cours d'automatisation exponentielle, à un humain à la fois actif et responsable.* »

²⁸ L'IoT est l'abréviation de « Internet of Thing ». Il qualifie les objets connectés, intégrant capteurs, softwares et autres technologies capables de se connecter à d'autres terminaux. L'IoT est présent dans les objets quotidiens, comme certaines montres par exemple, mais aussi dans des outils industriels complexes. Le nombre d'objets connectés est en forte croissance (environ 7 milliards de terminaux IoT sont connectés aujourd'hui).

l'IA est la branche de l'éthique qui mobilise de façon la plus évidente la philosophie politique et l'éthique philosophique.

Pour Thierry Ménissier, ces branches de l'éthique de l'IA sont complémentaires et doivent dialoguer pour parvenir à circonscrire les questionnements d'envergure qu'ouvre le déploiement de l'intelligence artificielle. L'éthique algorithmique et ses concepts associés (transparence, explicabilité, équité...), si on peut lui accorder une primauté, n'est pas suffisante pour une approche morale de ces réalités techniques, qui sont souvent transformées par leurs usages et dépassent le cadre pour lequel elles ont été conçues. En clair, les philosophes ont leur part à jouer. L'éthique, pour être effective, doit être distribuée et mêler sciences humaines et sociales et sciences dures.

F) L'éthique de l'ingénieur·e

Pour conclure cette partie de terminologie, nous présentons une dernière sous-catégorie de l'éthique, l'éthique de l'ingénieur·e, afin d'opérer une clarification quant à notre sujet. Si ce mémoire cherche à comprendre comment former les ingénieur·e·s, une distinction importante s'opère entre « éthique du numérique » et « éthique de l'ingénieur·e ». L'éthique de l'ingénierie a sa propre histoire et sa propre visée. Comme le développe la chercheuse française spécialisée sur ces questions, Christelle Didier, l'éthique de l'ingénieur·e est née aux États-Unis dans les années 1970. Elle a fait l'objet d'une politique de recherche volontariste et pluridisciplinaire qui a mené au développement d'ouvrages de référence pour la discipline et son enseignement.²⁹ Christelle Didier note que si les manuels d'enseignement d'éthique de l'ingénieur·e sont courants aux États-Unis depuis des dizaines d'années, le premier ouvrage français équivalent a été publié en 2019.³⁰ Cet ouvrage intitulé *Quelle éthique pour l'ingénieur ?* co-écrit par Fanny Verrax et Laure Flandrin, traite des enjeux de l'éthique de l'ingénieur·e aujourd'hui, au moment où le problème environnemental questionne fortement notre rapport à la technique. Dans cet ouvrage, sur lequel nous nous appuyons largement dans ce mémoire, de nombreuses problématiques propres à l'éthique du numérique sont évoquées, notamment dans la seconde partie de l'ouvrage intitulée « L'ouverture de l'éthique de l'ingénieur aux enjeux sociotechniques ». Cependant, si l'éthique de l'ingénieur·e emprunte et partage de nombreux thèmes de l'éthique du numérique, elle est spécifique à cette corporation. Si nous évoquons l'éthique de l'ingénierie dans ce mémoire, notre objet d'étude demeure l'éthique du numérique.

²⁹ Voir l'ouvrage, *Penser l'éthique des ingénieurs*, Presses Universitaires de France, Paris, 2015.

³⁰ Audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 9.

DEUXIÈME PARTIE

-

Incidations nationales et internationales à la formation à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s.

La majorité des textes que nous allons évoquer désignent spécifiquement l'éthique de l'IA. Cependant, il nous semble que le terme éthique du numérique, plus générique, serait également propre à être utilisé. Dans cette partie, nous nous attacherons à montrer une tendance de plus en plus prononcée encourageant à la formation à l'éthique de l'IA/numérique. Nous nous appuyerons sur des textes qui ont fait référence en France ainsi que sur les principaux textes réglementaires internationaux.

A) Rapport de la CNIL (2017)

En 2017, la CNIL³¹ a été chargée par loi de mener une réflexion sur les questions éthiques et de société posées par les nouvelles technologies. Le 17 décembre, l'organisme publie son rapport de synthèse des débats publics qu'il a organisés, intitulé « Comment permettre à l'Homme de garder la main ? Rapport sur les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle ». Le document met en avant 6 recommandations opérationnelles.

La première de ces recommandations est de « *Former à l'éthique tous les acteurs-maillons de la "chaîne algorithmique" (concepteurs·trices, professionnel·le·s, citoyen·ne·s)* ». ³² Dans ce cadre, il est évident que les étudiant·e·s et les ingénieur·e·s en informatique, étant les premier·ère·s de cordée de la chaîne de production algorithmique, devraient recevoir une formation à l'éthique. Le texte précise : « *l'organisation concrète du travail et de l'économie tend à segmenter les tâches et à favoriser la tendance que peuvent avoir les individus à ignorer les implications de leur activité au-delà de leur silo.* » ³³ En clair, la formation à l'éthique doit permettre aux professionnel·le·s et futur·e·s professionnel·le·s de situer leur travail dans le contexte socio-éco-politique dans lequel il s'inscrira afin de pouvoir prendre leurs responsabilités professionnelles et citoyennes. L'allusion à la formation éthique nécessaire aux utilisateur·trice·s d'algorithmes sous-entend aussi, dans le cadre de la présente recherche, que les ingénieur·e·s, non engagé·e·s dans l'informatique, mais qui seront confronté·e·s à l'intelligence artificielle, devraient aussi recevoir une formation à l'éthique, ce qui concernera

³¹ La Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) a été créée par la loi "Informatique et Libertés" du 6 janvier 1978 en France.

³² CNIL, « Comment permettre à l'homme de garder la main ? », synthèse du débat public animé par la CNIL dans le cadre de la mission de réflexion éthique confiée par la loi pour une république numérique, décembre 2017, p. 6.

³³ *Ibid.* p. 55

à l'avenir une large majorité. La demande en formation, si l'on suit la recommandation de la CNIL, devrait croître significativement dans les années à venir.

B) Le rapport Villani (2018)

Le rapport Villani s'appuie en partie sur le rapport de la CNIL. Cependant, c'est le rapport Villani qui a réellement ancré l'importance de la formation à l'éthique en France, en particulier dans les écoles d'ingénieurs. Il est sans équivoque. Dans la partie 5 du document, une sous-partie est intitulée : « Intégrer l'éthique dans la formation des ingénieurs et chercheurs en IA ». La formation à l'éthique a pour vocation de créer un *« cercle vertueux où la formation de professionnels plus responsables conduit au développement de technologies plus responsables »*.³⁴ Le rapport pointe la quasi absence de ce genre d'enseignement dans les écoles d'ingénieurs et les cursus informatiques des universités, *« alors que le volume et la complexité des problématiques éthiques auxquels ces futurs diplômés seront confrontés ne cessent de croître, au rythme des avancées très rapides de l'IA. »*

Le rapport est assez précis sur ce que devraient être ces enseignements d'éthique. Ceux-ci ne devraient pas se résumer à l'apprentissage de réglementations déontologiques mais *« à transmettre aux futurs architectes de la société numérique les outils conceptuels pour identifier et confronter de manière responsable les problèmes éthiques et moraux rencontrés dans le cadre de leur activité professionnelle. »* L'enseignement devrait également comporter une part d'enseignement pratique permettant aux étudiant·e·s de faire le lien entre les réglementations et leurs applications, notamment concernant la protection de la vie privée, de discrimination ou de propriété intellectuelle. Le rapport encourage fortement l'enseignement de sciences humaines et sociales, dont l'éthique fait partie, afin de rendre les étudiant·e·s capables d'anticiper les conséquences sociales de leur travail. Enfin, le rapport propose la mise en place d'un cursus divisé en disciplines mineures et majeures, afin que les étudiant·e·s en sciences puissent avoir accès à des cours de SHS en mineure.

Depuis le rapport Villani, l'importance de l'enseignement de l'éthique dans les écoles d'ingénieurs a été bien identifiée en France et s'est significativement développé sans pour autant être totalement déployé.

C) Recommandation de l'UNESCO sur l'éthique de l'intelligence artificielle (2021)

Le 24 novembre 2021, l'Unesco a adopté une recommandation ayant pour vocation d'être le premier instrument normatif mondial en terme d'intelligence artificielle.

³⁴ C. Villani, « Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne. », mission confiée par le Premier ministre français Édouard Philippe, mission parlementaire du 8 septembre 2017 au 8 mars 2018, p. 147.

La question de l'éducation est récurrente dans le texte. Tout d'abord, comme un domaine d'intérêt spécifique à l'UNESCO mais aussi, au niveau normatif comme un principe. En effet, éducation et sensibilisation forment un seul principe au service des valeurs de l'organisation : droits de l'Homme, libertés fondamentales, dignité humaine, respect de l'environnement et des écosystèmes, diversité et inclusion, paix.

Le principe intitulé « Sensibilisation et éducation » est composé des points 44 et 45 de la recommandation. Le point 44 mentionne la formation à l'éthique de l'IA à destination de tous les membres de la société « *de sorte que tous les membres de la société puissent prendre des décisions éclairées concernant leur utilisation des systèmes d'IA et soient protégés contre toute influence indue.* »³⁵

La Recommandation de l'Unesco intègre l'éducation à ses domaines d'action stratégiques. Le domaine d'action stratégique numéro 8 intitulé « Éducation et recherche » comprend les points 101 à 111 dont nous faisons ici la synthèse.

L'éducation a plusieurs missions et celles-ci peuvent s'exercer via des organisations internationales, des établissements d'enseignement publics ou privés, des organismes privés et non gouvernementaux, les sociétés publiques et privées. Elle doit concourir à la réduction de la fracture numérique génératrice d'inégalités (point 101). Elle doit encourager l'acquisition de « *compétences préalables* » à l'éducation à l'IA parmi lesquelles figurent les compétences en éthique de l'IA (point 102). Elle doit sensibiliser aux avancées de l'IA, ses possibilités, ses défis et répercussions, en particulier sur les droits de l'Homme (point 103). Elle doit favoriser l'inclusivité, notamment pour les minorités, les personnes handicapées, les filles et les femmes (point 105). Elle doit promouvoir et soutenir la recherche sur l'IA, dont la recherche sur l'éthique de l'IA (point 107). L'éducation doit aussi permettre, à travers des chercheur·e·s intègres et formés à l'être, de produire des connaissances fiables.

La communauté des scientifiques est invitée à tenir compte des « *considérations éthiques dans leurs conceptions, leurs produits et leurs publications* », à être en mesure de « *garantir une évaluation critique de la recherche sur l'IA et un suivi adéquat des éventuels mauvais usages et effets néfastes de l'IA* » ainsi que de produire des conclusions « *tirées d'approches, de modèles et de traitement axés sur les données* »³⁶ fiables et solides. Enfin, les entreprises privées sont encouragées à donner accès à leurs données dans un but de recherche.

Le paragraphe 106 est particulièrement clair. Il enjoint les États à mettre au point des programmes d'enseignement de l'éthique de l'IA pour tous les niveaux. Vu son importance, nous le retranscrivons intégralement :

³⁵ Rapport de la commission sciences sociales et humaines (SHS), 41 C/73, Conférence générale de l'UNESCO, 41^e session, Paris 2021, Annexe – page 13.

³⁶ *Ibid.* Annexe – page 24.

« 106. Les États membres devraient mettre au point, conformément à leurs traditions et à leurs programmes d'éducation nationale, des programmes d'enseignement de l'éthique de l'IA pour tous les niveaux, et favoriser la collaboration croisée entre l'enseignement de compétences techniques dans le domaine de l'IA et les aspects humanistes, éthiques et sociaux de l'éducation de l'IA. Des cours en ligne et des ressources numériques concernant l'éducation à l'éthique de l'IA devraient être élaborés dans les langues locales, y compris les langues autochtones, et tenir compte de la diversité des environnements, en veillant notamment à l'accessibilité des formats utilisés pour les personnes handicapées. »

Le point 108 met en avant l'importance que la communauté scientifique qui travaille dans le marché de l'IA soit formée à l'éthique de l'IA.

« 108. Les États membres devraient veiller à ce que les chercheurs en IA possèdent une formation en éthique de la recherche et à ce qu'ils soient tenus de prendre en considération des aspects éthiques dans leurs conceptions, leurs produits et leurs publications, en particulier dans les analyses d'ensembles de données qu'ils utilisent, la façon dont ces ensembles sont annotés, la qualité et la portée des résultats, ainsi que les applications possibles ».

D) Manifeste du The Shift Project (2022)

Le manifeste du The Shift Project (TSP) ne provient pas d'un organisme institutionnel mais d'une initiative privée. The Shift Project est un groupe de réflexion français, constitué en association, qui a pour objectif l'atténuation du changement climatique et la réduction de la dépendance aux énergies fossiles. Ce laboratoire d'idées a une influence croissante en France. Notons que l'association a participé au comité d'experts du "Débat national français sur la transition énergétique" en 2012, que le président de l'association, Jean-Marc Jancovici, a été nommé membre du Haut Conseil pour l'action climatique en 2018 et que l'association a publié en 2022 un plan de transformation de l'économie française (PTEF) qui établit un plan d'action secteur par secteur pour diminuer les émissions de CO₂ conformément aux objectifs de l'accord de Paris.

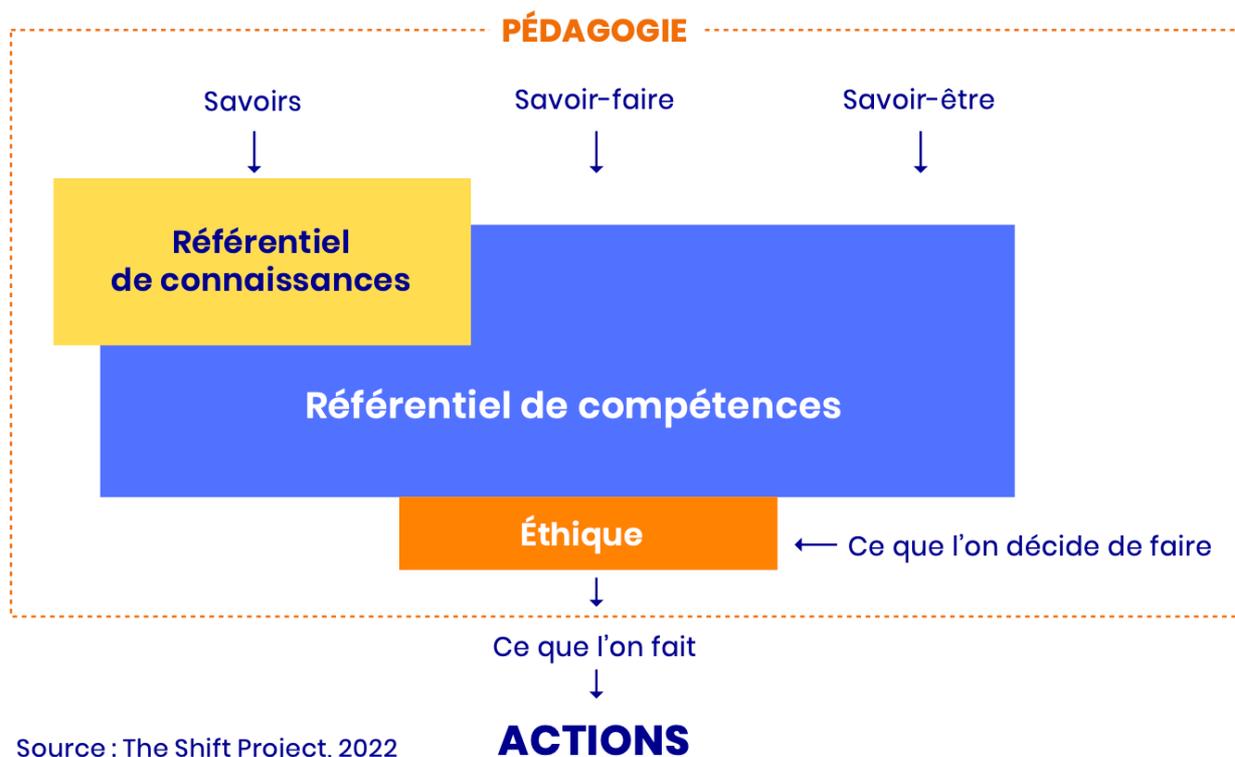
The Shift Project a publié en mars 2022 un ensemble de documents sur la formation des ingénieur·e·s intitulé « Former les ingénieurs du XXI^e siècle. ». Cette recherche très poussée et très complète contient un manifeste, un guide méthodologique et un recueil de retours d'expérience. La compétence éthique est très présente dans les recommandations faites par The Shift Project (TSP) pour la formation des ingénieur·e·s aux enjeux socio-écologiques de notre siècle.

Ce manifeste appelle à opérer des changements dans les formations dès la rentrée 2022-2023. Pour ce faire, des documents sont disponibles de façon gratuite sur la page web de l'organisme. Ces documents ont été élaborés en partenariat avec le réseau d'écoles d'ingénieurs INSA qui totalise 10% des ingénieur·e·s formé·e·s en France, ce qui donne aux propositions une légitimité de terrain. La vision du TSP nous semble particulièrement importante dans le cadre de nos recherches car elle pointe le contexte particulier auquel nos sociétés sont

confrontées. Quelles connaissances et quelles compétences enseigner pour tendre vers la résilience ? Rappelons que les déclarations du GIEC donnent à l'Humanité trois ans pour réduire significativement ses émissions de CO₂ si elle ne veut pas provoquer un réchauffement de plus de 2 degrés et ses catastrophes associées à l'horizon 2100.

L'éthique dans le projet du TSP est au service de la cause environnementale et les ingénieur·e·s y sont ciblé·e·s pour leur savoir-faire technique qui, selon qu'il soit utilisé à bon ou mauvais escient, peut participer à réduire ou à augmenter l'impact carbone des produits et des services. Cet objectif est plus orienté que celui de la Commission européenne dans son Livre blanc où l'éthique a vocation à créer un « numérique responsable » sous des aspects multiples incluant le respect de la démocratie ou la dignité humaine. Dans les deux cas, c'est une vision de l'éthique considérée comme moteur de l'action qui prime.

Dans le projet du TSP, les cours d'éthique proposés doivent permettre de comprendre et de questionner les valeurs sous-jacentes aux prises de décision, d'examiner les éthiques en jeu (éthique des vertus, conséquentialisme...) et de définir la problématique, le dilemme. La compétence éthique sous-tend toute pédagogie car elle permet *in fine* de statuer sur la décision à prendre tel que l'indique le document issu du rapport « Former les ingénieurs du XXI^e siècle. » reproduit ci-après. En outre, la vision éthique voulue du TSP induit une interrogation sur la finalité des objets. Dans une volonté de décroissance, le critère de l'utile passe en première ligne. Cet aspect est notable au regard de la majorité des textes normatifs en la matière.



Source : The Shift Project, 2022

Reproduit avec l'autorisation de Damien Amichaud, chef de projet « éducation » chez The Shift Project.

E) Textes réglementaires européens.

À partir du document « *Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance* », rédigé par le HLEG³⁷ et publié en juin 2018 à l'*IA Act* qui devrait être finalisé et adopté dans toute l'Union européenne en 2024 entérinant le droit européen en matière d'IA, de nombreux règlements ont été élaborés. Nous avons cherché la trace d'incitations à l'enseignement de l'éthique de l'IA dans différents textes. À défaut de mentions précises, nous avons extrait des passages généraux qui pourront nous être utiles dans la suite de ce mémoire.

Dans le document « *Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance* », une note en bas de page 25 stipule que « *les universités européennes devraient jouer un rôle de premier plan dans la formation d'experts nécessaires dans le domaine de l'éthique.* » Dans un autre registre, une partie du texte est consacrée aux méthodes non techniques pour parvenir à une IA digne de confiance³⁸. Elle fait figurer l'éducation et la sensibilisation comme moyens de parvenir à cet objectif qu'elle qualifie « *d'état d'esprit éthique* »³⁹. L'éducation et la formation ont pour visée de « *veiller à la diffusion des connaissances sur les incidences potentielles des systèmes d'IA* » et d'« *informer la population qu'elle peut participer à l'orientation du développement de la société* »⁴⁰. Le texte précise que la « *condition préalable pour éduquer le public est de veiller à ce que les éthiciens possèdent les compétences et la formation requises dans ce domaine.* »⁴¹, ce qui pointe un besoin de formation de spécialistes en éthique du numérique.

L'avis de la commission de la culture et de l'éducation du Parlement européen contenant des recommandations à la Commission sur le cadre des aspects éthiques de l'intelligence artificielle, de la robotique et des technologies afférentes, rendu public en septembre 2020, ne comporte pas de mention particulière à l'égard de la formation à l'éthique du numérique. En revanche, au niveau de l'enseignement en général, le texte affirme que si l'IA et la robotique peuvent être une plus-value dans l'enseignement, les systèmes basés sur ces technologies ne sauraient remplacer la relation traditionnelle avec les enseignant·e·s.⁴² Le texte mentionne la nécessité de sensibiliser au risque que l'IA puisse être utilisée pour manipuler l'opinion publique, comporter des biais, générer des risques de censure automatique et met en avant la nécessité « *d'un cadre éthique pour protéger la liberté d'expression.* » Le texte pointe également le danger que pourraient comporter certaines pratiques algorithmiques, telles que la reconnaissance faciale et la détection d'émotions à l'égard de la vitalité démocratique.⁴³ Conséquemment, le texte recommande de sensibiliser le grand public y compris dans le secondaire pour « *lui faire comprendre le rôle et les effets de l'IA [...], notamment pour ce qui*

³⁷ Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle (HLEG).

³⁸ HLEG, « *Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance.* », 2018, p. 29.

³⁹ *Ibid.* p. 32.

⁴⁰ *Ibid.* p. 29.

⁴¹ *Ibid.* p. 29.

⁴² Parlement européen, « *Avis de la commission de la culture et de l'éducation à l'intention de la commission des affaires juridiques contenant des recommandations à la Commission sur le cadre des aspects éthiques de l'intelligence artificielle, de la robotique et des technologies afférentes.* »(2020/2012(INL)), 03/09/2020, Point 5.

⁴³ *Ibid.* Point 11

est de l'utilisation des algorithmes et de leur incidence, entre autres, sur l'emploi et la vie privée, ainsi que de la compréhension de la place occupée par les systèmes informatiques dans la sélection, l'interprétation, le stockage et la représentation des données ». Cette sensibilisation demande selon le texte de « développer de nouvelles formes d'esprit critique. »⁴⁴

Enfin, qualifié de proposition historique par la vice-présidente exécutive de la Commission chargée du numérique, Margrethe Vestager, l'IA Act est l'aboutissement des efforts normatifs déployés par l'Europe en vue de mettre en place une intelligence artificielle « made in Europe », à même de respecter les valeurs de l'Union et d'être compétitive sur le plan international. Ce texte de proposition publié par la Commission européenne en avril 2021 s'intitule « *règlement établissant des règles harmonisées en matière d'intelligence artificielle* ». Il doit être soumis au Parlement européen et au Conseil de l'Europe et devrait entrer en vigueur dès 2024.

L'IA Act ne s'intéresse pas directement au domaine de l'éducation mais pose des lois pour l'ensemble du secteur. Cependant, il nous semble utile de pointer la spécificité du règlement européen qui distingue des catégories de systèmes d'IA en fonction de leur possible dangerosité. Certains algorithmes sont jugés à haut risque et soumis à diverses obligations dont celle de transparence. D'autres sont jugés peu risqués et soumis à une réglementation plus légère. D'autres enfin, bien que peu nombreux, sont tout bonnement interdits. Il s'agit du crédit social à la chinoise, de la reconnaissance faciale à la volée à des fins répressives et des techniques subconscientes capables d'influencer le comportement des individus. Dans le cas de formation à l'éthique du numérique, en particulier concernant de futurs concepteur·trice·s d'algorithmes, il nous semble indispensable d'aborder les interdictions prévues par le règlement car elles reflètent en creux les valeurs de l'Union Européenne. Discuter ces interdictions, comme l'interdiction de la note sociale telle qu'elle se pratique en Chine, peut permettre de montrer aux étudiant·e·s les applications possibles de ce genre de technologies et leurs inadéquations avec les valeurs de l'Union : non-discrimination, liberté d'expression, démocratie...

⁴⁴ *Ibid.*, Point 12.

TROISIÈME PARTIE

-

Enquête de terrain sur la formation à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s en France

Cette partie a pour objet de synthétiser le travail effectué lors du stage obligatoire réalisé dans le cadre du master en Éthique de l'ULB. Accueillie au CNPEN à Paris, nous avons mené une série d'auditions pour sonder le terrain de l'enseignement de l'éthique du numérique en France. Cette partie met en lumière les apports des intervenantes et propose des résumer leurs propos. Nous nous appuyons sur les retours de ces professionnel·le·s pour établir dans la dernière partie de ce mémoire une liste de recommandations pour l'amélioration de la formation à l'éthique du numérique tel qu'il nous l'a été demandé dans le stage.

Chapitre I : Description du stage et du terrain de recherche

A) Description du contexte du stage

Nous avons été accueillie en stage au CNPEN (Comité national pilote d'éthique du numérique) entre le 12 octobre 2021 et le 30 avril 2022, par périodes, pour un total d'une trentaine de jours de travail sur place et en distanciel. Notre stage a été encadré par Claude Kirchner, qui dirige le CNPEN et Catherine Tessier, qui en est membre. Thomas Berns a assuré la supervision du stage à l'ULB.

Le CNPEN a été créé en décembre 2019 à la demande du Premier ministre français, Édouard Philippe. Ce comité pilote, placé sous l'égide du CCNE (Comité consultatif national d'éthique), devrait être prochainement pérennisé.

B) Objet du stage

L'objet du stage a évolué au cours de celui-ci pour se focaliser sur la formation à l'éthique du numérique dans l'enseignement supérieur. Il s'agit de comprendre quelles sont les spécificités de l'éthique du numérique et comment l'enseigner à un public d'ingénieur·e·s et d'étudiant·e·s en informatique dans les universités en prenant en compte deux paramètres : la spécificité de la jeunesse actuelle, que nous qualifierions de génération Greta Thunberg, angoissée par les effets du dérèglement climatique et désirant œuvrer à un monde différent, et un contexte de développement technologique très intense, dont l'intelligence artificielle, qui déstabilise les structures sociales et politiques traditionnelles.

C) Activités réalisées lors du stage

Nos activités pendant le stage ont été uniquement basées sur de la recherche. Elles ont consisté en trois points :

- 1 / Recherche et étude de la littérature existante sur les formations à l'éthique du numérique des ingénieur·e·s, en particulier en France et en Europe ;
- 2 / Réalisation d'auditions, en particulier auprès des membres du Comité pilote, de responsables de formations d'ingénieur·e·s, d'ingénieur·e·s en formation ou en fonction et de responsables d'entreprises. Chaque audition (préparation, transcription, synthèse, validation et corrections) représente environ trois jours de travail ;
- 3 / Formulation de recommandations visant à améliorer, effectuer des changements, proposer des outils méthodologiques ou pédagogiques et des points à traiter pour développer la réflexion éthique, particulièrement dans le domaine du numérique, dans l'enseignement supérieur.

En outre, j'ai bénéficié de nombreux temps de discussion avec mes maîtres de stages qui m'ont accompagnée à chaque étape d'avancement de mes recherches, et j'ai eu la chance durant mes séjours à Paris d'assister aux réunions plénières du comité.

D) Limites de la recherche menée pendant le stage.

La formation à l'éthique du numérique en France est un terrain est difficile à cerner. Si la formation à l'éthique de la recherche et à l'intégrité scientifique y sont obligatoires toutes disciplines confondues pour les doctorant·e·s depuis 2016, il est plus difficile de détecter les initiatives prises dans la formation spécifique à l'éthique du numérique. Comme il n'existe pas de publications recensant les formations à l'éthique du numérique, il faut sonder à l'aveugle en s'appuyant sur les réseaux des professionnel·le·s. J'ai été rassurée d'entendre que la même difficulté était apparue dans le travail de recherche des chercheur·e·s québécois·e·s qui ont élaboré le référentiel de compétence pour l'enseignement de l'éthique du numérique.⁴⁵ Lors d'une conférence⁴⁶ sur la sortie de cette publication, ils déclaraient avoir réalisé des entretiens d'enseignant·e·s sans avoir pu dresser un aperçu global.

De plus, comme nous l'avons évoqué dans la première partie consacrée à la terminologie, les champs de l'éthique du numérique et de l'éthique de l'IA sont en cours de définition. Cette indétermination rend difficile la classification de ce qu'est ou n'est pas un cours d'éthique du numérique et génère une hétérogénéité dans les contenus de cours.

L'étude du terrain est d'autant plus complexe qu'il n'existe pas de diplômes universitaires pour enseigner l'éthique du numérique. Ainsi, les personnes que j'ai auditionnées ont été engagées sur leur expertise professionnelle. Cette hétérogénéité des profils génère une

⁴⁵ F. Bruneault, A. Sabourin-Laflamme, A. Mondoux, « Former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : référentiel de compétences. », 5 mars 2022, <https://doi.org/10.31235/osf.io/38tfv>

⁴⁶ Conférence « Comment former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : Présentation d'un référentiel de compétences », dans Les midis de l'éthique organisés par le CRÉ et OBVIA, événement en ligne, 17/10/2021.

forte inventivité pédagogique mais oblige à observer pratiquement autant de pédagogies que d'enseignant·e·s.

En outre, la littérature existante est très restreinte.⁴⁷ Christelle Didier, une des plus grandes spécialistes de la formation des ingénieur·e·s en France, déclare dans son audition que le premier ouvrage français qui s'apparente à un manuel d'éthique à destination des ingénieur·e·s date de 2019.⁴⁸

Par ailleurs, j'ai éprouvé une difficulté à situer les cibles des formations à l'éthique du numérique. Quels seraient les publics à former ? Le rapport Villani indique qu'il faut former aux enjeux éthiques du numérique « *les chercheurs, ingénieurs et entrepreneurs qui contribuent à la conception, au développement et à la commercialisation de systèmes d'IA* » dès le début de leur formation. Le rapport indique aussi la nécessité de former les juristes. Mais si nous nous cantonnons au cadre de l'ingénierie, le spectre est déjà très large. S'agirait-il de former tou·te·s les ingénieur·e·s ou uniquement les ingénieur·e·s en informatique ? L'audition que j'ai menée avec Éric Fourneret, qui forme des ingénieur·e·s en management, semble être une parfaite illustration de ce problème. É. Fourneret me confiait que ses étudiant·e·s allaient être amené·e·s à gérer le personnel d'entreprises à l'aide de logiciels utilisant de l'intelligence artificielle. Pour cette raison, la plupart d'entre eux·elles ne se sentaient pas responsables de la politique managériale de l'entreprise. É. Fourneret souhaitait les sensibiliser au fait que derrière les implémentations des programmes se jouait le sort de véritables personnes. D'autre part, lors d'une discussion, Claude Kircher me rappelait que quasiment tous les secteurs seraient bientôt concernés par le numérique et l'IA et que, par conséquent, dispenser des formations aux seules filières informatiques n'avait pour lui pas de sens sur le long terme. Il pointait aussi le besoin de formation pour les futur·e·s expert·e·s de la Fonction publique chargé·e·s d'auditer les systèmes informatiques et les politiques mises en place à l'aide des technologies de l'IA.

Enfin, le fait que l'éthique du numérique soit une discipline transversale est encore en discussion. Gilles Dowek, dans l'audition que nous avons menée, pose la question de savoir si nous avons assez de recul pour mettre en avant des éléments conceptuels communs à toutes les branches techniques.⁴⁹ Et si nous n'avons pas assez de recul, définir les compétences nécessaires à chaque secteur de l'ingénierie est très laborieux. Christelle Didier interroge d'ailleurs dans son audition la nécessité d'une double compétence pour enseigner l'éthique, ce qui rendrait très faible la proportion des enseignant·e·s aptes à enseigner. Ainsi, les frontières entre l'enseignement de l'éthique du numérique et l'éthique appliquée à des corps de métiers spécifiques sont encore à baliser.

E) Liste des personnes auditionnées pendant le stage et biographies courtes.

Lors de notre stage, nous avons pu mener douze auditions. Nous en avons retenu dix pour ce mémoire. Nous avons éliminé une audition menée auprès d'un enseignant belge.

⁴⁷ Audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 9.

⁴⁸ F. Verrax, L. Flandrin, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2019

⁴⁹ Audition de G. Dowek, volume d'annexes du mémoire, p. 16.

L'étude du terrain de l'enseignement de l'éthique du numérique en Belgique requerrait une étude spécifique étant donné les différentes communautés linguistiques, leurs sensibilités et références intellectuelles respectives quant à ces sujets. A aussi été éliminée l'audition d'une dirigeante d'une grande entreprise du numérique française, car si l'intérêt des grands groupes du numérique pour l'éthique serait utile à considérer dans une visée d'insertion professionnelle, cela sortait du cadre de cette recherche qui se focalise sur les enseignant·e·s et expert·e·s en éducation.

Liste des personnes auditionnées :

Raja Chatila
Christelle Didier
Gilles Dowek
Yann Ferguson
Éric Fourneret
Christine Froidevaux
Alexeï Grinbaum
Mélanie Gornet
Thierry Ménissier
Catherine Tessier

Biographies courtes :

Raja Chatila

Raja Chatila est professeur émérite d'intelligence artificielle, de robotique et d'éthique à Sorbonne Université. Il est également président de l'Initiative mondiale IEEE sur l'éthique des systèmes autonomes et intelligents, co-président du groupe de travail sur l'IA responsable du PMIA (Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle), membre du groupe d'expert·e·s européen·ne·s sur l'intelligence artificielle et membre du CNPEN.

Christelle Didier

Christelle Didier est maîtresse de conférences en sciences de l'Éducation à l'Université de Lille, membre du laboratoire CIREL-Proféor depuis octobre 2013. Christelle Didier a publié de nombreux ouvrages de référence sur l'éthique des ingénieur·e·s dont *Penser l'éthique des ingénieurs* et *Les ingénieurs et l'éthique : Pour un regard sociologique*. Elle a enseigné pendant vingt ans l'éthique, la RSE⁵⁰, et le développement durable dans diverses écoles d'ingénieurs. Évaluatrice dans plusieurs revues académiques (Technology and society, European Journal of engineering education, Engineering Studies), elle est directrice d'édition associée pour la collection « Philosophy of Technology and Engineering » aux éditions Springer et collabore régulièrement à la base documentaire « Techniques de l'ingénieur ».

⁵⁰ Responsabilité sociale des entreprises

Gilles Dowek

Chercheur à l'Inria, professeur à l'ENS de Paris-Saclay, membre du CNNum et membre du CNPEN. Informaticien, logicien et philosophe, il travaille en particulier sur la formalisation des mathématiques, le traitement des démonstrations, la physique du calcul, la sûreté aéronautique et l'enseignement, l'épistémologie et l'éthique de l'informatique. Gilles Dowek s'intéresse fortement aux questions d'éducation. Il a par exemple été membre du groupe d'expert·e·s constitué par le ministre de l'Éducation nationale pour proposer les programmes de la spécialité « Informatique et sciences du numérique » en terminale S, ce qui a abouti au programme publié au Bulletin officiel en octobre 2011.

Yann Ferguson

Yann Ferguson enseigne à l'ICAM sur le site de Toulouse. Il est docteur en sociologie, chercheur leader à l'ICAM, expert au PMIA et responsable scientifique au LaborIA. Ses travaux portent sur l'analyse des effets pressentis de l'Intelligence Artificielle (IA) sur le travail. En 2018, il reçoit le Prix de la Fondation des sciences sociales, et a été classé parmi les deux cents français qui font « *avancer l'intelligence artificielle en France et dans le monde* » par le magazine *L'Usine Nouvelle*.

Éric Fourneret

Éric Fourneret est maître de conférence en philosophie morale, philosophie de la technique et en bioéthique à l'Université catholique de Lille. Il a publié plusieurs ouvrages sur l'éthique médicale et l'euthanasie dont *Sommes-nous libres de vouloir mourir ?* publié chez Albin Michel en 2018. Il a été chercheur à l'Université Grenoble Alpes, au sein du laboratoire Braintech Lab (Inserm), sur le projet intitulé « Braincom » relatif à l'implantation de puces nanotechnologiques dans le cerveau pour la restauration de la parole chez des personnes victimes d'accident vasculaire cérébral ou de maladie grave. Il travaille depuis 2016 sur les implications éthiques du développement d'interfaces cerveau-ordinateur et de l'intelligence artificielle.

Christine Froidevaux

Christine Froidevaux est professeure émérite d'informatique à l'université Paris Saclay, membre de l'équipe bio-informatique du LRI/LISN, département Science des Données. D'autre part, elle a été vice-présidente de la Société informatique de France (SIF), plus spécialement en charge de l'enseignement. Elle est actuellement membre du Comité National Pilote Éthique du Numérique (CNPEN) et membre du comité d'éthique pour les données d'éducation du Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse.

Alexei Grinbaum

Alexei Grinbaum est philosophe et physicien. Directeur de recherche au laboratoire Larsim du CEA-Saclay, il est spécialiste de l'information quantique. Depuis 2003, il s'intéresse aux questions éthiques liées aux nouvelles technologies, notamment aux nanotechnologies, à l'intelligence artificielle et à la robotique. Membre du Comité national pilote d'éthique du numérique (CNPEN) et de la Commission d'éthique de la recherche en numérique (Cerna), il est également expert de la Commission européenne et président du Comité opérationnel

d'éthique du numérique du CEA. Il a publié « Mécanique des étreintes » (Encre Marine, 2014) et « Les robots et le mal » (Desclée de Brouwer, 2019).

Mélanie Gornet

Mélanie Gornet est une jeune ingénieure. Elle a obtenu son diplôme d'ingénieur à l'ISAE-SUPAERO en 2021 dans la filière « Sciences des Données et de la décision et NeuroIA ». Dans sa dernière année en école d'ingénieurs, elle a effectué un stage au CNPEN. Elle est actuellement en doctorat à Télécom Paris - Institut Polytechnique de Paris, en Économie, gestion et sciences sociales dans la spécialité « Régulation ». Sa thèse en cours a pour titre : « Rédaction d'exigences légales et éthiques pour des systèmes de reconnaissance d'images robustes, équitables et explicables ».

Thierry Ménissier

Thierry Ménissier est philosophe, spécialisé en philosophie et en histoire des idées. Il est professeur des Universités, responsable de la chaire MIAI⁵¹ "éthique & IA" à l'Université Grenoble Alpes, chercheur à l'Institut de Philosophie de Grenoble (IPhiG). Il enseigne la philosophie à l'Institut d'Ingénierie et de Management (Grenoble IAE & Grenoble INP).

Catherine Tessier

Catherine Tessier est chercheuse à l'ONERA à Toulouse et référente intégrité scientifique et éthique de la recherche de l'ONERA. Elle enseigne à l'ISAE-SUPAERO, école d'ingénieurs à vocation aéronautique et spatiale. Elle fait partie de plusieurs comités d'éthique : le CNPEN, le comité d'éthique de la défense, le comité opérationnel d'évaluation des risques légaux et éthiques d'Inria (COERLE). Elle a fait partie des vingt-quatre expert·e·s internationaux·ales mandaté·e·s pour rédiger le texte initial de la Recommandation de l'UNESCO sur l'intelligence artificielle, adoptée en novembre 2021.

Chapitre II : Analyse et synthèse des auditions menées pendant le stage

A) L'importance du souci éthique selon les types d'établissements

Lors de nos auditions, nous avons fait état d'une différence d'approche de l'enseignement de l'éthique entre les établissements confessionnels et les établissements non-confessionnels. Nous reprenons ici les propos de Yann Ferguson qui enseigne à l'ICAM sur le site de Toulouse.

L'ICAM (Institut Catholique des Arts et Métiers) est un groupe d'écoles privées à but non lucratif (statut EESPIG⁵²) qui se déploie sur six campus en France (Vendée, Lille, Toulouse, Grand-Paris Sud, Nantes, Bretagne) et cinq à l'étranger (Brésil, Congo, Cameroun, Inde, RDC).

⁵¹ Le MIAI est un des quatre instituts interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle français dans le cadre de la stratégie nationale pour l'intelligence artificielle en 2018.

⁵² Ce statut, octroyé par l'État après audit, reconnaît le caractère désintéressé de l'activité d'enseignement.

L'institution déclare sur son site web fonder ses enseignements sur « *des valeurs humanistes très fortes, pour former des ingénieurs ouverts, conscients, engagés et acteurs de leur vie* ». Yann Ferguson explique que l'engagement humanisme de l'école est un héritage des fondateurs de l'école à la fin du XIX^e siècle qui, dans la lignée des patrons chrétiens sociaux, souhaitaient à la fois améliorer les conditions de vie des ouvriers et éviter une révolution socialiste. Cette forme d'humanisme, constituée par un souci humain dans l'industrie, est encore palpable dans les formations proposées par l'école qui comporte d'ailleurs un département nommé « Humanités ». La formation donnée par Yann Ferguson à l'ICAM intitulée « Éthique de l'ingénieur » est la plus longue que nous ayons répertoriée au cours de nos auditions, soit 48 heures. Elle est obligatoire et découpée en quatre séminaires de 12 heures.

En plus de la notion d'humanisme, Yann Ferguson explique que l'école d'obédience chrétienne s'inspire des textes du pape François, qui a consacré en 2011 une encyclique sur le concept d'« écologie intégrale », intitulée *Laudato Si*. Yann Ferguson déclare : « *Dans ce texte, le pape a des mots spécifiques pour les formations techniques et scientifiques. Le message est que si l'humain reste la créature préférée de Dieu, ce qu'il fait subir aux autres espèces animales et végétales est intolérable. Aujourd'hui, la difficulté est de convaincre les chrétiens que l'humanisme à l'excès se fait au détriment de l'écologie et qu'il appartient aux sociétés industrielles de changer de paradigme et d'intégrer le vivant en général dans les réflexions scientifiques et les solutions techniques. Le pape François critique ce qu'il appelle "le solutionnisme" et remet en question l'idée que ce qui a été causé par la technique pourra être résolu par elle et prône un changement de mode de vie. [...] L'humanisme reste fort dans notre philosophie mais on nuance aujourd'hui cette notion à l'aulne de celle d'écologie.* »⁵³ L'écologie intégrale est l'axe de la stratégie de l'ICAM pour les cinq années à venir.

L'origine, la nature et la force du souci éthique varient selon la tradition et l'histoire des établissements. Selon l'expérience de Yann Ferguson, les écoles chrétiennes semblent plus enclines à dispenser des formations d'éthique d'un volume horaire conséquent.

Le positionnement de l'ICAM nous semble particulièrement intéressant. Premièrement, parce que l'écologie correspond aux préoccupations d'une jeunesse qui se voit l'héritière contrainte du dérèglement climatique et, deuxièmement, parce que l'école prend parti contre le solutionnisme technique. Or, les écoles d'ingénieurs semblent justement les mieux placées pour faire appel à la technique pour tenter de répondre aux problèmes écologiques. La différence entre le solutionnisme et les possibilités de concevoir des solutions techniques pour les problèmes environnementaux de notre temps est une source de questionnements intéressants que l'enseignement de l'éthique en école d'ingénieurs pourrait réfléchir.

B) Éthique et éthique du numérique dans les formations

L'ICAM différencie cinq axes propres à l'enseignement de l'éthique en général. Cette distinction nous semble très utile pour tenter de dégager ce qu'est l'éthique du numérique et ce avec quoi elle doit nécessairement dialoguer.

⁵³ Audition de Yann Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 19.

Les cinq axes identifiés sont :

- Éthique et citoyenneté
- Éthique et management
- Éthique et technologie
- Éthique de l'entreprise
- Éthique de l'ingénieur

L'axe "Éthique de la citoyenneté" considère l'étudiant·e en tant que citoyen·ne en s'efforçant de renforcer les compétences discursives de l'individu : sa capacité à argumenter, à échanger, à bâtir des hiérarchies de valeurs...

L'axe "Éthique et management" prépare les étudiant·e·s aux dilemmes éthiques qu'ils ou elles pourraient rencontrer en tant que manager.

L'axe "Éthique et technologie" correspond plus particulièrement à ce que nous cherchons à cerner dans l'éthique du numérique. Il s'agit de s'interroger sur les développements technologiques à fort impact sociétal. Cependant, il existe de nombreuses façons d'interroger ces développements. Les interrogerons-nous à l'aulne de l'histoire de la technique, de la notion de progrès, en fonction des valeurs éthiques, d'impératifs politiques... ?

L'axe "Éthique de l'entreprise" évoque les démarches actuelles des entreprises en termes de RSE et autres normes visant à rendre leurs activités plus responsables socialement et environnementalement.

L'axe "Éthique de l'ingénieur" est une branche d'étude qui nous vient initialement des États-Unis,⁵⁴ qui ont les premiers élaborés des chartes, des codes et publications sur la spécificité du métier d'ingénieur et ses enjeux éthiques.

En plus de ces cinq catégories, nous ajoutons "l'éthique de la recherche" pour les chercheur·e·s universitaires.

Ces classifications nous aident à situer notre questionnement. Cependant, nous nous rendons compte qu'il est difficile de séparer l'éthique du numérique de l'axe de l'éthique de la citoyenneté par exemple. En outre, si nous considérons l'éthique comme étant toujours en contexte, il est aussi difficile d'occulter l'axe "éthique et entreprise" vis-à-vis de futur·e·s travailleur·euse·s ou encore la question des réglementations incluant des valeurs éthiques.

Nous faisons le choix dans cette partie de nous intéresser principalement à l'axe "éthique et technologie" en affirmant cependant que les différents axes communiquent.

⁵⁴ Voir Christelle Didier, par exemple dans l'article « Les ingénieurs et l'éthique professionnelle. Pour une approche comparative de la déontologie », Charles Gadéa et Didier Demazières, *Sociologie des groupes professionnels. Acquis récents et nouveaux défis*, La Découverte, 2009, p. 208-218.

C) Trois approches de l'enseignement de l'éthique du numérique

Comme nous l'avons pointé dans la partie sur les difficultés et les limites de l'expérience de stage, l'enseignement de l'éthique du numérique n'est pas un champ institutionnalisé et les approches pédagogiques varient fortement. Nous avons relevé dans notre stage trois types d'approches d'enseignement que nous avons qualifiées de généraliste, d'appliquée et de transversale. Ces approches pédagogiques varient en fonction de la visée de l'enseignement, du public, de l'identité de l'enseignant·e, de la durée de la formation et du contexte.

L'approche généraliste propose de former les étudiant·e·s en tant qu'individu et citoyen·ne. Il s'agit ici avant tout de renforcer les compétences discursives, délibératives et l'esprit critique. Ces enseignements peuvent être dispensés devant tout type de public. Le choix d'exemples et de dilemmes correspondants aux différentes filières permet d'engager plus fortement les étudiant·e·s et d'orienter possiblement ce type de formation vers des problèmes éthiques liés au numérique.

L'approche appliquée développe une vision plus sectorielle de l'éthique du numérique (ou l'éthique de l'IA). Si le premier type d'approche peut s'adresser à un public plus large (ingénieur·e·s ou étudiant·e·s en sciences et informatique), l'approche appliquée s'adresse à un public spécifique (roboticien·ne·s, développeur·euse·s...).

Dans son audition, Christine Froidevaux envisage une troisième approche qu'elle qualifie de transversale. Pour C. Froidevaux, l'enseignement de l'éthique ne devrait pas être cloisonné dans un module à part mais irriguer tous les modules. Pour elle, le danger de dispenser un module d'éthique distinct est de faire croire aux étudiant·e·s qu'une fois la matière validée, ils ou elles en sont quittes avec l'éthique et oublient ce qui a été appris. Elle cite à titre de référence l'enseignement « intégré » pratiqué par l'université de Grenoble qui propose un module de 36 heures intitulé « La méthode scientifique » dispensé aux étudiant·e·s de master en informatique. Ce module est fondé sur les notions d'expérimentation, de reproductibilité, d'intégrité, de déontologie et d'éthique, et a pour objectif de développer l'esprit critique des étudiant·e·s. C. Froidevaux met aussi en avant l'importance de la pluridisciplinarité. Pour parler d'éthique du numérique, il faut selon elle intégrer des informaticien·ne·s, des roboticien·ne·s, des philosophes, des sociologues et des juristes.

D) Visées des cours selon les enseignant·e·s

Nous allons ici passer en revue les visées ou objectifs principaux évoqués par les différent·e·s enseignant·e·s auditionné·e·s quant à leurs cours.

Pour Catherine Tessier, l'objectif principal d'un cours d'éthique est de « muscler le cerveau » afin de former les étudiant·e·s à la délibération éthique.⁵⁵ Cela passe par savoir écouter l'argument de l'autre, produire des arguments, prendre en compte tous les facteurs, s'habituer

⁵⁵ Audition de C. Tessier, volume d'annexes du mémoire, p. 51.

à ce qu'il n'existe pas une « bonne réponse ». Catherine Tessier précise que l'éthique est une discipline nouvelle pour la vaste majorité de ses étudiant·e·s ingénieur·e·s. Elle sait que son enseignement bouscule les façons de penser habituelles développées dans les autres disciplines des cursus dans lesquels elle intervient. Il s'agit donc « d'ouvrir l'esprit » des étudiant·e·s à d'autres façons de penser. L'éthique doit aussi pouvoir permettre aux étudiant·e·s de se poser les bonnes questions. Elle déclare : « *Il faut réfléchir collectivement et de manière globale, car c'est un fait, nous n'allons plus pouvoir continuer comme ça. Il va falloir faire évoluer nos modes de vie. Ce constat pèse sur les épaules de ceux qui créent, les ingénieurs qui vont certainement devoir inventer différemment, c'est-à-dire en se posant les bonnes questions.* »⁵⁶

Alexei Grinbaum souligne lui aussi que l'éthique est une occasion, somme toute assez rare, pour les étudiant·e·s ingénieur·e·s de Paris-Saclay où il enseigne, d'envisager un autre type de pensée. La visée de l'enseignement de l'éthique et de l'apprentissage de l'esprit critique est principalement pour lui de permettre aux ingénieur·e·s de penser leurs productions dans la société. Il souligne, pour y parvenir, l'importance de l'histoire de la pensée et déclare : « *Le but ultime est d'insérer une technologie inédite dans une culture humaine et dans la pensée éthique qui lui est propre. [...] La difficulté est donc d'insérer ces outils techniques nouveaux dans la continuité de notre réflexion, de notre tradition de pensée, de notre culture. [...] Faire cela, l'ingénieur ne sait pas trop s'y prendre et c'est l'objectif ultime des formations à l'éthique.* »⁵⁷

Pour Raja Chatila, le rôle de l'éducation est avant tout de former des citoyen·ne·s responsables et l'éthique du numérique doit conséquemment former des ingénieur·e·s responsables, c'est-à-dire capables de s'interroger sur le sens de leurs actions et de leurs productions en ayant en conscience les valeurs éthiques. Ainsi, R. Chatila pointe avec dépit la disparition de l'histoire des sciences dans les programmes d'enseignement scientifique et l'absence de discussion des motivations des technologies et de leur impact sur la société.

Cette question de la finalité est aussi le cheval de bataille de Christelle Didier, sociologue des ingénieur·e·s, qui a enseigné l'éthique de l'ingénierie dans de nombreuses écoles d'ingénieurs pendant plus de dix ans. Son objectif revendiqué est de pousser les étudiant·e·s à s'interroger sur les conséquences de leurs futures activités sur différents plans : humain, social et environnemental. Christelle Didier pointe la tendance de cette catégorie socio-professionnelle à accepter de « *ne pas avoir de vision des finalités des activités dans lesquelles ils s'engagent* ». ⁵⁸ Or, les filières d'ingénieurs par leur prestige et les fonctions de pouvoir auxquelles elles mènent devraient moralement s'accompagner pour C. Didier d'une « exigence de curiosité » quant à leur part de responsabilité que la formation à l'éthique se doit d'accompagner.

Pour Christine Froidevaux, ce qui importe est de donner le goût et les outils nécessaires à la pratique de l'éthique aux étudiant·e·s en sciences afin qu'ils ou elles soient en mesure d'y avoir recours tout au long de leur carrière et, idéalement, de sensibiliser à leur tour aux

⁵⁶ Audition de C. Tessier, volume d'annexes du mémoire, p. 55.

⁵⁷ Audition d'A. Grinbaum, volume d'annexes du mémoire, p. 42.

⁵⁸ Voir audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 12.

problématiques éthiques. C. Froidevaux définit l'éthique comme une quête à cultiver pour distinguer le possible du souhaitable.

Pour Yann Ferguson, la visée de l'enseignement éthique est de former l'ingénieur·e humaniste et écologiste de terrain. Pour lui, comme pour Christine Froidevaux, l'éthique devrait irriguer tous les champs d'enseignement et pouvoir venir en soutien au moment les plus opportuns dans l'action.

On retrouve chez Éric Fourneret le souci de R. Chatila pour la dimension citoyenne. É. Fourneret place une grande partie de ses efforts dans ce qu'il appelle une « remise à niveau méthodologique » de ses élèves. Celle-ci est axée sur le renforcement des compétences empathiques et de l'esprit critique. É. Fourneret déplore des lacunes argumentatives et de structuration du discours chez la plupart de ses étudiant·e·s. Or, ces compétences sont autant nécessaires à la vie démocratique qu'à la pratique de l'éthique, où il s'agit de construire une argumentation et d'être capable de prendre en considération des arguments différents des siens.

Enfin pour Thierry Ménissier, l'axe central est de former les ingénieur·e·s et scientifiques à la philosophie technique afin qu'ils ou elles comprennent que toutes leurs actions sont soutenues par un système sociotechnique et que la technique n'est pas neutre. Ainsi l'éthique de l'IA constitue un champ appliqué de l'éthique qui doit être réfléchi « à même l'objet », c'est-à-dire à partir de la compréhension d'un système technique particulier.

E) Quatre plans de cours d'éthique du numérique

Dans cette partie, nous allons exposer les structures de quatre cours ayant trait en tout ou en partie à l'éthique du numérique :

- **« Éthique de l'ingénieur » de Yann Ferguson** proposé aux élèves de 4^e année du parcours intégré de l'ICAM.
- **« Épistémologie et éthique de l'intelligence artificielle et du numérique » d'Éric Fourneret** dispensé aux élèves en Master 1 à la Faculté de gestion, économie et sciences de Lille (FGES).
- **« Éléments pour une éthique de l'IA, du numérique et de la donnée » de Thierry Ménissier** proposé dans le cadre de la formation doctorale de l'Université Grenoble Alpes (UGA).
- **« Robots et éthique » de Catherine Tessier** dispensé aux élèves en dernière année d'étude à l'ISAE-SUPAERO.

« Éthique de l'ingénieur », Yann Ferguson

Ce cours a été développé par l'ICAM il y a sept ans. Toutes les formations de l'école bénéficient de ce cours d'un volume horaire de 48 h découpé en quatre séminaires de 12 h. Cet enseignement est obligatoire.

Yann Ferguson a donné pendant son audition le déroulé du cours qu'il dispense en 4^e année du « parcours intégré » du site de Toulouse. Yann Ferguson souligne que depuis trois ans l'accent est mis sur le numérique dans tous les parcours⁵⁹. Les autres sites de l'ICAM poursuivent les mêmes lignes directrices avec des modalités différentes.

Module 1 : Introduction à l'éthique

Ce module introduit de grandes notions d'éthique telles que les valeurs morale et les dilemmes éthiques.

Module 2 : Éthique de la technique.

Ce module interroge la notion de progrès en y adjoignant la question du coût humain, économique et écologique des progrès techniques. Cette partie s'appuie sur une grille de décision techno-éthique rédigée par un ensemble de chercheur·e·s (dont Y. Ferguson) pouvant servir à évaluer les inventions. Dans le champ du numérique, l'école a pris le parti d'aborder l'IA, la réalité virtuelle, le transhumanisme, l'usine du futur, la géolocalisation, le véhicule autonome et l'imprimante 3D. Les élèves sont invités à l'aide de la grille technico-éthique à produire un avis argumenté sur une étude de cas, à la manière d'un comité d'éthique. Le but de cet exercice est de « *ne de plus condamner les sociétés à découvrir les nuisances une fois qu'elles ont eu lieu et d'arriver à un âge adulte de la technologie dans lequel son utilisation est raisonnée* ». ⁶⁰ C'est dans ce cadre que les élèves ont été invités à se pencher sur l'appel à contributions du CNPEN pour permettre une expression des parties prenantes et du public sur les enjeux éthiques liés aux agents conversationnels, en remplacement de la grille technico-éthique, « *pour leur montrer qu'il y a un réel besoin au sein de la société de trouver des cadres éthiques pour se confronter aux technologies.* ». ⁶¹ Depuis trois ans, les élèves doivent produire un essai personnel argumenté autour de l'impact de l'IA sur le marché du travail (sujet qui est la spécialité de Y. Ferguson). Des ateliers de confrontation de points de vue sont organisés. Dans un premier temps, les élèves forment de petits groupes et discutent entre eux. Dans un deuxième temps, des invités viennent écouter le point de vue des étudiant·e·s et les mettent à l'épreuve en leur donnant d'autres points de vue que les élèves doivent intégrer à leur essai.

Module 3 : Éthique de l'entreprise

Ce module interroge la responsabilité sociétale de l'entreprise. L'enseignement s'appuie sur des dilemmes auxquels les élèves des promotions précédentes ont été confrontés pendant leur stage. Ces dilemmes anonymisés sont repris en cas d'école.

Module 4 : Techniques de délibération

Ce module donne des outils de techniques de délibération développés avec l'aide d'expert·e·s. L'objectif est de montrer qu'un débat complexe sur un sujet complexe nécessite des compétences en délibération et de l'ingénierie de groupe et s'éloigne en ce sens de la polarisation des débats telle qu'induite par les réseaux sociaux. Yann Ferguson indique que l'acceptation du fait de pouvoir changer d'avis lorsqu'on a été convaincu par l'argumentation

⁵⁹ L'ICAM propose trois types de parcours : le parcours intégré, le parcours ouvert et le parcours apprentissage.

⁶⁰ Audition de Y. Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 20.

⁶¹ Audition de Y. Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 20.

de l'autre ne va pas de soi pour une population étudiante majoritairement masculine, habituée à imposer ses points de vue et à être valorisée pour cela.

« Épistémologie et éthique de l'intelligence artificielle et du numérique », Éric Fourneret

Dans un premier temps, Éric Fourneret transmet aux étudiant·e·s les trois théories normatives : déontologisme, éthique des vertus et conséquentialisme. En accord avec une vision pragmatique de l'enseignement, É. Fourneret s'attache à illustrer ces théories d'exemples que les étudiant·e·s peuvent avoir déjà rencontrés, par exemple en abordant les problèmes relatifs aux réseaux sociaux quant à l'utilisation des données personnelles ou au harcèlement en ligne.

Dans un second temps, É. Fourneret s'appuie sur l'actualité ou sur des produits culturels pour mettre en perspective les théories éthiques abordées. En 2021, il a utilisé le film de Spike Jonze, *Her*, que la majorité de ses étudiant·e·s avait déjà vu. Un travail d'analyse poussé du film a été entrepris. É. Fourneret a invité ses étudiant·e·s à repérer à quelle famille de l'éthique pouvaient être reliés les différents choix réalisés par le personnage principal. Ensuite, il leur a proposé d'inventer d'autres choix possibles relativement aux théories éthiques abordées. É. Fourneret pointe des lacunes importantes chez ses élèves au niveau argumentatif qui l'obligent à opérer une mise à niveau méthodologique au sein de laquelle il revient sur la problématisation, l'identification de la structure argumentative et les outils de l'argumentation afin de rendre ses étudiant·e·s capables de sortir de l'opinion.

À la fin du processus, É. Fourneret a demandé à ses étudiant·e·s de produire une courte dissertation dans laquelle ils et elles devaient identifier une ou deux problématiques liées au numérique dans le film, expliquer en quoi elles constituent un problème, quelle réponse est donnée dans le film et quelle autre réponse est possible, c'est-à-dire identifier les limites de toute solution dans le cadre de dilemmes. À cette occasion, É. Fourneret poursuit le rattrapage méthodologique en abordant la structuration d'un texte écrit.

D'autre part, É. Fourneret développe les capacités empathiques de ses étudiant·e·s en organisant des séances de discussion autour d'exposés où les étudiant·e·s sont convié·e·s à défendre une position qu'ils ne partagent pas. Le choix du thème leur est laissé libre. À la fin de l'exposé, la classe est invitée à réagir, à poser des questions, à formuler des arguments inverses. L'évaluation ne porte pas uniquement sur celui ou celle qui présente l'exposé, mais sur l'auditoire et les interactions entre les intervenant·e·s et l'auditoire. L'évaluation s'établit sur des critères tels que la capacité des étudiant·e·s à s'écouter, à ne pas se couper la parole, à émettre de véritables arguments plutôt que de simples arguments d'autorité ou leurs opinions...

La volonté de É. Fourneret de travailler la compétence empathique est d'autant plus importante que son public se destine au management assisté par le numérique, métiers convoquant une forte dimension sociale et en pleine mutation. Ce travail va de pair avec un travail sur la pensée critique qui est développé dans la partie du cours consacrée à la méthodologie et qui se prolonge dans l'exercice du débat.

« Éléments pour une éthique de l'IA, du numérique et de la donnée » par Thierry Ménissier

Ce module a été initié pour la première fois en juin 2021 et proposé pour le Collège Doctoral de l'Université Grenoble Alpes par la chaire éthique &IA. Ce module de 12 h a été donné sur deux journées découpées en 4 demi-journées.

Plan du cours :

Introduction : Penser l'éthique de l'IA, du numérique et de la donnée dans un contexte d'innovation

- A/ Qu'est-ce que l'innovation ? Un paradigme à part entière, qui s'est substitué à celui du progrès
- B/ Les origines intellectuelles et les modalités particulières de l'innovation
- C/ Atelier n°1 : *l'innovation peut-elle réellement se substituer au progrès ? Qu'est-ce qu'une innovation réellement améliorante ?*

1. L'IA, quel système technique ?

- a. Qu'est-ce qu'un système technique ?
 - i. Un ensemble de techniques qui font système, de l'exploitation de l'énergie jusqu'aux usages :
 - 1. Exemple 1 : le système mécanique de l'énergie naturelle
 - 2. Exemple 2 : le système des énergies fossiles carbonées
 - 3. Le système technique de l'IA. Atelier n°2 : *En quoi peut-on parler d'un système pour l'IA ?*
 - ii. Aucun système technique n'est jamais neutre : il reflète des intérêts et exprime plus ou moins clairement des valeurs
- b. L'IA n'est pas n'importe quel système technique
 - i. Pour quelles raisons ?
 - 1. Du fait des ambiguïtés et des fantasmes liés à l'IA :
 - a. « IA » : une mauvaise traduction, une métaphore, une hyperbole ?
 - b. Intelligence naturelle et artificielle : humains, animaux/végétaux, artefacts et les formes de l'intelligence naturelle : sciences, arts de l'interprétation, arts
 - 2. Peut-on établir que la machine pense ?
 - a. Le test de Turing
 - b. La chambre chinoise de Searle
 - 3. Intelligences naturelles et artificielles aux prises les unes avec les autres :
 - a. L'interaction humain/machine comme principe de la compréhension de l'IA
 - b. Un cas d'espèce : les relations entre IA et coaching
 - ii. Système technique de la calculabilité du réel :
 - 1. Calculabilité : un type de pensée et une forme d'écriture deviennent prépondérants
 - 2. La calculabilité peut-elle être intégrale ?

- a. Calcul, simulations et réalité
 - b. Corrélacion ne signifie pas causalité : l'illusion des *data*.
 - c. La revanche des sceptiques dans le monde de Descartes ?

- 2. Qu'est-ce que l'éthique ?
 - a. Difficultés à définir ce qu'est l'éthique
 - b. Revendiquer une approche éthique revient à assumer l'ambition d'être normatif
 - i. Qu'est-ce que la normativité ?
 - ii. Les différentes sortes de normativité et leurs relations
 - c. Les familles de l'éthique
 - i. Les familles modernes :
 - 1. Déontisme
 - 2. Utilitarisme et démarche « conséquentialiste »
 - 3. Les limites des approches modernes
 - ii. Les familles anciennes :
 - 1. Arétaïsme
 - 2. Axiologisme
 - 3. La résurgence de l'arétaïsme et de l'axiologisme dans les contextes contemporains
 - d. De la variété des parties prenantes à la « conversation civile »
 - i. Faire jouer un rôle à l'imagination dans le dialogue des parties prenantes : Martha C. Nussbaum
 - ii. Pluraliser le jugement éthique
 - iii. Atelier n°3 : *traiter un problème d'éthique générale à l'aide des différentes normativités et des 4 familles de l'éthique*

- 3. Peut-il exister une éthique des systèmes techniques ?
 - a. De la notion de système technique à celle de dispositif sociotechnique :
 - i. L'insertion de tout objet technique au sein de sa société et de sa culture
 - ii. Les thèses de Leroi-Gourhan sur l'anthropologie des techniques
 - iii. Pour une éthique de l'innovation technique élargie. Atelier n°4 : *imaginez un dispositif sociotechnique susceptible d'améliorer la valeur éthique d'un objet technique du passé ou actuellement existant.*
 - b. Pour rendre éthique un système technique, une théorie de la justice distributive apparaît nécessaire
 - i. Qu'est-ce que la justice distributive ?
 - ii. La valeur d'équité
 - iii. Les 7 théories de la justice
 - 1. Utilitarisme
 - 2. Républicanisme / « méritocratisme »
 - 3. Marxisme
 - 4. La « justice comme équité » de John Rawls
 - 5. La réaction « libertarienne » : Nozick

- 6. Les « communautariens » : Sandel, Walzer, Taylor
 - 7. La théorie des « capacités » : Sen et Nussbaum
 - c. Atelier n°5 : *inventez un dispositif sociotechnique complexe (ex. production et distribution d'énergie, alimentation, mobilité, Défense, etc.) régi par une des théories de la justice*
4. Quelle éthique de l'IA ?
- a. Peut-on, sur le plan éthique, aborder de la même manière l'IA, le numérique et la donnée ?
 - i. Définition approfondie de ces trois termes
 - 1. Leurs différences sont à souligner
 - 2. Quel « secteur » est le plus important ?
 - ii. Une hypothèse de travail : sectoriser des éthiques « régionales » spécialisées
 - b. Des éthiques pour l'IA :
 - i. Éthique algorithmique (*computer ethics*)
 - 1. Étude des concepts et des valeurs de l'éthique algorithmique : explicabilité, interprétabilité, « reddition de comptes », transparence, fiabilité, confiance, équité, responsabilité.
 - 2. Comment réaliser/faire appliquer ces valeurs ?
 - a. Les chartes et déclarations de valeurs pour l'éthique de l'IA
 - b. La prestation de serment des informaticien·ne·s. Atelier n°6 : *imaginez 5 articles pour un serment d'Hippocrate des informaticiens et ses relations possibles avec un « ordre national ou international des informaticien.es »*
 - ii. Éthique artificielle
 - 1. Éthique artificielle et problèmes philosophiques posés par la robotique
 - 2. Approfondissement : le test MIT « Moral Machine » / critique du primat de l'éthique utilitariste et du raisonnement conséquentialiste. Atelier n°7 : *inventez un test d'éthique artificielle sans recours à l'utilitarisme conséquentialiste*
 - iii. Éthique du numérique et de la donnée :
 - 1. Introduction : les problèmes éthiques posés par le numérique et les données au sein de la société de l'information et de la communication
 - 2. Approfondissement sur les plateformes en e-santé. Atelier n°8 : *en vous documentant sur la dimension éthique des services et plateformes existants (ex : Doctissimo), énoncez plusieurs fonctionnements et règles éthiques pour une plateforme de e-santé que vous inventez.*
 - iv. Éthique des usages de l'IA :
 - 1. Sur la notion d'usages de l'IA
 - 2. Un questionnaire sur le rapport entre les pratiques et les finalités de l'IA : répondre à la question « Quels usages de l'IA sont capables de rendre les humains plus libres et plus accomplis ? »

3. *Atelier n°9 : argumentez sur un problème éthique complexe comme ceux énoncés ci-dessous en mobilisant les 4 familles de l'éthique et les 7 théories de la justice.*

« Robots et éthique » de Catherine Tessier

Le cours « Robots et éthique » a été donné la première fois en 2016. Il est dispensé aux élèves en dernière année à ISAE-SUPAERO de la filière robotique. Il se composait initialement de 2 séances de 3 heures de cours magistraux complétés par une séance d'exercice de 2 heures. La séance d'exercices a disparu depuis.

Le contenu du cours se base entre autres sur le rapport de la CERNA N°1 intitulé « Éthique de la recherche en robotique ».

1. Déroulé du cours

Si le cours est qualifié de magistral, Catherine Tessier insiste sur son caractère interactif. Les élèves peuvent questionner l'enseignante, des discussions sur des sujets sont proposées dans le développement du cours (la durée des discussions est approximativement de 20 mn).

a. Parties introductives

La première partie pose les définitions de base propres à la robotique. Il s'agit de se demander par exemple « Pourquoi un robot est-il un objet particulier ? ».

La deuxième partie introduit l'éthique. Plutôt que de la définir, Catherine Tessier préfère procéder par la négative et exposer ce que l'éthique n'est pas : elle n'est ni le droit, ni la morale, ni une valeur. Catherine Tessier rappelle que l'éthique est une réflexion, tel que le définit le dictionnaire de l'Académie française et tel que le défend le CNPEN.

La troisième partie met en perspective les deux premières parties dans la question suivante : « En quoi le robot pose-t-il de nouvelles questions éthiques ? » Des exemples contemporains sont donnés. Ils soulèvent diverses questions éthiques qui peuvent afférer par exemple aux données personnelles, à la ressemblance de la machine avec le vivant, à l'« autonomie » de la machine...

b. Parties de développement :

Le corps du cours est découpé en trois parties :

- une réflexion éthique quant à la recherche en robotique elle-même ;
- une réflexion éthique quant aux usages des robots, à leur place dans la société ;
- une réflexion sur les techniques visant à embarquer de l'éthique dans un robot.

Recherche en robotique

Cette partie s'intéresse en premier lieu à la visée des recherches en robotique. Est-il souhaitable de mener telle ou telle recherche spécifique ? Cette recherche comporte-t-elle des risques ? Existe-t-il des branches de la robotique qui posent des questions éthiques particulièrement aiguës ?

Cette partie traite ensuite des questions sous-jacentes à l'automatisation des fonctions décisionnelles, ainsi qu'à la question du vocabulaire employé dans la robotique, son écueil anthropomorphiste, la question du brouillage des frontières entre vivants et robots et la question des robots dits émotionnels. Il s'agit de ré-évaluer notre relation aux machines en évitant de tomber dans un rapport biaisé, basé sur une promotion de la machine pour ce qu'elle n'est pas, la plupart du temps une anthropomorphisation, qui revient à une imposture ontologique. Ces questionnements se retrouvent dans le rapport de la CERNA.

Usages de la robotique

Cette partie évoque les usages de la robotique qui peuvent susciter des questionnements éthiques importants, tels que les robots de surveillance, les robots armés, les véhicules à conduite automatisée... Ces questionnements peuvent être de différents ordres, de la question des données personnelles à celles plus vastes de l'autonomie ou de la justice.

Éthique embarquée

Cette partie interroge la possibilité de mettre en œuvre des connaissances relevant de l'éthique au sein de programmes informatiques. Il est à noter que Catherine Tessier est spécialisée sur ces questions et a développé des travaux sur ce sujet, notamment en co-dirigeant la thèse de Vincent Bonnemains intitulée « *Formal ethical reasoning and dilemma identification in a human-artificial agent system* ». ⁶²

Catherine Tessier s'appuie dans son cours sur l'exemple classique du dilemme du trolley. C'est au cours de cette expérience de pensée que Catherine Tessier introduit les cadres de l'éthique normative : déontologisme, conséquentialisme, éthique des vertus et doctrine du double effet. Elle montre que l'éthique est toujours en contexte, c'est-à-dire qu'elle ne peut devenir effective que dans la réflexion qu'occasionne un cas concret ou imaginaire. Si l'on souhaite formaliser des connaissances relevant de l'éthique dans un langage mathématique, on arrivera vite à la conclusion que les termes sont difficiles à définir et impliquent des interprétations subjectives. Qu'est-ce qu'un effet positif ou négatif ? Qu'est-ce qu'une fin ? Un moyen ? Ainsi, Catherine Tessier conclut que la machine morale n'existe pas. En effet, les valeurs éthiques simulées dans un robot ne sont que des interprétations de concepts complexes. Catherine Tessier insiste sur le fait que la machine ne peut se substituer à un être humain et par conséquent être qualifiée de

⁶² Dans cette thèse, Vincent Bonnemains propose la formalisation de différentes théories éthiques en langage informatique et montre les possibilités et les limites de cette démarche.

morale. De plus, la délibération éthique est un processus qui se construit dans une situation particulière. Son issue ne peut être fixée à l'avance car issue d'une réflexion commune. Il s'agit de « *parler plutôt de machine incluant des connaissances relevant de la morale ou de l'éthique* ». ⁶³

c. Partie exercices

La partie exercices dure deux heures. Les étudiant·e·s sont invité·e·s à réfléchir, d'abord individuellement, puis en groupes, à une situation de dilemme moral mettant en jeu un robot. Il leur est demandé d'imaginer comment ils et elles coderaient ce robot pour qu'il agisse en accord avec certains cadres éthiques. Les étudiant·e·s sont invité·e·s à réfléchir à travers les grilles de lecture conséquentialiste, déontologique, selon la doctrine du double-effet et selon une grille de valeurs morales de leur choix à expliciter. Un rapport écrit relatant leurs délibérations est attendu pour la notation.

Catherine Tessier indique que cet exercice est difficile pour des élèves peu habitués à délibérer et à rédiger de cette manière.

F) Pédagogies comparées

1. La part de la théorie et de la pratique

Lors de mes auditions, il a été très majoritairement formulé le fait que pour aborder l'éthique à destination d'un public d'ingénieur·e·s, il était préférable de privilégier la pratique à la théorie. C. Tessier déclare par exemple : « *À mon avis, pour les ingénieurs, on peut en venir directement au fait sans passer par la culture générale ou l'histoire de l'éthique, ou seulement dans un deuxième temps. [...] Il faut les amener directement dans la pratique en leur présentant, par exemple, des situations de dilemmes.* » ⁶⁴ L'avis de C. Tessier se retrouve dans les auditions de G. Dowek et de M. Gornet qui, étudiante au moment de l'audition à l'ISAE-SUPAERO dans la filière informatique, affirmait que les élèves ingénieur·e·s en informatique, habitués aux enseignements mettant en avant des logiques à appliquer, ont plus de mal à entrer dans des concepts trop larges, sociologiques, philosophiques et autres, mais sont en attente de situer les enjeux éthiques et de comprendre leurs impacts réels dans la société. ⁶⁵

Cependant, on est en droit de se poser la question de savoir jusqu'à quel point il est possible ou désirable d'enseigner l'éthique sans s'arrêter sur les fondements théoriques de la discipline. Concrètement, on pourra se demander quelle doit être la place des théories éthiques traditionnelles issues de la philosophie. Sont-elles pertinentes dans un enseignement d'éthique du numérique ? Dans quelle mesure ? Et quelles sont les théories éthiques spécifiques à l'éthique du numérique. ⁶⁶

⁶³ Notes issues d'un entretien mené lors du stage.

⁶⁴ Audition de C. Tessier, volume d'annexes du mémoire, p. 53.

⁶⁵ Audition de M. Gornet, volume d'annexes du mémoire, p. 44.

⁶⁶ Nous développerons ce point dans la partie IV, chapitre I, point B)

La part consacrée aux enseignements théoriques varie assez fortement. Si les théories éthiques déontologique, conséquentialiste et de la vertu sont toujours évoquées, d'autres théories apparaissent. L'enseignement de C. Tessier travaille en profondeur sur l'éthique de l'usage, c'est-à-dire faire réfléchir les participant·e·s sur les dérives possibles des objets techniques qu'ils ou elles étudient dans leurs champs d'activité respectifs. Le cours de T. Ménissier consacre une demi-journée à l'exposition de cadres éthiques variés. Il introduit notamment des notions modernes telles que l'axiologisme et des penseur·euse·s contemporain·e·s tels que Martha Nussbaum. Son enseignement cherche à faire émerger une éthique spécifique à l'IA tout en apprenant à ses étudiant·e·s à se déplacer dans une pluralité de grilles de lecture éthique.

Du point de vue de la pratique, nous allons à présent nous interroger sur ce qui est entendu par « pratique éthique ». Les parties pratiques proposées par les enseignant·e·s sont de différentes natures. Si la pratique de la délibération éthique ressort dans les différents enseignements, différentes sensibilités sont palpables. Nous décelons chez C. Tessier un héritage habermassien mettant en avant une recherche de conciliation autour d'un débat collectif argumenté. É. Fourneret met de son côté en avant l'apprentissage de l'esprit critique et la pensée pragmatique. Nous repérons en outre dans son enseignement des techniques issues de la rhétorique tel que le dissoi logoi, lorsqu'il demande à ses étudiant·e·s d'argumenter une pensée qu'ils ou elles ne défendent pas eux·elles-mêmes. L'héritage pragmatique est aussi revendiqué par T. Ménissier dans sa volonté de mettre l'accent sur l'acquisition de compétences par ses étudiant·e·s et sa sensibilité pour le développement d'une approche corporelle et sensorielle.⁶⁷

2. Connaissances / Compétences

Le questionnement que nous venons d'évoquer sur la part entre la théorie et la pratique revient à s'interroger sur l'approche de l'enseignement autour des notions de connaissances et de compétences. Nous nous appuyons dans ce paragraphe sur l'audition menée avec C. Didier qui nous a ouverte à ces problématiques appartenant aux sciences de l'éducation. Si cela peut sembler sortir du champ de l'éthique stricto sensu, il nous semble néanmoins indispensable de les évoquer dans le cadre d'une réflexion sur l'enseignement de l'éthique du numérique.

Pour C. Didier, si la notion de « compétence » est un allant de soi nord-américain, ce n'est pas le cas en France. Elle rappelle que, pour une grande part du monde universitaire français, la mise en avant de l'enseignement de « compétences » dévie la mission première de l'université quant à la transmission de savoirs vers une recherche de formation calibrée pour les besoins de l'entreprise. C. Didier estime que si la notion de compétence adaptée à l'enseignement de l'éthique mérite d'être réfléchie, on ne peut l'envisager sans la fonder sur un socle de connaissances solides. Or, la spécialiste pointe le manque, voire l'absence, de structures institutionnelles, de lieux identifiés et de revues de référence pour fonder la réflexion théorique en matière d'éthique du numérique en France, contrairement aux Pays-Bas où un

⁶⁷ Audition de T. Ménissier, volume d'annexes du mémoire, p. 49.

laboratoire officie à cheval entre les quatre grandes universités de technologie du pays et mobilise cent cinquante chercheur·euse·s. Elle déclare : « *Pour créer des formations, on s'appuie sur les savoirs savants, qui sont les résultats de recherches qui ont une certaine robustesse, qui ont gagné de la reconnaissance à travers la communauté académique. Ensuite ces savoirs savants sont transformés en savoirs enseignables. Face aux étudiants, l'enseignant doit faire cette transposition didactique. Cela sous-entend qu'il y ait des savoirs savants. Or, il y a une difficulté à identifier où sont ces savoirs savants en éthique de l'ingénierie, de l'informatique... Le développement des compétences est une piste intéressante mais elle ne doit pas cacher le fait qu'on a besoin d'identifier les controverses académiques, les méthodes trouvées par les universitaires dans ce domaine.* »⁶⁸ Par souci de justesse par rapport aux propos de C. Didier, nous citons une autre partie de son audition : « *Je ne dis pas qu'il n'y ait pas en France de personnes compétentes ayant développé des connaissances à ce sujet, je dis que les trouver demande un grand effort ! Moi, par exemple, on ne me trouve pas là où l'on devrait me trouver. Je n'exerce pas dans un lieu où l'on développerait des connaissances en éthique de l'ingénierie. J'exerce dans un laboratoire de sciences de l'éducation en tant que sociologue. Pourquoi ? Parce que quand j'étais en âge d'écrire une thèse, il n'existait rien.* » La sociologue souligne qu'à ce titre la situation n'a que très peu évolué.

Pour Christelle Didier, ce vide institutionnel est aussi un frein à la formation des formateur·trice·s en éthique du numérique. Or, Christelle Didier souligne un fort besoin et un risque pour les écoles de recruter du personnel n'ayant ni les compétences ni les connaissances nécessaires.

L'insistance de C. Didier sur la production de connaissances ne ressort pas dans les autres auditions, non parce que les avis seraient contraires, mais peut-être parce que la majorité des enseignant·e·s interrogé·e·s sont actif·ve·s dans la production des dites connaissances, sans pour autant que celles-ci parviennent à être restituées à la profession au sens large. D'autant que la tendance va majoritairement à la valorisation de la notion de compétence.

T. Ménissier considère par exemple que la transmission de connaissances, lorsqu'elle est destinée à des élèves ingénieur·e·s et des doctorant·e·s, ne peut se suffire à elle-même et doit également œuvrer à stimuler les compétences permettant de relier le savoir à l'action. Cet avis est largement partagé. Relier le savoir à l'action signifie par exemple être capable de repérer un dilemme éthique lorsqu'il se présente en contexte, ce qui n'est pas si évident qu'il y paraît.

Nous souhaitons pour finir évoquer l'enseignement d'une compétence plus originale, introduite par É. Fourneret : « la compétence empathique ». É. Fourneret déclare : « *Ma démarche en éthique est celle-ci : comment manager un groupe de personnes respectueusement. Et non pas, comment imposer sa vision des choses à un groupe de personnes. Je pense qu'il y a une dimension sociale éthique importante dans mon métier, qui est celle de faire des individus qui ne sont pas là pour écraser les autres, mais qui sont là pour les accompagner. Par conséquent, le développement des capacités empathiques est pour moi*

⁶⁸ Audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 11.

fondamental. ».⁶⁹ La dimension sociale de l'éthique nous semble particulièrement intéressante dans la mesure où elle appelle à un « vivre ensemble » qui dépasse la pratique d'une éthique centrée sur l'individu. Cette compétence pose également la question de la place des compétences interpersonnelles dans l'enseignement de l'éthique du numérique. Au moment où l'intelligence artificielle automatise de nombreux champs d'activité, l'enseignement de l'empathie devient-elle une compétence relevant d'une nécessité morale nouvelle ?

3. La place de la philosophie

Comme nous l'avons déjà pointé, l'éthique du numérique ou/et l'éthique de l'IA sont des champs de recherche relativement jeunes et extrêmement actifs. Ainsi, de nombreux courants de recherches existent qui peuvent se référer à des philosophes et à des systèmes de pensée différents. Par ailleurs, et sûrement pour la première fois, l'éthique est mobilisée par les institutions dans une visée instrumentale ayant pour but d'accompagner le développement technologique européen. Or le temps de la philosophie n'a jamais été celui de l'industrie, et sa visée n'est pas instrumentale mais bien analytique. S'ouvre alors, à notre avis, un des questionnements principaux de l'enseignement de l'éthique du numérique : dans un tel contexte, que peut-il rester de la démarche philosophique ? Quelle place convient-il de lui donner ?

Nous allons dans cette partie nous arrêter sur la démarche de Thierry Ménissier qui prend le parti de la philosophie dans sa formation, « Éléments pour une éthique de l'IA, du numérique et de la donnée ». L'originalité de l'approche permet selon nous d'aborder tout aussi efficacement d'autres aspects de l'éthique de numérique et de faire participer les étudiant·e·s aux réflexions en cours dans le domaine de construction de l'éthique de l'IA⁷⁰.

Cet enseignement mobilise en particulier les champs de la philosophie de la technique. Les alternances entre les moments de théorie et de pratique y sont présentes, comme dans les autres cours que nous avons recensés, mais le cours n'est pas introduit par un dilemme éthique. T. Ménissier lance le débat sur la technique et propose un cheminement de pensée où se succèdent les notions de progrès, la question de ce qu'est un système technique et la non-neutralité de la technique. Une fois ces grandes thématiques parcourues et discutées, elles sont corrélées avec les spécificités de l'IA, de la nature de cette nouvelle forme « d'intelligence » à l'interaction humain-machines et à la calculabilité du réel. C'est seulement dans un deuxième temps que sont introduites quatre théories éthiques ; le conséquentialisme, le déontisme et deux théories plus anciennes et moins communément enseignées, l'arétarisme et l'axiologisme. Ces théories ne sont pas mobilisées pour traiter d'un problème éthique à ce stade mais pour savoir si une éthique des systèmes technique est possible. En effet, l'éthique est pensée depuis l'Antiquité comme une aptitude strictement humaine en lien avec la cité et l'envisager pour un système technique ne va pas de soi. Il ne s'agit pas d'invalider le fait qu'un tel besoin émerge aujourd'hui mais d'interroger les bases de la réflexion à mener comme l'on dégage un terrain

⁶⁹ Audition d'É. Fourneret, volume d'annexes du mémoire, p. 30.

⁷⁰ Nous avons assisté au séminaire intitulé « Éléments pour une éthique de l'IA, du numérique et de la donnée », dispensé du 1^{er} au 3 juin 2021.

avant de construire des fondations. C'est ainsi qu'est préparée la réflexion sur les dispositifs sociotechniques qui semble indispensable lorsque l'on veut réfléchir l'IA du point de vue éthique, sachant que le dispositif sous-entend par lui-même des valeurs de la société dans laquelle il se déploie, tel qu'a pu l'avancer Michel Foucault dans le cas du panoptique⁷¹. Ainsi Thierry Ménissier pousse ses étudiant·e·s à envisager des lieux que nous connaissons bien (les hôpitaux ou les gares...) comme des dispositifs sociotechniques puis de les mettre en rapport avec différentes théories de la justice.⁷² T. Ménissier conclut sa formation par l'exposition de questionnement propres à l'éthique de l'IA en invitant ses étudiant·e·s à délibérer autour de problèmes éthiques complexes en la matière. Cette partie se veut clairement prospective et est intitulée avec un point d'interrogation « Quelle éthique de l'IA ? ».

L'enseignement de T. Ménissier mène à une pratique de l'éthique qui se dégage de la morale individuelle mais qui s'intéresse à la pensée éthique envisagée pour un collectif social. Dans cette perspective, il semble que les notions abordées de progrès et de dispositif sociotechnique (lié à la non-neutralité de la technique) soient un prérequis. Pour avoir participé nous-mêmes à cet enseignement, nous pouvons affirmer que loin d'être perdu·e·s, les personnes présentes, dont beaucoup d'ingénieur·e·s, ont pris beaucoup de plaisir à l'exercice car les notions philosophiques introduites résonnent toujours à l'épreuve de situations réelles, ce qui les éloigne d'une vision figée et rébarbative de l'enseignement de contenus théoriques.

En revanche, cette formation est dispensée à des doctorant·e·s et de surcroît, libres de s'y inscrire. La question se pose de savoir à quel niveau ce type de formation est envisageable et dans quelle formule (libre, optionnelle, obligatoire).

4. La question de l'adresse du public visé

« Soit on vise à déterminer ces "honnêtes hommes" comme on disait au XVI^e siècle, capables de parler de tout, avec ce côté humaniste, soit on veut former des gens à avoir des méthodes éthiques. Je pense que c'est très différent mais que ça communique et qu'il faut former les deux. » T. Ménissier.⁷³

La composition des cours est fortement déterminée par la manière dont est envisagé le public. S'adressent-ils à un corps de métier, à une catégorie sociale, à une catégorie socio-professionnelle, à des citoyen·ne·s, ou à de futur·e·s travailleur·euse·s ? Dans l'optique où l'on s'adresse principalement à un corps de métier, tel que nous l'avons vu avec le cours dispensé par C. Tessier à destination des futur·e·s roboticien·ne·s, un vocabulaire spécifique devra être utilisé et des enjeux éthiques spécifiques proposés. Si l'on s'adresse à une catégorie sociale, c'est-à-dire tel que l'argumente C. Didier⁷⁴ à « des élites » ayant vocation à gérer des équipes

⁷¹ M. Foucault. *Surveiller et Punir*. Gallimard. 1993.

⁷² Utilitarisme, Republicanisme (méritocratisme), Marxisme, La « justice comme équité » de John Rawls, La réaction « libertarienne » : R. Nozick, Les « communautariens » : M. Sandel, M. Walzer, C. Taylor, La théorie des « capacités » : A. Sen et M. Nussbaum

⁷³ Voir Audition de T. Ménissier, volume d'annexes du mémoire, p. 49.

⁷⁴ Voir Audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 9.

ou être dans des postes de direction, la dimension de responsabilité sera plus sensiblement mise en avant. Si l'on s'adresse à une catégorie socio-professionnelle, les ingénieur·e·s en général, les outils déjà disponibles de l'éthique de l'ingénierie pourront être mis à profit. Si l'on s'adresse à des citoyen·ne·s, tel que l'envisage par exemple R. Chatila, la réflexion sur les valeurs éthiques prendra le dessus, tel que la dignité humaine, la démocratie, la justice... Dans l'optique de la formation citoyenne, il sera aussi question, tel que le pratique É. Fournier, d'augmenter la capacité argumentative des étudiant·e·s afin de gagner en autonomie intellectuelle. Enfin, si l'on privilégie la piste des futur·e·s travailleur·euse·s, la notion de compétence sera mise en avant. Le savoir acquis devra pouvoir être mis en pratique et il deviendra nécessaire d'intégrer une partie sur la législation existante.

Il semble évident que les différentes adresses sont complémentaires, pourtant il nous semble important de les souligner pour mieux mettre au jour les différences d'approches entre les formations proposées et les possibles manières de les construire.

5. Outils pédagogiques

Nous avons relevé dans les auditions de nombreuses créations d'outils pédagogiques. Ces initiatives reflètent le dynamisme du champ de l'enseignement de l'éthique du numérique.

Nous développerons les outils favorisant un investissement corporel dans l'apprentissage dans la partie IV dans le paragraphe intitulé « Exemples d'exercices pouvant être utilisés pour l'intégration de l'émotion et du corps dans l'enseignement de l'éthique du numérique. ». Nous nous contentons ici de rappeler l'initiative de Y. Ferguson qui a créé, avec une équipe de chercheur·euse·s, une grille technico-éthique⁷⁵ rassemblant des questions auxquelles les étudiant·e·s sont invité·e·s à réfléchir concernant diverses inventions technologiques. Les questions sont relatives à différents points mettant en jeu les valeurs éthiques : les usages, les impacts sur l'humain, la société et la planète.

G) La fronde des ingénieur·e·s

La fronde des ingénieur·e·s en France est de plus en plus relayée dans la presse française. Elle fait écho au refus d'une frange des étudiant·e·s à participer à un système jugé incompatible avec les impératifs de sobriété liés à la crise environnementale. Des interruptions d'études ou des refus de travailler dans des domaines jugés nocifs sont décrits comme étant de plus en plus fréquents. Ce phénomène apparaît en filigrane dans les auditions.

Yann Ferguson témoigne de la régularité avec laquelle des étudiant·e·s viennent à sa rencontre pour évoquer leur refus de poursuivre leur activité dans l'industrie et leur poursuite déçue d'une quête de sens. Y. Ferguson déplore la difficulté des unités d'enseignement à intégrer et développer le potentiel de ces étudiant·e·s et indique la nécessité de réenvisager le rôle des écoles. Il déclare : « *On doit peut-être arrêter de se dire que notre rôle c'est de former*

⁷⁵ Volume d'annexes du mémoire, p. 26.

des ingénieurs pour l'industrie, mais de se dire que l'ingénierie est une compétence qui doit porter des idées de progrès qui pourront être délivrées dans tous les domaines de la société, qu'elles soient liées au domaine industriel ou au domaine associatif, liées à la technique ou pas. »⁷⁶

Catherine Tessier et Thierry Ménissier notent un engouement croissant pour les questions d'éthique qui croisent les problématiques environnementales. La quête de sens des étudiant·e·s les mène selon eux au désir de s'interroger et d'approcher de nouvelles façons de penser. T. Ménissier note une méfiance des jeunes ingénieur·e·s à l'égard de l'idée de « progrès industriel », qui se prolonge dans une méfiance envers le monde de l'entreprise et de l'industrie, qu'il affirme être identifiée par des cadres de haut niveau des grands groupes.⁷⁷

Un article de Christelle Didier de 2020 relativise l'ampleur du phénomène de fronde. La chercheuse indique qu'il ne touche qu'un pourcentage modeste de la population des étudiant·e·s en ingénierie.⁷⁸ Cependant, C. Didier affirme que si le phénomène de fronde est un « signal faible », il mérite par sa nouveauté la plus grande attention.

H) L'orientation philosophico-politique des formations

Lors de la première audition que j'ai menée, Gilles Dowek a insisté sur la défiance d'une vaste partie des ingénieur·e·s à l'égard de la philosophie et des SHS et la nécessité de développer une approche de l'enseignement de l'éthique adaptée à ce public.

G. Dowek introduit dans son audition la question de l'orientation politico-philosophique des formations. Selon lui, les élèves ingénieur·e·s sont confrontés à un préjugé social assez fort qui repose sur « *une dévalorisation générale de la technique* »⁷⁹ qui débouche sur une mise en accusation de la technique et des technicien·ne·s quant à l'état actuel du monde. Ce préjugé pousse en retour les ingénieur·e·s à considérer a priori les chercheur·e·s en SHS comme technocritiques. Pour cette raison, certains courants philosophiques, tel que l'école de Francfort⁸⁰, ne sont pas appropriés pour séduire et intéresser un public d'ingénieur·e·s selon G. Dowek. En effet, plutôt que d'être perçues comme des portes ouvertes à la réflexion, ces approches pourraient être vues comme des attaques envers le métier lui-même et braquer les élèves.

Ainsi, afin de ne pas amener de débats qui pourraient donner l'impression de remettre en question la technique en tant que telle et donc les ingénieur·e·s en tant que tel·le·s, G. Dowek distingue deux manières d'aborder les problèmes de fond : la manière concrète et la manière abstraite. Prenons l'exemple où l'on souhaite aborder le bon ou le mauvais usage des

⁷⁶ Audition de Y. Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 23.

⁷⁷ Audition de T. Ménissier, volume d'annexes du mémoire, p. 50.

⁷⁸ C. Didier, « Chercheurs de sens, discrètes sentinelles d'un monde qui vient. » *revue responsables*, MCC, 2020, 447, p. 14-15.

⁷⁹ Audition de G. Dowek, volume d'annexes du mémoire, p. 15.

⁸⁰ L'école de Francfort est un courant de pensée allemand des années 50 qui opère une critique sociale du capitalisme. Parmi les intellectuels impliqués dans ce courant de pensée, on peut citer Max Horkheimer, Theodor Adorno, Jürgen Habermas.

technologies. La manière concrète serait par exemple d'interroger les étudiant·e·s sur le fait de savoir si les algorithmes d'analyse d'images peuvent servir à faire de l'analyse médicale sans servir à faire de la reconnaissance faciale. La manière abstraite consisterait à interroger la technologie elle-même en généralisant le problème, par exemple en posant la question : comment faire pour que les technologies soient vertueuses et non perverses ?

Nous ne souhaitons pas surinterpréter les propos de G. Dowek. Ainsi le paragraphe qui suit est un questionnement personnel quant au discours techno-critique et la question de la neutralité de la technique. Il paraît logique d'admettre que la pensée techno-critique ne soit pas la plus appropriée à l'égard de futur·e·s acteur·trice·s du domaine de la technique. Nonobstant, la frontière entre discours techno-critique et critique de la technique est un terrain glissant qu'il convient de ne pas de confondre. La question de l'utilité, mise en avant par C. Tessier et R. Chatila, pourrait peut-être, si l'on n'y prend garde, être considérée comme techno-critique. D'autant plus que la dimension politique est particulièrement active aujourd'hui dans les écoles d'ingénieurs. Le phénomène de fronde que nous avons évoqué précédemment montre qu'une frange des étudiant·e·s rejettent l'instrumentalisation de la technique au service d'un modèle économique qu'il·elle·s jugent destructeur. Notons à ce titre l'exigence de la fédération « Ingénieurs sans frontières » qui a publié en 2014 un manifeste intitulé « Manifeste Pour une formation citoyenne des ingénieur·e·s » dans laquelle ils déclarent : « *Les techniques et méthodes enseignées définissent le plus souvent la rentabilité du capital comme priorité absolue, sans que ce but ne soit avoué ou remis en cause. L'enseignement de la complexité socio-environnementale des choix techniques (controverses scientifiques, épistémologie, jeux de pouvoir,...) est trop souvent partiel dans les formations en ingénierie. Ceci impose à tort une vision dépolitisée et neutre de la technique et alimente une croyance dans le progrès technique universel. Nous demandons que le sens politique de la technique, c'est-à-dire le fait qu'elle incarne des choix de modèles de société, soit révélé au cours de la formation, la posture neutre étant également une posture politique.* »⁸¹ Il nous semble donc que, si le discours techno-critique n'est pas approprié, envisager la non-neutralité de la technique est indispensable. L'objection que nous pourrions faire à G. Dowek est la généralisation de sa vision du public des ingénieur·e·s qui est peut-être moins uniforme aujourd'hui qu'auparavant, au moment où la crise environnementale les place dans une position éthique difficile.

Si la dimension politique est discutable, il semble communément admis parmi les personnes auditionnées que le public des ingénieur·e·s est un public spécifique, pour lequel la dimension appliquée de l'enseignement éthique est centrale pour gagner leur intérêt, d'autant que la réflexion éthique est souvent une façon de penser nouvelle pour cette catégorie d'étudiant·e·s, qui peut les dérouter. Catherine Tessier relate par exemple que la délibération éthique peut parfois déclencher des réactions assez violentes, d'agacement ou de frustration, chez certain·e·s étudiant·e·s peu habitué·e·s à penser qu'il n'existe pas de réponse tranchée ou unique à un problème.⁸² De façon assez large, les enseignant·e·s recommandent, pour intéresser ces catégories d'élèves, d'éviter d'entrer en matière en exposant les théories philosophiques ou

⁸¹ Ingénieurs sans frontières, « Manifeste pour une formation citoyenne des ingénieur.es », p. 1.

⁸² Audition de C. Tessier, volume d'annexes du mémoire, p. 54.

éthiques et l'histoire de la pensée mais de privilégier les exemples appliqués. Cependant, les enseignant·e·s soulignent aussi chacun à leur manière des besoins théoriques touchant à l'histoire de la technique⁸³, à l'histoire de la pensée⁸⁴, aux théories éthiques⁸⁵ et aux théories philosophiques⁸⁶. Nous voyons ici une zone grise particulièrement intéressante pour notre mémoire convoquant une série de questions : comment concilier les attentes du public des ingénieur·e·s avec la pratique de l'éthique et ses modes opératoires ? Comment réconcilier les ingénieur·e·s avec la philosophie ? Est-ce nécessaire ? Les formations doivent-elles apporter aux ingénieur·e·s ce qu'il·elle·s attendent ou au contraire assumer, comme le déclare C. Tessier, que « *le rôle de l'éthique est aussi de bousculer les façons communes de penser* »⁸⁷ ? Comment rétablir auprès d'étudiant·e·s sceptiques la valeur de la philosophie et de l'éthique en tant que sciences sans aborder en profondeur ses mécanismes et outils méthodologiques ?

D) La formation idéale à l'éthique du numérique selon les personnes auditionnées

Nous avons posé aux personnes auditionnées la question de savoir quelle serait, à leur avis, la formation idéale à l'éthique du numérique.

Yann Ferguson développe dans son audition une vision novatrice de ce que devrait être l'enseignement de l'éthique. Pour lui, la principale chose à faire serait de cesser de décorrélérer enseignement technique et enseignement éthique. En ce sens, il rejoint la vision de Christine Froidevaux qui plaide pour un enseignement de l'éthique transversal où l'éthique serait une démarche propre à irriguer tous les domaines, et qui pourrait être activée à toutes les étapes en fonction des besoins.⁸⁸ Yann Ferguson décrit cette nouvelle approche de l'enseignement de l'éthique comme une « éthique embarquée ». Il déclare : « *L'éthique aurait un espace dédié beaucoup plus faible et un espace appliqué beaucoup plus fort. L'éthique devrait être embarquée dans tous les domaines de l'ingénierie, dans tous les programmes.* »⁸⁹

La logique de projet est un autre aspect de la formation idéale imaginée par Yann Ferguson. Il cite à ce sujet les pédagogies basées sur le « *problem based learning* » qui donnent aux étudiant·e·s un problème concret à résoudre au fil duquel les élèves acquièrent dans la pratique différents savoirs. L'ICAM a fait le pari d'intégrer cette méthode assez nouvelle dans son cursus le plus expérimental intitulé « *Parcours ouvert* » où 30% des enseignements sont basés sur le « *problem based learning* ». L'ambition est de permettre de « *former des ingénieurs qui soient plus compétents pour des problèmes éthiques, des questions d'innovation et d'interculturalité.* »⁹⁰

⁸³ Audition de G. Chatila, volume d'annexes du mémoire, p. 6.

⁸⁴ Audition de G. Grinbaum, volume d'annexes du mémoire, p. 42.

⁸⁵ Audition d'É. Fournerey, volume d'annexes du mémoire, p. 29.

⁸⁶ Voir plan de cours de T. Ménissier.

⁸⁷ Audition de C. Tessier, volume d'annexes du mémoire, p. 53.

⁸⁸ Audition de C. Froidevaux, volume d'annexes du mémoire, p. 36.

⁸⁹ Audition de Y. Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 21.

⁹⁰ Audition de Y. Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 22.

Dans cette logique, le corps professoral est envisagé comme un ensemble de représentant·e·s de disciplines différentes mobilisables dans le cadre du projet aux moments adéquats. Y. Ferguson parle « d'enseignement collégial » et déclare : « *Un cours d'IA se fera à plusieurs voix, la voix de l'historien, du sociologue s'il le faut, du juriste, du mathématicien, du développeur, de l'éthicien. Nous n'aurions plus de monologues mais des doubles voix où chacun reconnaît qu'il n'a pas la vérité mais seulement une partie.* »⁹¹ Pour Y. Ferguson, la visée de cette formation idéale serait humaniste et écologiste et nécessiterait pour y parvenir une concertation entre les disciplines.

Cette vision de Y. Ferguson rejoint celle de Gilles Dowek en ce qu'elle recommande de fonctionner par projet et d'intégrer les ingénieur·e·s à l'élaboration du programme dans une logique de co-construction. Cette co-construction pourrait s'imaginer dans le cadre proposé par Y. Ferguson en donnant la possibilité aux étudiant·e·s de faire appel aux enseignant·e·s au moment adéquat en fonction de l'avancée du projet et des difficultés rencontrées ou, en allant un pas plus loin, en demandant aux élèves de coconstruire la définition même du projet à développer.

Ces visions de formations très appliquées diffèrent de l'enseignement tel qu'il est majoritairement dispensé à l'heure actuelle. Une étude serait nécessaire pour comprendre à quel type de filière et d'étudiant·e·s ce mode d'apprentissage pourrait être bénéfique.

Nous allons maintenant nous pencher sur les formations idéales envisagées dans le prolongement d'une approche plus généraliste de l'enseignement de l'éthique du numérique.

Nous notons dans l'ensemble que les personnes auditionnées souhaiteraient un temps plus long pour leurs formations. Alexei Grinbaum recommande que les ingénieur·e·s qui se destinent aux métiers de l'informatique directement liés au secteur de l'IA bénéficient d'une formation plus longue de 24 h, 12 h lui paraissent suffisantes pour les autres étudiant·e·s.

Éric Fourneret déplore que l'enseignement d'éthique ne s'opère dans sa filière qu'à la quatrième année d'étude. Si sa formation peut paraître assez longue (24 heures) comparée à d'autres, elle ne lui permet « qu'un survol » car elle est ramassée sur une période de l'année, sans temps entre les cours pour laisser les élèves assimiler la matière. Elle est aussi trop courte selon É. Fourneret au vu des lacunes méthodologiques accumulées qui auraient dû être réglées bien plus tôt dans leur parcours scolaire.⁹² Pour pallier ces lacunes, É. Fourneret préconise que les élèves reçoivent un enseignement de philosophie ou d'éthique dès la première année de leurs études à l'université.

Du côté des étudiant·e·s, Mélanie Gornet déclare que, si elle a grandement apprécié le cours d'éthique suivi avec Catherine Tessier, la nouveauté de ce type de pensée demanderait un peu plus de temps. Elle explique que l'identification d'un dilemme moral est un apprentissage en

⁹¹ Audition de Y. Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 21.

⁹² Audition d'É. Fourneret, volume d'annexes du mémoire, p. 29.

soi et que le fait d'apprendre dans la délibération à dévier de sa position initiale ne va de soi pour un public autrement entraîné à trouver « la bonne solution » le plus rapidement possible.

Enfin, nous notons que si tous les enseignant·e·s ne s'accordent pas sur le moment où la formation en éthique devrait commencer, cela est dû à la structuration des études dans les différents lieux d'enseignement. En école d'ingénieurs, les trois premières années sont généralistes. Comme l'explique Christelle Didier⁹³, les élèves ne sont pas encore à ce moment-là en prise avec le métier réel d'ingénieur·e et il est plus pertinent d'introduire des cours d'éthique quand les élèves ont commencé à faire des stages et à apprendre un cœur de métier, vision que partage Mélanie Gornet qui recommande que les cours d'éthique du numérique interviennent au moment où les étudiant·e·s se spécialisent afin que les élèves qui s'orientent vers les branches informatiques puissent en bénéficier et que les autres filières en soient dispensées. Les universités pourraient intégrer des cours de philosophie et/ou d'éthique plus tôt comme le recommande É. Fournier.

J) L'éducation à l'éthique peut-elle être considérée comme contribuant à une innovation européenne ?

En lien avec les incitations et efforts européens pour développer une innovation qualifiée de « responsable » pour laquelle le mot « éthique » revient largement, nous avons demandé aux personnes auditionnées leur avis sur le fait que l'éducation à l'éthique du numérique puisse participer, et même devenir un levier pour une innovation différente, notamment dans le champ de l'intelligence artificielle.

Les retours des personnes auditionnées s'accordent majoritairement à dire que l'éducation à l'éthique du numérique peut participer à une innovation (dans le sens de création de produits) différente. Cependant, ils mettent en avant de nombreuses nuances et mises en garde.

Pour Alexeï Grinbaum, les conversations, débats, recherches, études sur l'éthique ont déjà une influence sur le travail des ingénieur·e·s dans la mesure où l'on s'inquiète des biais possibles, qu'on les documente et qu'on tente d'y remédier. Si ce souci de l'éthique a eu un effet sur les ingénieur·e·s, on peut présumer qu'il ait déjà mené à l'élaboration de produits différents. Cependant, le but de l'enseignement de l'éthique ne peut être motivé par le fait de devenir un levier d'innovation car l'éthique n'est pas une gestion de risques mais bien une discipline intellectuelle de réflexion.

Raja Chatila met également en garde contre le terme d'innovation. Pour lui, le terme est trop souvent employé pour faire la promotion d'un produit à vendre en refusant les contraintes. Il déclare : « *L'innovation n'est pas une déesse à laquelle tout sacrifier* ». ⁹⁴ Cependant, l'éthique peut permettre une innovation différente en encourageant d'autres types d'innovations

⁹³ Audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 14.

⁹⁴ Audition de R. Chatila, volume d'annexes du mémoire, p. 6.

plus conformes aux valeurs européennes. En ce sens, l'éthique ne doit pas ralentir pas l'innovation mais l'orienter.

Catherine Tessier est dans la même ligne que Raja Chatila et défend que l'éthique n'est pas un obstacle mais qu'au contraire, elle peut mener à aller plus loin du point de vue technique.

Yann Ferguson met en valeur le fait qu'une formation à l'éthique va devenir un vrai plus pour les ingénieur·e·s. En effet, les réglementations européennes sur l'IA vont à courte échéance s'appliquer avec leur lot de normes à mettre en œuvre. La société est elle aussi plus demandeuse de produits plus respectueux de l'environnement, par exemple avec un souci de réparabilité, ou plus respectueux de la vie privée. Ainsi, les ingénieur·e·s capables de concevoir des produits avec des demandes sociales éthiques embarquées seront plus demandé·e·s.

Enfin, Mélanie Gornet souligne l'aspect géopolitique du vocabulaire choisi par une Europe cherchant à différencier ses productions technologiques de celles de ses concurrents américains et chinois. Si M. Gornet travaille à ce que l'éthique compte dans le développement informatique, elle reste sceptique sur la capacité européenne à rivaliser avec la puissance des outils créés par les Gafam.

QUATRIÈME PARTIE

-

La pensée éthique au carrefour de l'essor des techniques de traitement automatisé de l'information et de la crise environnementale. **Quelles conséquences pour la formation à l'éthique du numérique dans l'enseignement supérieur ?**

Chapitre I : Les valeurs et principes éthiques

Mon stage au CNPEN m'a permis de ressentir l'effort collectif de l'institution pour définir et délimiter un nouveau champ de la pensée. En effet, un des paris du CNPEN est de spécifier les particularités de la réflexion éthique dans le domaine numérique par rapport à celui de la bioéthique, afin de s'en démarquer tout en assumant sa filiation. Pour rendre sa démarche visible, le CNPEN a publié en janvier 2022, après ses deux premières années d'existence, un ouvrage collectif intitulé *Pour une éthique du numérique*. Cet ouvrage⁹⁵ propose une série d'articles rédigés par les membres du comité, qui placent les fondations intellectuelles de l'institution, affirment ses ambitions, caractérisent et questionnent son objet d'étude. La question des valeurs éthiques traverse l'ouvrage. Il est question de se demander en quoi l'éthique du numérique remet en question, ou pas, les valeurs utilisées jusqu'à présent par la bioéthique, et quelles sont les valeurs nouvelles propres à l'éthique du numérique. Nous allons dans un premier temps nous appuyer sur les publications du CNPEN et d'autres sources pour traiter des discussions autour des valeurs héritées de la bioéthique. Nous aborderons les valeurs de bienfaisance, d'autonomie et de dignité humaine. Dans un second temps, nous envisagerons les valeurs propres au déploiement des produits numériques sur l'ensemble de leur cycle de vie en nous concentrant sur deux d'entre elles : l'explicabilité et la transparence. Nous finirons cette partie par la mise en avant des recherches d'une ingénieure française qui a travaillé sur les valeurs éthiques dans le cadre d'un projet utilisant de l'apprentissage machine. Sa démarche nous semble pouvoir faire modèle dans le cadre d'un enseignement d'éthique appliquée pour les filières informatiques, que nous développerons dans la partie de recommandations de ce mémoire.

A. La remise en question des valeurs éthiques héritées de la bioéthique.

1. Le principe de bienfaisance

Raja Chatila dans son article *Bioéthique et éthique du numérique : une hybridation paradoxale*⁹⁶, revient sur l'histoire de la bioéthique. Il rappelle que le principe de bienfaisance

⁹⁵ Comité national pilote d'éthique du numérique - *Pour une éthique du numérique*. Coordonné par Éric Germain, Claude Kirchner, Catherine Tessier, PUF, février 2022, ISBN 978-2-13-083348-2

⁹⁶ *Ibid.*, p. 27.

est un héritage du sixième principe du code de Nuremberg, repris par la suite dans les trois principes du rapport Belmont, ainsi qu'un des quatre principes mis en avant par les philosophes américains Childress et Beauchamp⁹⁷, auteurs de *Les principes de l'éthique biomédicale*, un ouvrage de référence pour la pratique médicale. Une fois ces rappels historiques effectués, R. Chatila pose le constat que le principe de bienfaisance, qui enjoint à pratiquer dans le cadre médical ce qui est bénéfique pour le patient, ne pourrait prétendre à la même définition dans le domaine du numérique.

Si l'on conçoit aisément que les traitements médicaux, liés par essence à la vie et à la mort des personnes, se doivent d'être dispensés dans une visée de bénéfice pour le patient, la question du bénéfice est sujette à discussion dans le traitement automatisé de l'information. Les innovations technologiques sont-elles toujours au bénéfice des utilisateurs (l'équivalent des patients en bioéthique) ? Plusieurs membres du comité, dont R. Chatila, soulèvent la question de la finalité des objets numériques et prennent un parti pris courageux, celui de la questionner. Catherine Tessier clôt son article intitulé *Parler du numérique et de son éthique : un questionnement... éthique* par un appel à poser la question du « au nom de quoi » dans les débats éthiques. Elle écrit : « *Si le numérique offre de formidables possibilités, il faut en interroger les techniques, les motivations, les besoins, et savoir identifier au nom de quoi, de quelle valeur, de quel principe, de quel besoin, est conçu un objet numérique. Car il n'est pas certain que la bienfaisance envers l'humanité soit toujours le moteur principal de sa conception et de sa diffusion dans la société.* »⁹⁸ Poser la question de la raison d'être de l'objet est presque tabou tant le secteur numérique a fait de l'innovation son moteur de développement économique.

Poser la question du pourquoi implique, selon Raja Chatila, de privilégier la grille de lecture éthique déontologique sur la grille conséquentialiste car, selon lui, les traditions éthiques ne sont pas également capables d'envisager et de traiter la question de la finalité des objets. Il regrette qu'au niveau européen, la grille conséquentialiste semble avoir été privilégiée alors que le HLEG⁹⁹ avait formulé préalablement sept exigences pour guider la conception des systèmes à base d'IA qui découlaient d'une vision déontologique. La conception déontologique, défendue par R. Chatila, sous-entend que des choses puissent être interdites par principe par la loi si elles sont reconnues non vertueuses, comme par exemple incompatibles avec la notion de dignité humaine comme l'ordonne l'impératif kantien : « *Agis de façon telle que tu traites l'humanité, aussi bien dans ta personne que dans toute autre, toujours en même temps comme fin, et jamais simplement comme moyen* ». C'est ainsi que le clonage humain a été interdit au niveau mondial¹⁰⁰. À l'inverse, pour les défenseurs de l'éthique conséquentialiste, il n'y a pas

⁹⁷ Thomas Beauchamp, James Childress, *Principles of Biomedical Ethics*, New York, Oxford University Press, 2012, 7^e éd.

⁹⁸ C. Tessier, « Parler du numérique et de son éthique : un questionnement... éthique », dans CNPEN, *Pour une éthique du Numérique*, op. cit., p.105.

⁹⁹ Groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle en français (IA HLEG). Les sept exigences citées sont : l'action humaine et le contrôle humain, la robustesse technique et sécurité, le respect de la vie privée et gouvernance des données, la transparence, la diversité, non-discrimination et équité, le bien-être sociétal et environnemental et la responsabilité.

¹⁰⁰ Le clonage humain a été interdit par l'Assemblée générale des Nations Unies le 8 mars 2005. Cependant, cette déclaration est non contraignante. À l'heure actuelle, aucun pays n'autorise formellement le clonage mais tous n'ont pas de lois s'y opposant, ce qui crée un flou juridique.

de bonnes ou mauvaises actions a priori, c'est le différentiel entre leurs conséquences positives et négatives qui définit la valeur morale, ou la conformité si l'on parle d'objets. R. Chatila pointe le fait que l'éthique conséquentialiste choisie par la Commission européenne évacue la question de la finalité en se focalisant sur l'évaluation des processus. En effet, l'analyse des conséquences que peut recouvrir un objet technique ne pose pas la question de la désidérabilité de l'objet lui-même.

Ce questionnement sur la bienfaisance, c'est-à-dire sur la finalité d'une invention doit-elle être posée dans l'enseignement de l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s ?

Selon le manifeste du The Shift Project, elle doit l'être mais selon un modèle bénéfices-risques basé sur une logique de soutenabilité environnementale, qui sous-entend de bannir certaines innovations si elles ne sont pas justifiables au regard de la pollution qu'elles engendrent : « *renoncer aux technologies zombies qui sont incompatibles avec les enjeux car elles utilisent des ressources non-renouvelables (énergies fossiles et matériaux limités), elles sont obsolètes (durabilité minimale en état de marche) et encombrantes sous forme de déchet (durabilité maximale sous forme de déchet). Par exemple, certaines technologies numériques (6G, domotique généralisée...)* ». ¹⁰¹

L'ouvrage de Fanny Verrax et Laure Flandrin, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?* invite également à poser la question de la finalité. Les autrices mettent en avant « l'éthique de la responsabilité » dans la lignée de la pensée d'Hans Jonas.

« L'éthique de la responsabilité » tourne le regard vers le futur et propose d'endosser nos responsabilités non pas uniquement pour les actions déjà accomplies mais pour celles qui devront l'être. Hans Jonas revisite l'impératif kantien et le reformule en une maxime appropriée aux enjeux de notre temps : « *Agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la Permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre.* » ¹⁰² Cette maxime revisitée, contrairement aux apparences, est de type conséquentialiste, car elle prévient des conséquences à venir, mais avec un fondement téléologique. Elle diffère aussi de la déontologie kantienne dans la mesure où l'intention de l'agent n'est plus l'étalon de la décision éthique. En effet, le développement technologique humain a atteint un stade où la technique s'est constituée en réseaux. Dans ce contexte, les intentions d'un agent, même vertueuses, peuvent se transformer en catastrophe car l'échelle de déploiement du numérique et sa structure réseautique rendent impossible d'envisager toutes les conséquences d'une action. Selon Hans Jonas, au regard de la puissance de la technique moderne, l'ingénieur·e devrait régler son action sur le pire des scénarios et non sur les scénarios les plus optimistes. Il appelle à une « heuristique de la peur » ¹⁰³ ayant pour but d'anticiper les conséquences de nos inventions afin d'éviter le pire. F. Verrax et L. Flandrin attirent l'attention des ingénieur·e·s sur leurs responsabilités vis-à-vis des générations futures mais prennent soin de la prolonger à toute la communauté sociale. Elles

¹⁰¹ The Shift Project, *Former l'ingénieur du XXI^e siècle*, Manifeste (2022), p. 80.

¹⁰² J. Hans, *Le Principe responsabilité*, trad. fr. J. Greisch, Paris, Les éditions du Cerf, 2013, (reprise de l'édition de 1995), p. 40.

¹⁰³ *Ibid.*, p. 65.

écrivent : « Pour autant, la mise en œuvre du principe de responsabilité ne va pas de soi et la technique est un sujet trop important pour être laissée aux seuls techniciens, ingénieurs et industriels. Comme l'éthique économique, l'éthique des techniques ne concerne jamais seulement les ingénieurs et engage le niveau de la responsabilité collective. »¹⁰⁴. Pour parvenir à cette responsabilité collective, elles en appellent à une démocratie technique où les orientations technologiques pourraient être discutées dans l'espace social et où l'ingénieur·e serait un·e citoyen·ne responsable faisant le lien entre la société et les sciences.

Selon les textes que nous venons d'évoquer et dans la majorité des auditions d'enseignant·e·s menées, la question de l'utilité est clairement mise en avant. Mais si son besoin se fait entendre, cette question reste problématique car elle peut percuter certains intérêts économiques. Cependant, la période de crise environnementale et systémique que nous traversons entraîne de profondes remises en question et oblige les entreprises à se repositionner. Ainsi, la question de l'utilité sera-t-elle peut-être plus forte à l'avenir ? En attendant, R. Chatila souligne à regret que les écoles ne sont pas structurées à l'heure actuelle pour permettre aux futur·e·s ingénieur·e·s de se poser des questions telles que : À quoi ce que je fais va-t-il servir ? A-t-il une plus-value sociale ? Qu'apporte-t-il par rapport à ce qu'il y avait avant ?

Nous abondons dans le sens de R. Chatila à la lumière du phénomène de fronde qui apparaît de plus en plus fortement dans les écoles d'ingénieurs. Si la question du sens est pour cette génération une nécessité, l'aborder dans les formations semble être un devoir, autant moral que stratégique.

2. Le principe d'autonomie

Longtemps réservé à l'humain, le concept d'autonomie est aussi utilisé pour qualifier des machines fortement automatisées comme les robots et leurs fonctionnalités. Ce changement bouleverse en profondeur une humanité obligée de repenser ses fondamentaux et de s'adapter en très peu de temps à une approche radicalement nouvelle de son lien à la technique.

Fanny Verrax et Laure Flandrin dans *Quelle éthique pour l'ingénieur ?* se penchent sur notre rapport à la technique et écrivent : « Les objets techniques déjà utilisés par nos ancêtres (un couteau de cuisine, un instrument de musique, une machine à coudre, etc.) partagent tous une double caractéristique : l'humain qui utilise l'objet doit apprendre à s'en servir et améliore sa compétence en le faisant, tandis que l'objet reste inchangé (une guitare ne devient pas une meilleure guitare parce qu'elle a été utilisée pour de nombreux concerts ; son utilisateur, en revanche, devient meilleur guitariste). Aujourd'hui, les systèmes embarqués et certains outils informatiques présentent le profil inverse : le temps d'apprentissage de l'utilisateur est minime, alors que la technologie s'améliore au fur et à mesure qu'elle est utilisée, si bien que les machines apprennent à utiliser et à gérer les humains comme les humains ont appris pendant des siècles à se servir des machines. »¹⁰⁵ L'argument des autrices souligne que le rapport traditionnel à l'outil crée une encapacitation du sujet qui tend à disparaître avec les outils

¹⁰⁴ F. Verrax, L. Flandrin, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?*, Éd. Charles Léopold Mayer, 2019. p. 148.

¹⁰⁵ *Ibid.*, p. 154.

technologiques. Nous pourrions arguer que si la technologie s'améliore, c'est bien du fait d'humains qui y travaillent et que ce travail leur permet de développer de nouvelles compétences. Ainsi et afin de respecter les diverses positions, il est important dans cette réflexion de séparer l'encapacitation des utilisateur·rice·s de celle des concepteur·rice·s.

Nous allons nous intéresser aux distinctions opérées par F. Verrax et L. Flandrin pour penser la notion d'autonomie des utilisateur·rice·s. La catégorisation qu'elles utilisent est issue des travaux de Bruno Gransche qui propose de distinguer plusieurs niveaux d'autonomie : l'autonomie opérationnelle, l'autonomie stratégique et l'autonomie normative.

Les autrices s'appuient, pour illustrer ces niveaux, sur l'exemple du véhicule dit autonome.¹⁰⁶ L'autonomie normative est la capacité de choisir la finalité d'une action. Dans le cas de la voiture autonome, cela revient au choix du lieu où le passager désire se rendre. L'autonomie stratégique correspond au choix des stratégies pour réaliser cette finalité, dans notre cas, le choix du mode de transport. L'autonomie opérationnelle correspond au choix des moyens, par exemple le choix des routes. Dans le cas où l'automobiliste utilise un GPS pour se diriger et est assisté par un logiciel d'intelligence artificielle participatif, le conducteur « délègue »¹⁰⁷ au logiciel son autonomie opérationnelle. Dans le cas de la voiture autonome, il « délègue », en plus de son autonomie opérationnelle, son autonomie stratégique. Enfin, si nous imaginons la possible existence d'un véhicule réellement autonome, dans le sens où, comme les humains, il serait doté d'une volonté propre – ce qui ne semble pas être l'objectif de l'objet, ni même possible – il perdrait également son autonomie normative. Le véhicule pourrait alors refuser de prendre telle route pour son propre bien, car trop cabossée par exemple. Nous voyons donc que l'utilisation d'un outil d'assistance fait perdre à l'utilisateur une part plus ou moins importante de son autonomie sur l'action de conduire.

Du point de vue de l'utilisateur, la question principale est finalement de savoir si la perte partielle de son autonomie lui confère un bénéfice autre ou pas ? Sur le marché du travail, un nombre grandissant de secteurs et de fonctions se trouvent mis en péril. Ainsi, des débats sont en cours dans le milieu de la médecine, de plus en plus enclin à avoir recours à des logiciels d'aide au diagnostic ou d'aide à la décision qui posent, entre autres, la question de la responsabilité du médecin, et parfois même de son utilité, comme par exemple dans le domaine de la radiologie. Aux États-Unis, le débat fait rage dans la sphère judiciaire où l'utilisation d'algorithmes d'aide à la décision, prenant en compte la probabilité de récurrence, inquiète les praticiens sur le sens même de leur pratique et mène à certaines formes de discrimination comme le met en valeur l'ouvrage de Cathy O'Neil, *Algorithmes : la bombe à retardement*.¹⁰⁸ S'il est certain que l'automatisation a toujours mis en péril des catégories d'emplois, la différence avec l'intelligence artificielle est qu'étrangement, pour la majorité des gens, la décision automatique apparaît moins susceptible d'erreur que la décision humaine. Cette

¹⁰⁶ *Ibid.*, p. 154-157.

¹⁰⁷ Le terme « délèguer » est remis en question et déconseillé dans l'avis n°2 du CNPEN intitulé *Le « véhicule autonome » : enjeux d'éthique*, p. 9.

¹⁰⁸ C. O'Neil, *Algorithmes : la bombe à retardement*, trad. fr. S. Marty, France, Les Arènes, décembre 2018, p. 133-162.

confiance à l'égard des machines conduit les humains à remettre en question leur propres capacités.

La question de la possibilité pour les humains de conserver leurs compétences cognitives et décisionnelles s'ils ont moins d'occasions de les mobiliser se pose aujourd'hui. En avril 2021, le CNPEN recommande dans son second avis sur le « véhicule autonome » d'adapter « *la formation au permis de conduire de l'utilisateur d'un véhicule à conduite automatisée non supervisé après avoir mené des études sur les compétences requises, les capacités effectives d'action, les informations pertinentes, l'interface humain-machine appropriée, et plus généralement sur la conception de l'habitacle.* »¹⁰⁹ Il apparaît donc que, contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, l'utilisation d'un « véhicule autonome » ne sera d'aucun secours pour les personnes ne disposant pas d'un permis ou étant peu à l'aise à la conduite, ni pour ceux ou celles qui souhaiteraient lâcher la route des yeux pour regarder un bon film. Si un permis est imposé pour que l'humain puisse toujours intervenir en dernier ressort, on peut se demander d'autre part quelles sont les compétences nécessaires pour reprendre le contrôle d'un véhicule. Sont-elles différentes de celles nécessaires pour conduire le véhicule ? L'aptitude à la conduite se perd-elle ? Si oui, au bout de combien de temps ? Ces questions placent l'autonomie dans sa logique processuelle.

Un article de Laurène Mazeau, intitulé « *Intelligence artificielle et responsabilité civile : Le cas des logiciels d'aide à la décision en matière médicale* », montre les points de jonction entre utilisateur·rice·s et concepteur·rice·s sur le terrain liant autonomie et responsabilité juridique. Plus l'automatisation est reconnue, plus la responsabilité d'un dysfonctionnement peut être imputée à ceux et celles qui ont produit les outils. A contrario, moins elle est reconnue, plus elle peut être imputée aux utilisateur·rice·s qui utilisent le produit. Le degré d'autonomie laissée aux utilisateur·rice·s est donc crucial en terme de responsabilité. Ainsi, il existe de nombreuses règles et nuances pour répartir les niveaux d'autonomie. Par exemple, le fait que la prise de décision se distingue de l'automatisme. Laurène Mazeau écrit : « *Si une action est demandée à chaque instant à l'utilisateur, nous serons alors en présence d'un processus d'aide à la décision. L'utilisateur doit valider toutes les commandes mises en entrée du système. En d'autres termes, le processus d'aide à la décision propose et l'utilisateur dispose. En revanche, si l'utilisateur n'intervient que de façon ponctuelle, le processus pourra être considéré comme automatisé, régulé. Le processus global ne nécessite pas d'intervention humaine pour évoluer.* »¹¹⁰ La différence entre « à chaque instant » et « ponctuelle » peut être tenue et apparaît parmi d'autres distinctions comme une zone grise dans laquelle pourront justement s'insérer des questions d'ordre éthique.

La formation éthique à la valeur d'autonomie à destination des ingénieur·e·s, c'est-à-dire vers ceux et celles qui créent les produits numériques tout en étant utilisateur·rice·s, et en restant citoyen·ne·s, nous semble intervenir à plusieurs niveaux.

¹⁰⁹ CNPEN, « Le « véhicule autonome » : enjeux d'éthique », avis n°2, 2021, p. 6.

¹¹⁰ MAZEAU Laurène, « Intelligence artificielle et responsabilité civile : Le cas des logiciels d'aide à la décision en matière médicale », *Revue pratique de la prospective et de l'innovation*, 2018, 1, p. 38-43.

D'une part, dans un souci à l'égard des utilisateur·rice·s et donc dans une perspective sociale large, comme le recommandent F. Verrax et L. Flandrin, qui ont listé une série de questions à poser aux étudiant·e·s à ce propos que nous retranscrivons ici car elles nous paraissent tout à fait adéquates : « *En quoi l'objet, la machine, le programme que je suis en train de concevoir ou de développer changent-ils le monde dans lequel nous vivons ? Ce nouveau monde est-il plus désirable ? En fonction de quels critères ? L'objet, la machine, le programme que je suis en train de concevoir ou de développer se substituent-ils à l'autonomie humaine ? Et plus précisément, à quel type d'autonomie (opérationnelle, stratégique, normative) ?* »¹¹¹ Nous ajouterions à ces questions celle du droit à l'indétermination, qui débouche sur celui de pas choisir, de ne pas agir. La littérature existante sur la voiture autonome ne semble que très rarement prendre en compte le cas des utilisateur·rice·s qui ne veulent aller nulle part en particulier. La grande littérature nous en offre en revanche de nombreux exemples, des « road trip » de Jack Kerouac à ceux de Jim Harrison. La littérature nous offre aussi un exemple magnifique d'indétermination à travers le personnage du scribe Bartelby d'Herman Melville qui a marqué des générations de lecteur·rice·s par sa résistance passive à travers sa célèbre réplique « I would prefer not to ».

D'autre part, il nous semble important de faire le pont entre les questionnements de type sociétaux et philosophiques que nous venons d'interroger et les activités professionnelles des ingénieur·e·s, qui ont leur propres normes et acceptations du mot « autonomie ». Les machines « autonomes » sont amenées à se multiplier et les problèmes éthiques qu'elles poseront possiblement aux ingénieur·e·s seront toujours dans une zone grise. S'exercer à lier les problématiques sociétales à la pratique technique, par exemple au cours d'un projet, nous paraît à même d'inscrire le questionnement éthique des étudiant·e·s sur le long terme.

Nous aimerions clore cette partie sur une autre approche pédagogique possible de la notion d'autonomie qui s'appuierait sur un questionnement terminologique. En avril 2021, le CNPEN publie son second avis sur le « véhicule autonome ». Sa première préconisation est d'adopter l'appellation de « *véhicule à conduite automatisée* » dans les textes réglementaires plutôt que « *véhicule autonome* ».

Selon le comité, le terme « autonome », hérité du domaine de la robotique peut, utilisé dans la sphère sociale généraliste, générer une confusion entre les facultés humaines et les capacités des machines en les mettant sur un plan équivalent, ce qui revient à opérer une erreur ontologique. Le comité pointe en outre le risque qu'un discours inexact mène à des émotions injustifiées. Il écrit : « *Cette ambiguïté est susceptible de produire des craintes ou des malentendus et de créer des attentes infondées : une entité « autonome », au sens étymologique, serait imprévisible par nature, prendrait « d'elle-même » des « initiatives » ou « déciderait » d'elle-même.* »¹¹² Or, les véhicules « autonomes » ne « décident pas », ils répondent aux instructions d'un programme ayant été codé par un humain. La deuxième idée mise à mal par le choix d'une expression mal appropriée serait la moralité elle-même, en tant que celle-ci est

¹¹¹ F. Verrax, L. Flandrin, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?*, op. cit., p. 157.

¹¹² CNPEN, « Le «véhicule autonome» : enjeux d'éthique », avis n°2, 2021, p. 9.

une faculté strictement humaine. Rendre possible de « *projeter de la moralité* » sur une machine reviendrait à laisser le grand public se tromper et effectuer une anthropomorphisation mensongère de la technique. Le troisième concept mis à mal serait celui de responsabilité car, considérer qu'une voiture à conduite automatisée peut être un agent moral, revient à penser qu'elle pourrait être responsable d'un accident. Or, jusqu'à présent, seules les personnes peuvent être jugées responsables de leurs actes. Ces différentes raisons ont poussé le comité à formuler « *le besoin de soustraire le véhicule à conduite automatisée à de telles projections à travers une mise en récit explicitement différente de celle qui caractérise les accidents impliquant des conducteurs humains.* »¹¹³

Nous le voyons, la position du CNPEN s'attache à maintenir intacte la distinction entre l'humain et la machine et s'y emploie à travers le langage. Si le langage reste une propriété humaine, il convient de considérer ce que sa torsion pourrait produire de façon négative ou trompeuse sur l'humain. Soulignons que le choix de l'emploi de mots précis et justes pour qualifier ce que l'on veut qualifier est en soi une démarche d'autonomie intellectuelle.

Nous proposons dans les paragraphes suivants une prise de position différente de celle du CNPEN en considérant d'un point de vue rhétorique l'effet du choix des mots liés à l'autonomie sur le grand public. Nous nous appuyons sur une thèse réalisée par Céline Pieters intitulée *The words of Robotics: a Rhetorical Approach*.¹¹⁴ L'approche rhétorique nous semble particulièrement pertinente pour analyser la « *mise en récit* » différente demandée par le CNPEN, car comme science de la persuasion, la rhétorique admet que le langage ne peut décrire une chose « objectivement » (vision idéaliste) mais ne produit qu'une description située en fonction de l'auditoire à convaincre.

S'appuyant sur le travail d'Yves Jeanneret, spécialisé en sciences de l'information et de la communication, C. Pieters montre que la référence aux mythes a toujours été mobilisée dans le domaine de la robotique et de l'IA, non par simple facilité pour sa vulgarisation, mais comme étalon de l'ambition même de la discipline. Elle cite Yves Jeanneret : « [...] *chaque article se place ouvertement dans la perspective du discours mythique, qu'il vise à s'en faire l'écho ou à le contester. [...] La discipline tire son ambiguïté, mais aussi son prestige, de ce lien au mythe. C'est d'ailleurs le mythe qui peut expliquer pourquoi nous finançons des recherches hautement spéculatives qui, pourtant, ne doivent pas être considérées comme un acte gratuit.* »¹¹⁵ Le fantasme de la pleine autonomie, dans le cas de l'intelligence artificielle, est selon l'auteur constitutive de la discipline. Si les méthodes scientifiques se doivent d'être rigoureuses et sans affect, la motivation des scientifiques à travailler sur un sujet est formée sur une série de passions, d'idées sur le monde, parfois d'idéologies et de stratégies diverses pour faire émerger

¹¹³ *Ibid.*, p. 12.

¹¹⁴ C. Pieters, *The words of robotics: a rhetorical approach*, Thèse de doctorat, INSA de Toulouse, Université libre de Bruxelles, 2020. English. (NNT : 2020ISAT0026)

¹¹⁵ *Ibid.*, p. 56. Traduit de l'anglais : « “[...] *each article openly places itself in the perspective of the mythical discourse, whether it aims to echo or to contest it. [...] The discipline derives its ambiguity, but also its prestige, from this bond to the myth. Moreover, it is the myth that can explain why we fund highly speculative research that, yet, is not to be considered as a gratuitous act.*”

un champ. Ainsi, la technique n'est jamais neutre et l'on pourrait arguer au CNPEN que le mot « autonome » reflète assez honnêtement les ambitions d'un secteur. Mais peut-être est-ce justement à cet endroit que le CNPEN entend protéger le vocabulaire des utilisateur·rice·s des fantaisies de ses créateur·rice·s ou du marketing de ses promoteur·rice·s ?

Céline Pieters poursuit et énonce deux stratégies rhétoriques courantes, celle du sensationnalisme et celle de la neutralité. Ces deux stratégies incarnent des positions antagonistes mais postulent finalement la même référence au mythe dans la robotique. Si l'on suit le raisonnement de C. Pieters, l'appellation de « véhicule à conduite automatisée » défendue par le CNPEN ferait partie de ce que l'on nomme une stratégie de la neutralité. Les éléments troubles ou potentiellement émotionnels du langage sont expurgés et remplacés par une expression technique qui s'apparente à une simple description. Le vocabulaire technique employé produit un effet d'objectivité, basé sur une conception des sciences et des mathématiques dégagée des émotions et du langage parlé, objective en somme. L'écueil de cette stratégie du neutre selon C. Pieters est de rendre le débat caduc. Elle écrit : « *Les données et les faits apparaissent d'abord comme pouvant clore le débat et "parler d'eux-mêmes" (s'ils sont donnés à des personnes capables de les comprendre, tout le monde sera alors d'accord sur ce qu'ils signifient)*¹¹⁶. » En d'autres termes, l'appellation « véhicule à conduite automatisée », en faisant disparaître le terme « autonome », pourrait clore les débats sur cette valeur. C. Pieters place son analyse des termes au carrefour de plusieurs épistémologies et évoque « l'épistémologie populaire » qu'elle définit comme la manière dont la population générale évalue « *les notions épistémiques et les processus impliqués dans cette évaluation et s'intéresse aux principes et présupposés tacites qui sous-tendent et guident nos pratiques cognitives et linguistiques quotidiennes.* »¹¹⁷ Ainsi, dans le cas de la différence entre « voiture autonome » et « voiture à conduite automatisée », nous pourrions déceler une segmentation entre deux types de connaissance et de publics, la connaissance scientifique et la connaissance non-scientifique. Selon Céline Pieters, la stratégie du neutre aurait pour effet d'écarter les non-spécialistes. Ainsi la « mise en récit » différente réclamée par le CNPEN pourrait éloigner les utilisateurs du problème de leur autonomie. En outre, nous pourrions émettre l'hypothèse que, loin d'être une erreur de langage, ou une reprise brute des vues d'une industrie ayant intérêt à vendre du rêve concernant l'autonomie de l'IA, le discours sensationnaliste adopté par la couche populaire soit une forme de répétition cathartique exprimant une angoisse de dépossession d'ordre émotionnelle et politique.

Notre objectif est de montrer que la discussion autour de la terminologie est loin d'être un sujet anecdotique et pourrait être reprise dans l'enseignement. La préconisation du CNPEN d'affirmer la terminologie comme une question éthique et de s'employer à repenser activement l'utilisation du vocabulaire lorsque des nouveaux champs d'interprétation émergent, nous semble être une démarche réflexive nécessaire à l'exercice du libre arbitre et de l'autonomie

¹¹⁶ *Ibid.*, p. 59. Traduit de l'anglais : « Data and facts appear at first as being able to close the debate and to "speak for themselves" (if they are given to people that can understand them, everyone will then agree on what they mean). »

¹¹⁷ *Ibid.*, p. 56. Traduit de l'anglais : « *the folk epistemology is concerned with the tacit principles and presuppositions that underlie and guide our everyday cognitive and linguistic practices* [Gerken 2017] »

intellectuelle. Cependant, la prise de position de C. Pieters selon laquelle la stratégie de la neutralité induit « *des hypothèses implicites sur le langage qui soutiennent une conception erronée du langage et de la rationalité, et contraignent les scientifiques eux-mêmes dans leur utilisation des mots* »¹¹⁸ nous semble également digne d'intérêt. En effet, trancher sur un vocabulaire au moment où celui-ci outille une problématique sociale intense ne peut que dépasser la simple recherche du vocabulaire adéquat. Dans le cadre de l'enseignement, cette controverse nous semble une manière alternative intéressante d'ouvrir le sujet de l'autonomie humaine en attirant à dessein l'attention sur la question du narratif. En effet, les nouvelles technologies regorgent de termes discutables, tels qu'intelligence artificielle, réalité augmentée, téléphones intelligents... La question soulevée par l'avis n°2 du CNPEN : Convient-il d'utiliser « *pour qualifier les capacités des systèmes informatiques fondés sur l'intelligence artificielle et la robotique, des termes explicitement différents de ceux qui sont utilisés pour qualifier les facultés humaines* » ?¹¹⁹ nous semble pour cela particulièrement riche.

3. La dignité humaine

Dans leur article intitulé *La parole des agents artificiels : questions éthiques*,¹²⁰ Laurence Devillers et Alexei Grinbaum reviennent sur les réflexions qu'ils ont menées au sein du groupe de travail qui a donné lieu à la publication de l'avis n°3 du CNPEN intitulé *Agents conversationnels et enjeux d'éthique*, initié sur saisine du Premier ministre français en 2019 et rendu public en septembre 2021.

Un exemple développé dans cet avis a particulièrement marqué les esprits. Il s'agit de l'évocation des « deadbot ». Un « deadbot » est un robot conversationnel qui imite la parole et, dans les cas les plus avancés, l'aspect d'une personne décédée, à partir des données accumulées de son vivant. Laurence Devillers et Alexei Grinbaum mentionnent que la société Microsoft a déposé un brevet « combinant un *deadbot* et un agent conversationnel de type transformateur »¹²¹. Le sujet est assez nouveau, sauf peut-être pour les amateurs de la fameuse série noire d'anticipation *Black Mirror*, qui a sorti un épisode sur ce thème en 2013, mettant en scène une jeune femme vivant avec un robot aux traits de son ex-compagnon.¹²² L'avis du CNPEN nous ramène au fait que ces questions ne sont plus de l'ordre de la fiction.

À travers l'exemple du « deadbot », L. Devillers et A. Grinbaum interrogent la valeur de dignité humaine de façon nouvelle et affirment que les questions éthiques que poseront les avatars numériques à l'avenir n'en sont qu'à leur début. Face au « deadbot », ils évoquent deux types de réactions : ceux pour qui le « deadbot » ne serait qu'une version moderne des

¹¹⁸ *Ibid.*, p. 60. Traduit de l'anglais : « *In addition, this posture brings implicit assumptions about language that support an erroneous conception of language and rationality, as well as constraining the scientists themselves in their use of words.* »

¹¹⁹ CNPEN, « Le «véhicule autonome» : enjeux d'éthique », avis n°2, 2021, p. 9.

¹²⁰ A. Grinbaum, L. Devillers, « La parole des agents artificiels : questions éthiques », CNPEN, *Pour une éthique du Numérique*, *op. cit.*, p. 185.

¹²¹ Un transformateur est un type d'architecture de réseau neuronal.

¹²² Owen Harris, « *Be Right Back* », *Black Mirror*, épisode 1, saison 2, première diffusion le 11 février 2013 sur Channel 4.

enregistrements, vidéos, photographies, ou tout procédé ayant pour objectif de garder trace des personnes à travers le temps ; et ceux pour qui cette invention nuit à la dignité humaine et devrait être interdite. Une différence est à noter par rapport aux enregistrements que nous connaissons : le « deadbot » n'est pas limité à la répétition de paroles prononcées par la personne mais en crée. C'est cette capacité de création qui pose de nouvelles questions. Est-il acceptable de faire endosser à une personne décédée des propos qu'elle n'aurait jamais tenus de son vivant ? Comme le rappellent Christine Froidevaux et Gilles Adda dans leur article « Regards croisés sur la cybernétique et la bioéthique », « *le droit à l'oubli pour ses données personnelles (effacement de données numériques) est fondamental pour préserver la dignité de la personne dans le temps*¹²³. »

Les exemples de réflexion quant à la valeur de dignité humaine dans le cadre de déploiements numériques ne manquent pas. Si cette valeur est très souvent convoquée en lien avec l'« augmentation » de l'être humain avancée par les post et transhumanistes, des problématiques apparaissent dans des domaines bien plus quotidiens, tel que le travail. Des logiciels de commande vocale sont de plus en plus utilisés dans le commerce pour la logistique. Les magasinier·ère·s reçoivent leurs ordres d'un logiciel de gestion possédant une voix de synthèse leur indiquant les actions à accomplir, déplacer tel objet à tel endroit par exemple. Articles de presse et documentaires¹²⁴ relatent la souffrance de ces employé·e·s qui se sentent quasiment réduit·e·s à l'état de robot. Si le film de Charlie Chaplin, *Les temps modernes*, dénonçait dès 1936 un travail à la chaîne déshumanisant, le supérieur hiérarchique restait une personne. L'interaction humain-machine pose également question dans le soin à la personne. Est-ce traiter dignement une personne malade que de réduire au maximum les contacts interpersonnels qu'elle peut avoir avec les soignant·e·s et les remplacer par des interactions avec des robots ? L'augmentation du télétravail voit fleurir quant à lui un nouveau type de contrôle sur les employé·e·s. L'entreprise Microsoft a, sous le tollé de l'opinion publique, cessé de proposer l'outil « productivity score » qui mesurait le temps de présence des travailleur·euse·s derrière leurs écrans pour le remplacer par un outil nommé « adoption score » plus respectueux de la confidentialité des données des employé·e·s vis-à-vis de leurs employeur·euse·s.

Or, la dignité humaine est le premier principe de la charte des droits fondamentaux de l'Union européenne sur lequel le « Règlement du parlement européen et du conseil établissant des règles harmonisées concernant l'intelligence artificielle¹²⁵ » se fonde. Ainsi, si l'approche européenne de l'intelligence artificielle a pour ambition de créer une technologie à l'image de ses valeurs, la valeur de dignité est la première à observer. C'est également le cas au niveau du

¹²³ G. Ada, C. Froidevaux, « Regards croisés sur la cybernétique et la bioéthique », CNPEN, *Pour une éthique du Numérique*, op. cit., p. 46.

¹²⁴ Voir par exemple : C. Quignon, « Dans les entreprises, l'essor du management par les algorithmes », *Le Monde*, publié le 20 février 2022 à 17h00 https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/02/20/dans-les-entreprises-l-algorithme-prend-la-direction_6114517_3234.html.

¹²⁵ Commission européenne (2021), « Proposition de Règlement du parlement européen et du conseil établissant des règles harmonisées concernant l'intelligence artificielle (Législation sur l'intelligence artificielle) et modifiant certains actes législatifs de l'Union », (2021/0106 (COD), avril 2021, Bruxelles.

droit international. Un article du groupe d'études géopolitiques¹²⁶ rappelle que la Déclaration universelle des droits de l'Homme qualifie la dignité humaine comme étant « *le fondement de la liberté, de la justice et de la paix dans le monde.* »¹²⁷

Raja Chatila, dans l'audition que nous avons menée, rappelle la primauté de cette valeur dans la hiérarchie des valeurs de tout projet et déclare : « *La dignité humaine n'est pas un concept algorithmisable. Les notions de « machine ethics » ou « d'éthique artificielle » sont un non-sens. Ça n'existe pas parce qu'on ne peut pas définir ce qu'est la dignité humaine à une machine. On ne peut pas dire la dignité c'est : a, b, c, d... La dignité est un concept intrinsèquement flou et qui doit le rester. Car, dès lors qu'on commence à définir la dignité humaine, on la limite. Je pense que partir de la dignité est une très grande source de richesse pour envisager la manière dont les êtres humains doivent agir entre eux, de manière kantienne et non utilitariste. Énumérer les valeurs n'est pas simple. Il faut partir de la dignité et les laisser couler en fonction du contexte.* »¹²⁸

Si l'on suit les recommandations de R. Chatila, trois enseignements se dessinent : un développement de la notion de « concept flou », une sensibilisation à la hiérarchisation des valeurs et un enseignement philosophique sur le déontologisme. Cependant, il semble que ces trois points de contenus pédagogiques demandent l'acquisition de nombreuses notions philosophiques préalables pour être réellement assimilés. En effet, la hiérarchisation des valeurs sous-entend d'avoir approché en amont différentes valeurs, privilégier le déontologisme sous-entend de le comparer à d'autres familles de l'éthique, enfin l'importance du flou en philosophie est un débat philosophique de fond, qui a été traité, par exemple, par Chaïm Perelman¹²⁹. Or, la majorité des personnes auditionnées relèvent l'inefficacité d'entrer de but en blanc dans le dur des théories philosophiques devant un auditoire d'ingénieur·e·s dans le cadre de formations à l'éthique courtes (3 à 12 heures de cours maximum), et recommandent de privilégier une démarche appliquée en lien avec les activités des étudiant·e·s. Comment donc aborder efficacement une notion philosophique et éthique si vaste, si culturellement ancrée dans nos sociétés, si volontairement floue, sans devoir aller trop loin dans les théories philosophiques relatives à la dignité humaine ?

Il nous semble que la dignité humaine doit, plus encore que pour les autres valeurs éthiques, être reliée au corps et aux émotions. La beauté de cette notion est qu'elle est chevillée à nos corps, comme vecteur de nos existences et comme essence de notre présence au monde. Cette sensation est instinctive. Réveiller cet instinct est ce que fait Emmanuelle Danblon dans son cours de rhétorique à l'Université de Bruxelles lorsqu'elle invite ses étudiant·e·s à passer

¹²⁶ G. Le Moli, « IA vs dignité humaine : quand la sous-performance humaine est légalement requise », *La revue européenne du Droit*, 2022, n°4, p. 122-128.

¹²⁷ « Considérant que la reconnaissance de la dignité inhérente à tous les membres de la famille humaine et de leurs droits égaux et inaliénables constitue le fondement de la liberté, de la justice et de la paix dans le monde. » Assemblée générale des Nations unies. (1948). *Déclaration universelle des droits de l'Homme* (217 [III] A). Paris, Préambule, § 1.

¹²⁸ Audition de Raja Chatila, volume d'annexes du mémoire, p.5.

¹²⁹ Voir par exemple : C. Perelman, « L'usage et l'abus des notions confuses », *Logique et Analyse*, 1978, n° 81, p. 3-17.

par l'émotion pour donner chair à des notions confuses¹³⁰. Afin de comprendre une valeur abstraite, elle recommande de penser à son opposé. Ainsi, plutôt que de tenter de définir la dignité humaine, penser à la traite humaine concernant le trafic d'organes ou aux réseaux de prostitution de femmes mineures, fait ressentir immédiatement la charge de cette valeur éthique, ainsi qu'une honte caractéristique ressentie quant à la capacité humaine à l'inhumanité. Thierry Ménissier aborde cette présence au monde dans un jeu intitulé *Be human in the chaos*, qui permet aux joueurs d'incarner des persona, telles que des « objets connectés », des « humains augmentés » ou des « animaux protégés », afin de réfléchir en mouvement à la notion d'humanité dans un monde ultra technicisé. Les stages ouvrier-ingénieur sont également des terrains propices pour développer le souci du respect de la dignité humaine. Si un·e ingénieur·e est amené·e à éprouver sur le terrain les gestes qu'il ou elle aurait commandés à d'autres, on peut s'attendre à ce que le respect de la personne soit plus aisément pris en considération dès la conception. Cette approche nous semble à même d'introduire et de développer la valeur de dignité humaine.

B. Les principes propres à l'éthique du numérique et à l'éthique de l'IA

Les principes que nous allons évoquer viennent pour la plupart de textes réglementaires relatifs à l'éthique de l'IA. Dans cette partie, nous ne trancherons pas la question de la différence ou l'équivalence entre l'éthique du numérique et l'éthique de l'IA qui demanderait un débat large entre spécialistes ; nous nous contenterons de considérer l'éthique de l'IA comme une part de l'éthique du numérique.

La Recommandation sur l'éthique de l'intelligence artificielle de l'Unesco mentionne différents principes spécifiques à l'IA¹³¹ : protection des données, sûreté et sécurité, surveillance et décision humaine, transparence et explicabilité. Le rapport du HLEG mentionne quant à lui quatre principes, conformes aux droits fondamentaux de l'Union, présentés comme des impératifs éthiques « *pour faire en sorte que les systèmes d'IA soient mis au point, déployés et utilisés d'une manière digne de confiance* »¹³² : le respect de l'autonomie humaine, la prévention de toute atteinte, l'équité et l'explicabilité.

Dans cette partie, nous allons nous arrêter sur les notions d'explicabilité et de transparence. Le droit au respect de la vie privée et la protection des données personnelles ont été largement balisés en Europe avec le RGPD entériné en 2015. Ainsi, de nombreuses lois de référence doivent être connues des développeur·euse·s, mais appartiennent aujourd'hui moins fortement au domaine de l'éthique, dans le sens d'une pratique réflexive et prospective nécessaire à la mise en place des technologies sur lesquelles nous avons peu de recul.

¹³⁰ E. Danblon se réfère à Chaïm Perelman quant à la notion de « notions confuses ». *Ibid.*

¹³¹ Nous indiquons ici la définition des principes tels que définis par la Recommandation sur l'intelligence artificielle de l'UNESCO dans le point 10 de la partie III du texte : « *Les valeurs ont un rôle important en tant qu'idéaux motivant l'orientation des mesures politiques et des normes juridiques. Alors que l'ensemble des valeurs énoncées ci-dessous inspirent ainsi des comportements souhaitables et constituent les fondements des principes, les principes quant à eux explicitent les valeurs de manière plus concrète, de façon à faciliter l'application de ces dernières dans les déclarations et actions politiques.* »

¹³² Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle (GEHN IA), « Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance », le 8 avril 2019, p. 14.

En avril 2021, dans le cadre des États généraux de l'éthique de l'IA organisé par le MIAI Grenoble Alpes, se tenait une table ronde intitulée « Responsabilité, explicabilités et valeurs de l'IA », organisée par Alexandre Bretel. Cet événement réunissait deux intervenants et une intervenante : Éric Gaussier, professeur d'informatique à l'Université Grenoble Alpes et directeur de l'institut interdisciplinaire d'intelligence artificielle de Grenoble, Emmanuel Goffi, co-directeur de l'Observatoire éthique & IA de l'Institut Sapiens et Ysens de France, docteur en droit de l'IA et directrice de la prospective de l'Institut Sapiens. Une des premières remarques formulées touchait à la complexité terminologique du champ de l'explicabilité, qualifiée de quasi « délirante », et listant les mots associés suivants : transparence, traçabilité, communication, interprétabilité, vérifiabilité, identifiabilité. Ysens de France précisait la terminologie propre au Droit, distinguant l'explicabilité de l'auditabilité, de la traçabilité et de l'interopérabilité.

Dans le cadre de notre recherche sur la formation à l'éthique de numérique, nous sommes consciente que le champ terminologique relatif à l'explicabilité est loin de concerner toutes les ingénieurs, bien qu'il puisse partiellement concerner les ingénieurs et chercheuses en informatique. Cependant le principe d'explicabilité reste important à évoquer et nous semble une excellente occasion pour aborder trois sujets d'ordre plus philosophique propres à être traités dans un cours d'éthique du numérique : les différents régimes de la connaissance, la valeur de démocratie et la neutralité de la technique.

Avant d'y venir, il faut revenir sur les raisons techniques qui constituent la difficulté de rendre les résultats des calculs algorithmiques fonctionnant sur la méthode d'apprentissage machine explicables. Tout d'abord, il faut distinguer les systèmes dits « boîtes noires » (*black box*) des systèmes dits « boîtes blanches » (*white box*). Le professeur Éric Gaussier, pendant la conférence précitée, expliquait que l'enchaînement précis des calculs menant à la décision algorithmique des systèmes « boîtes noires » est impossible à connaître, non que les procédures utilisées par l'algorithme soient inconnues des scientifiques, mais que le choix et le moment de leur utilisation le soient.¹³³ En revanche, il est possible d'exposer le déroulé précis des calculs des systèmes « boîtes blanches » car ceux-ci sont basés sur des modèles linéaires, c'est-à-dire sur une combinaison de paramètres et de procédures définies à l'avance qui, corrélées, donnent un résultat, par exemple la probabilité d'attraper telle ou telle maladie. La difficulté est cette fois-ci que le cerveau humain a du mal à prendre en compte un très grand nombre de paramètres et de corrélations, ce qui peut rendre ces modèles difficiles à expliquer car, selon É. Gaussier, il n'existe pas vraiment de modèles qui permettent d'extraire les paramètres les plus pertinents pour en rendre compte. Ainsi les termes employés diffèrent pour les deux systèmes de calcul. Le principe d'explicabilité concerne les « boîtes noires » et celui d'interprétabilité les « boîtes blanches ».

Mais pour qui les systèmes algorithmiques se doivent-ils d'être interprétables ou explicables ? Nous voudrions aborder deux cas. En premier lieu, pour les scientifiques eux-mêmes troublés par une discipline qui remet en question les modes opératoires

¹³³ L'X-IA (*explainable IA*), qui consiste à rendre les « boîtes noires » explicables, est un domaine de recherche à part entière.

traditionnels de la méthode scientifique. En second lieu, pour les citoyen·ne·s, s'agissant de la traduction des décisions algorithmiques.

Dans le moment de crise que nous traversons, nous avons observé dans de nombreux rapports ou textes institutionnels une tendance à mettre en avant la pluridisciplinarité. Les problèmes systémiques auxquels nous devons faire face forcent à l'humilité et nécessitent l'inventivité de tous les champs de la connaissance. Introduire de l'éthique dans les formations d'ingénieur·e·s répond d'ailleurs à cette volonté. L'explicabilité nous semble être une occasion parfaite pour mettre en avant la question philosophique de l'épistémologie, et travailler à défaire les clichés, créés notamment par le système scolaire qui, dès le lycée, hiérarchise les savoirs en valorisant la connaissance scientifique, pour aller vers la prise de conscience des différents modes d'existence et de pensées tel que l'a conceptualisé Bruno Latour. Dans son ouvrage intitulé *Enquête sur les modes d'existence - Une anthropologie des Modernes*¹³⁴, il affirme l'existence de plusieurs régimes de vérité dont font parties les sciences, les techniques, le droit, la religion, la politique et l'économie et remet en question le fait d'envisager la science comme le seul moyen de connaissance capable de produire de la vérité. La difficulté à rendre les algorithmes explicables nous semble à même d'introduire cette intuition de la connaissance partagée. En effet, les sciences reposent traditionnellement sur des démonstrations menant à des théories qui, reproductibles, sont jugées vraies. Le calcul algorithmique est dans cette optique tout à fait original, car les résultats ne sont pas identiques à partir du même problème, et ceci non parce que les conditions de l'expérience varient. Le calcul algorithmique implique toujours une marge d'erreur. Cela est un changement de paradigme dans le mode de la pensée scientifique. Ainsi, rappeler aux étudiant·e·s que cette discipline ne possède pas « la vérité », peut les amener simplement à l'idée de la nécessité de la collaboration entre les savoirs dans ce domaine, afin de repousser la perspective de l'arbitraire.

La deuxième question concerne le fait de rendre les décisions algorithmiques explicables pour les utilisateurs dans un contexte démocratique. En démocratie, la prise en compte du droit des utilisateurs à connaître les raisons motivant une décision les concernant est fondamental. Ainsi semble-t-il naturel qu'une décision algorithmique pour l'accès à un entretien d'embauche ou la possibilité de contracter un prêt bancaire puisse être justifiée avec des données objectives, compréhensibles et admises. L'essai de Cathy O'Neil, *Algorithmes, la bombe à retardement*, attire justement l'attention sur les dérives possibles de la décision algorithmique dans différents secteurs (éducation, justice, secteur bancaire...). Elle attire notre attention sur les critères qui constituent nos profils. Imaginons, par exemple, que nos préférences alimentaires, renseignées via nos cartes de fidélité dans les magasins, puissent être utilisées dans le cas d'un recrutement. Serions-nous d'accord pour que ce type d'information puisse participer de l'évaluation de nos compétences professionnelles ? La question de la traduction des calculs algorithmiques en une explication intelligible pour les utilisateurs est pour l'heure une gageure. Rappelons que l'XAI (explainable AI) est un champ de recherche nouveau. Ainsi pour Ysens de France, le consommateur doit accepter que tout ne soit pas explicable mais l'explicabilité doit pouvoir

¹³⁴ B. Latour, *Enquête sur les modes d'existence : une anthropologie des modernes*, Paris, La Découverte, 2012.

identifier pour lui, ou pour des autorités dédiées, les caractères saillants et les facteurs qui peuvent venir perturber les données d'entrée puis les données de sortie. Cette attention à rendre intelligibles les décisions algorithmiques pour ceux et celles qu'elles regardent est indispensable dans un contexte démocratique. Car, si l'on n'y prend garde, le calcul algorithmique pourrait, tel que le fut le latin dans la société médiévale, devenir une barrière de plus en plus grande empêchant la compréhension par le corps social des lois qui le régissent.

Le philosophe Thomas Berns analyse ce phénomène en mettant en avant le paradoxe de la transparence qu'il illustre avec l'exemple du moteur de recherche.¹³⁵ Les codes sources des moteurs de recherche sont protégés par des brevets, seuls certains éléments de leur fonctionnement sont connus, et de toutes façons leurs algorithmes évoluent en permanence. L'importance normative des moteurs de recherche n'est plus à démontrer puisqu'ils organisent la visibilité de chacun sur l'espace du web. Mais force est de constater que les lois de cette hiérarchisation nous sont opaques. Pourtant, comme le rappelle Thomas Berns, « *Les dispositifs de visibilité sont conçus pour être eux-mêmes transparents au sens où l'on doit y voir "à travers" de sorte qu'ils n'interfèrent pas avec ce qu'il s'agit de rendre visible. C'est d'ailleurs une des consignes de Google aux éditeurs de contenus : "Faites comme si nous n'étions pas là".*¹³⁶ » Thomas Berns parle de la transparence comme d'une méthode au service d'une nouvelle forme d'exercice du pouvoir, la gouvernementalité algorithmique, qu'il a conceptualisée et analysée dans des articles plus anciens co-écrits avec Antoinette Rouvroy.¹³⁷ Mais dans le cadre de notre recherche sur la formation des ingénieur·e·s et chercheur·euse·s en sciences informatiques, nous nous contenterons de mettre en valeur la conclusion du dernier ouvrage de l'auteur, co-écrit avec Tyler Reigeluth, *Éthique de la communication et de l'information. Une initiation philosophique en contexte technologique avancé*¹³⁸, qui porte sur la possibilité d'individuation laissée aux utilisateurs comme véritable condition du respect de la démocratie, plutôt que le principe de transparence.

Si le langage s'est paré d'une nouvelle langue, le code informatique, il va de soi que la possibilité de l'écrire, de le transformer, de l'interpréter, de le dévier est la base d'un débat démocratique. La philosophie de l'open source abonde dans cette direction en affirmant la force de la pensée collective et participative. L'informatique a pour la première fois, de façon stupéfiante, permis à une portion significative de l'humanité d'écrire collectivement et/ou simultanément. C'est cet espace ouvert au commun que semble évoquer T. Berns. Nous sommes face à une interrogation éthique profonde et particulièrement forte dans le chef des ingénieur·e·s et chercheur·euse·s en informatique : comment puis-je m'assurer que mon travail préserve l'espace du débat public, au sens de possibilité de participation ? La question que nous tentons d'exposer interroge la qualité de la structure même des réseaux de communication du

¹³⁵ T. Berns, « Les secrets de la transparence : l'exemple du moteur de recherche », *Pistes*, à paraître en 2022, numéro sur "Que faire de la transparence technique ?", ed. Tyler Reigeluth et Seddik Benlaksira.

¹³⁶ *Ibid.*

¹³⁷ Voir par exemple : T. Berns, A. Rouvroy, « Le nouveau pouvoir statistique. Ou quand le contrôle s'exerce sur un réel normé, docile et sans événement car constitué de corps "numériques"... », *Multitudes*, 2010, vol. 40, no. 1, p. 88-103.

¹³⁸ T. Berns, T. Reigeluth, *Éthique de la communication et de l'information. Une initiation philosophique en contexte technologique avancé*, Bruxelles, Éditions de l'Université de Bruxelles, 2021.

numérique, de la même façon que des ONG sont à même de juger de façon somme toute assez objectivement de la bonne santé démocratique de tel ou tel pays en analysant la qualité de ses institutions, la place laissée aux contre-pouvoirs, l'indépendance de la justice... Thomas Berns et Tyler Reigeluth ouvrent à la fin de leur ouvrage une nouvelle dimension de l'éthique et réclament « le rapport technique ». Ils écrivent : « *Réclamer le rapport technique, c'est faire droit au caractère inépuisable de l'expérience technique comme source d'individuation psychique et collective ; c'est lui rendre sa dimension publique au sens où il revient en droit à quiconque qui utilise la technique d'avoir quelque chose à "faire" de la technique.* »¹³⁹ Cette réflexion nous semble particulièrement pertinente à destination des ingénieurs et chercheurs en informatique dans le cadre de l'exercice de leurs compétences techniques autant que dans l'optique de leur rôle citoyen dans le cadre démocratique. Nous concluons cette partie par une dernière citation de T. Berns et T. Reigeluth, issue du même ouvrage, mettant l'accent sur un pan de cette éthique du numérique à construire et où le rôle de l'éducation semble trouver une place de choix : « *l'enjeu semblerait davantage être celui de (nous) rendre la technique "sensible" à travers une nouvelle éducation et culture technique qui ne se limite pas à une connaissance abstraite de sa fonction ou au contraire à un usage qui augmenterait le rendement ou l'efficacité d'une action mais qui consiste à ancrer cette connaissance dans l'engagement situé des utilisatrices et des utilisateurs.*¹⁴⁰ »

C. Exemple appliqué : Implémenter des valeurs éthiques dans un algorithme de reconnaissance faciale

Afin d'illustrer concrètement l'application des valeurs éthiques développées dans les parties précédentes, nous allons dans cette partie nous pencher sur un travail développé par une étudiante en ingénierie de la filière Sciences des Données et de la décision et NeuroIA de l'école toulousaine ISAE-SUPAERO, Mélanie Gornet. Le document que nous allons analyser s'intitule *Projet de fin d'études - Rapport de stage CNPEN/CCNE - Enjeux d'éthiques liés aux algorithmes d'apprentissage machine et mise en œuvre technique de recommandations*. Il a été réalisé à l'occasion d'un stage de six mois au CNPEN où Mélanie Gornet a été encadrée par Catherine Tessier, Claude Kirchner et Olivier Grisel, chercheur en apprentissage machine au sein de l'équipe PARIETAL d'Inria et du CEA. Le but de cette recherche a été de sonder la mise en œuvre technique de recommandations éthiques exprimées dans les textes internationaux au sujet de l'IA.

Pour son rapport de stage, Mélanie Gornet a fait un effort considérable de vulgarisation de sa démarche scientifique qui reste dans l'ensemble accessible, même pour des néophytes. Nous prenons le parti de sélectionner les exemples les plus frappants évoqués par la chercheuse dans différentes phases de la programmation de l'algorithme. La présente partie n'a donc pas pour ambition de retranscrire la précision des recherches scientifiques d'une étudiante en ingénierie mais de témoigner des efforts nécessaires à une étudiante en éthique pour comprendre les

¹³⁹ *Ibid.*, p.160.

¹⁴⁰ *Ibid.*, p.160

résultats de cette recherche et montrer comment ce dialogue pourrait être fructueux dans le cadre d'un développement d'une formation à l'éthique de l'IA pour les ingénieur·e·s ainsi que pour des éthicien·ne·s.

1. Présentation du cas d'étude

Résumé de la démarche technique :

Mélanie Gornet a développé un outil de reconnaissance faciale par authentification. Le code de son algorithme fonctionne sur la technique du *triplet loss*, un mode opératoire très répandu aujourd'hui et qui a été introduit par les ingénieur·e·s de Google en 2015. Cette méthode peut, par exemple, servir à déverrouiller un téléphone portable en comparant l'image filmée de la personne qui tient son téléphone aux images prises au moment où elle l'a configuré, ou à vérifier une identité lors d'un passage aux frontières comme peut le faire le logiciel PARAFE par exemple (en France).

Résumé de la démarche éthique :

Mélanie Gornet a d'abord réalisé une étude des termes (valeurs, principes et autres expressions) utilisés dans les textes internationaux. Nous détaillerons cette démarche dans la partie consacrée aux prolongements possibles de ce travail dans le cadre de la formation à l'éthique du numérique. Après avoir mis au point des grilles d'analyse, repéré les liens entre les termes, identifié les parties prenantes et posé des précautions d'usages, Mélanie Gornet indique avoir choisi de se focaliser uniquement sur la valeur d'équité.

2. À quels moments peut intervenir la valeur d'équité dans un processus de programmation en apprentissage machine ¹⁴¹?

Mélanie Gornet identifie quatre étapes de programmation : les choix initiaux (le choix de la base de données), l'entraînement (le choix du taux d'apprentissage¹⁴²), la validation (le choix du pré-traitement des données¹⁴³), la partie test (le choix de la valeur seuil) et la partie d'analyse post-traitement. Nous citerons des exemples issus des choix initiaux, de l'entraînement et du post-traitement.

Les choix initiaux

Le choix de la base de données révèle un premier éventail de décisions alliant impératifs techniques, disponibilité des outils et critères « moraux ». Mélanie Gornet rappelle que de nombreuses bases de données ont été critiquées pour les biais qu'elles ont engendrés dans des systèmes commerciaux. Faire un travail de veille sur les biais recensés dans les outils disponibles est un premier outil éthique chez les programmeur·euse·s.

¹⁴¹ « Machine learning » en anglais.

¹⁴² « Learning rate » en anglais.

¹⁴³ « Preprocessing » en anglais

Mélanie Gornet a eu recours à une base de données publique. Pour faire son choix parmi les bases de données disponibles, elle a été attentive au nombre d'images, à leur poids (afin que la base de données soit compatible avec les moyens techniques dont elle disposait) et au fait que les images soit annotées au moins avec le label homme-femme (afin qu'elle puisse caractériser ses observations sur l'équité). Son choix final s'est porté sur la base de données *Labelled Faces in the Wild* (LFW) qui contient 13 233 images de 5749 personnalités différentes, dont 1680 ont au moins deux images. Le fait d'énoncer les bases de données avec lesquelles les programmeur·euse·s travaillent fait partie d'une démarche éthique liée à la valeur (ou « notion » selon les textes de référence) de transparence. La transparence du système est nécessaire pour faire l'analyse des résultats des prédictions, ici en terme d'équité. Mélanie Gornet mentionne le fait que le papier original de la *triplet loss* de Google n'indique pas quelle base de données a été utilisée pour entraîner l'algorithme. La seule caractéristique présente est la résolution en pixels.

Le choix des attributs est une autre étape qu'il convient d'analyser en regard des valeurs éthiques choisies. Afin de repérer les profils, 73 attributs ont été récupérés sur la page internet d'un article sur le sujet¹⁴⁴, par exemple : « Homme », « Asiatique », « Noir », « Indien » et « Lunettes ». Mélanie Gornet soulève que ces attributs sont bien souvent discutables éthiquement. En effet, il est évident que la réduction de la personne représentée sur une image à un ou plusieurs critères, « noir de peau » ou « blanc de peau » par exemple, est en soi problématique, surtout quand les personnes en question n'ont pas eu l'occasion de donner leur consentement, ni sur les images, ni sur leur étiquetage. De plus, certains critères sont plus subjectifs que d'autres. Mélanie Gornet s'étonne de trouver des annotations nommées « Homme attirant » ou « Femme attirante » dans la base de données. Concernant l'équité, la classification des origines géographiques des personnes est particulièrement problématique. Par exemple, le mode de calcul employé le plus communément pour classer les individus, appelé échelle de Fitzpatrick, ne propose que six types et couleurs de peau différents. Il est à ne pas douter que les personnes classées dans la même catégorie auraient certainement à y redire.

Le choix de l'architecture de l'algorithme, ici un réseau neuronal convolutif¹⁴⁵, comporte aussi, selon Mélanie Gornet, un biais susceptible d'influencer les résultats en terme d'équité. En effet, ce type de réseau a la particularité de contenir un nombre tel de paramètres (initialisés de façon aléatoire) qu'il est capable, même sans entraînement, de distinguer quelques images. Mais les opérations que les paramètres permettent de réaliser sont si nombreuses (autant que de neurones), qu'ils permettent de sortir de l'aléatoire. Ce phénomène est difficile à expliquer et à comprendre de la bouche même de la chercheuse Mélanie Gornet.

L'entraînement

Mélanie Gornet explique que, dans la phase de régularisation, des opérations de normalisation des images sont nécessaires pour faciliter le traitement (par exemple, la

¹⁴⁴ Zinwei Liu, Ping Luo, Xiaogang Wang, Xiaoou Tang, « Deep Learning Face Attributes in the Wild », *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, p. 3730-3738.

¹⁴⁵ Nommé *ConvNet* en anglais.

normalisation des tailles des images). Le prétraitement concerne la partie des opérations qui sont opérées sur la première couche du réseau de neurones. Mélanie Gornet soulève un exemple d'opérations d'apparence banale qui pourraient nuire à l'équité. Les programmeur·euse·s font souvent appel à des fonctions automatiques pour améliorer la performance de leurs algorithmes, un peu comme nous faisons appel à des filtres pour améliorer l'apparence de nos photographies. Or, ces régularisations jouent parfois avec la luminosité des images, ce qui a pour conséquence de faire perdre aux visages noirs ou foncés leurs nuances. Cette simple action peut rendre le processus d'apprentissage machine plus difficile pour eux, discriminant de fait ce segment de la population. Mélanie Gornet fait remarquer que, si de nombreuses études sur l'implication du pré-traitement des données sur la performance existent, peu d'entre elles s'attachent aux implications du pré-traitement sur l'équité. Ce manque de publications concerne aussi d'autres étapes de l'apprentissage machine comme la détermination de la valeur de marge ou le choix de la structure du réseau dont la profondeur peut influencer les paramètres de décision de l'algorithme.

À travers le paramètre du taux d'apprentissage, Mélanie Gornet met en avant un autre problème propre aux technologies d'apprentissage profond : la variabilité des résultats. En effet, parvenir à faire entrer son algorithme dans une phase d'apprentissage ne va pas de soi. Les multiples réglages du système sont minutieusement travaillés. Le problème est que parfois, avec les mêmes réglages, les courbes d'apprentissage varient. Mélanie Gornet écrit : « La reproductibilité de l'expérience est limitée car même avec exactement les mêmes valeurs de paramètres, l'initialisation aléatoire ou la stochasticité du gradient amènent à des résultats différents. » Nous voyons ici que, malgré toutes les précautions qui peuvent être prises au niveau de la conception, il restera sur les algorithmes de type « boîte noire » une part d'aléatoire qui relativise intrinsèquement la valeur d'équité, ou du moins son auditabilité.

Afin de suivre la suite des observations menées par Mélanie Gornet pendant le processus, il est nécessaire de comprendre ce qu'est un « epoch », outil pour lequel Mélanie Gornet dit avoir procédé à un ajustement important en terme d'équité. Un epoch est la date initiale à partir de laquelle le temps est mesuré dans un programme informatique. Il correspond au passage complet de l'ensemble de données d'apprentissage par l'algorithme. Le processus d'apprentissage de l'algorithme comprend donc un certain nombre d'epoch. À chaque epoch, les paramètres du modèle interne de l'ensemble de données sont mis à jour. Outre les définitions que l'on peut trouver dans le domaine de l'apprentissage machine, se rappeler du sens du mot dans son utilisation courante aide aussi pour les néophytes : « *un instant précis utilisé comme point de référence* ». ¹⁴⁶ En configurant son epoch de deux manières différentes, Mélanie Gornet s'est aperçue d'une différence de résultats significative. Dans un premier temps, elle a remarqué qu'en échantillonnant les images de la base de données de façon aléatoire, le nombre d'images d'hommes blancs était significativement plus important. Pour corriger ce problème, elle a construit un epoch qui faisait une passe systématique sur toutes les identités pour qu'elles

¹⁴⁶ Cette définition a été trouvée dans une vidéo en ligne, intitulée « Epoch meaning », <https://www.youtube.com/watch?v=05Gk4UjKgBE>

apparaissent au moins une fois. Cependant, un autre type de défaut est apparu : le modèle apprenait trop les identités ayant le moins d'images.

Le temps d'apprentissage, c'est-à-dire le nombre d'époques, est aussi un facteur important. En effet, le programme, au fur et à mesure des passes de calculs, peut surapprendre les modèles qui ont le moins d'images et paradoxalement devenir moins performant. Cela s'appelle du surapprentissage¹⁴⁷. En surapprenant, le modèle n'est plus capable de généraliser ses résultats et refuse plus facilement de nouvelles images. Or, c'est le but de la reconnaissance faciale : détecter une identité sur des images différentes et renouvelées à partir d'un modèle. Les identités les moins représentées peuvent donc être considérées plus facilement comme non-conformes, ce qui peut poser des problèmes d'équité.

Analyse post-traitement

Dans les analyses de ses résultats, Mélanie Gornet rencontre une surprise. Au lieu d'obtenir, comme c'est souvent le cas dans l'industrie, des résultats inférieurs pour les personnes non-blanches et non-mâles, c'est l'inverse qui se produit, alors que les images d'hommes blancs sont sur-représentées dans son échantillon. Les taux d'erreur sont supérieurs pour les hommes blancs, les personnes jeunes et les personnes très âgées. Elle écrit : « Ces comportements, en l'absence d'une analyse quantitative et d'un système explicable, sont difficilement interprétables. » Nous retombons ici sur les limites de compréhension face aux systèmes d'apprentissage machine. Cependant, Mélanie Gornet émet une piste d'explication : les différences étant plus faibles entre les visages dans le groupe « Hommes blancs », elles seraient plus difficiles à appréhender.¹⁴⁸

Pour conclure sa recherche, Mélanie Gornet souligne la rareté des études réalisées dans le domaine et plaide pour un épanouissement de ce champs de recherche afin de parvenir à définir des critères de régulation éthique opérationnels pour les technologies de reconnaissance automatique. D'autre part, faisant écho aux recommandations de Catherine Tessier¹⁴⁹, Mélanie Gornet indique que le travail sur la régulation des algorithmes et leur mise en conformité éthique ne doit pas se substituer aux débats éthiques de fond sur la raison d'être de ces objets

¹⁴⁷ « Overfitting » en anglais.

¹⁴⁸ Mélanie Gornet, suite à une conversation téléphonique, a pris le temps d'envoyer à notre intention quelques précisions. Elle écrit : « *Dans des recherches postérieures au rapport, j'ai pu analyser plus en détails les impacts des choix en termes d'équité. Le modèle que j'avais développé était encore plus biaisé que je l'avais anticipé, et ce dans le sens régulièrement observé de discrimination envers les femmes noires notamment. Seulement, cela était très atténué, voir inversé dans mes premiers résultats pour plusieurs raisons. D'abord, les groupes que j'utilisais n'avais pas la même homogénéité. Il était ainsi plus dur pour le système de comparer deux hommes blancs que deux "non-hommes non-blancs" qui amenaient parfois à comparer une personne noire avec une personne asiatique par exemple. Ensuite, je ne regardais principalement que la précision (accuracy) du système. Or j'ai pu constater qu'avec d'autres métriques, les biais sont bien plus apparents. Ces analyses plus approfondies m'ont permis de me rendre compte de l'importance de la manière dont un chercheur ou ingénieur peut présenter ces résultats algorithmiques. En effet, il aurait été si rapide de conclure à l'absence de biais ! Il y a ici une responsabilité déontologique du développeur du code de présenter une analyse poussée, et de ne jamais dire que l'algorithme n'est pas biaisé, mais plutôt que les biais n'ont pas encore été trouvés.* »

¹⁴⁹ C. Tessier, « Éthique et IA : analyse et discussion », *CNIA 2021 : Conférence Nationale en Intelligence Artificielle*, Jun 2021, Bordeaux (en ligne), p. 22-29.

et surtout, leur utilité sociale. Elle écrit : « *Particulièrement concernant la reconnaissance automatique, il faut nous poser la question de l'acceptabilité d'une société basée sur la surveillance, les conséquences sur notre comportement collectif, l'impact sur les individus, ainsi que les bénéfices et risques qui en découlent.* »¹⁵⁰

Mélanie Gornet poursuit actuellement sa recherche en thèse à l'Institut Polytechnique de Paris.

3. Que retenir de ce cas d'étude pour l'enseignement de l'éthique du numérique ?

Thierry Ménissier dans un article intitulé « *Quelle éthique pour l'IA ?* » évoque la possibilité que l'éthique de l'IA puisse être envisagée comme « *l'ensemble des règles partagées par une corporation professionnelle, celle des informaticiens, ou l'ensemble des questions non directement informatiques examinées et débattues par les informaticiens, à l'instar de la bioéthique pour les médecins* »¹⁵¹. Le travail de Mélanie Gornet nous semble remettre en question cette définition. En effet, le type de recherche que Mélanie Gornet a menée est encore très rare et il est significatif qu'elle ait été menée au sein du CNPEN où Mélanie Gornet a été suivie et accompagnée par un expert et une experte en éthique parmi les plus qualifiés dans leurs domaines, Catherine Tessier et Claude Kirchner. Au moment où la recherche en apprentissage machine n'en est qu'à ses débuts, il semble que ce soit justement le processus de dialogue entre les informaticien·ne·s et les expert·e·s en éthique qui ait permis des résultats si féconds, et qu'une telle recherche menée par des informaticien·ne·s seul·e·s dans une optique de déontologie n'aurait pu être aussi aboutie.

Dans la partie qui suit, nous allons revenir sur le processus de travail de Mélanie Gornet et en extraire ce qui, pour nous, pourrait devenir des outils à la disposition à la fois des programmeur·euse·s informatiques et des éthicien·ne·s spécialisé·e·s en nouvelles technologies pour leurs activités professionnelles respectives et dont une formation à l'éthique du numérique devrait traiter.

a) Valeurs et principes : des concepts à éclairer dans le domaine de l'éthique de l'IA

La recherche de Mélanie Gornet a le mérite clair de pointer le manque patent de ressources pour permettre aux ingénieur·e·s d'appliquer les recommandations préconisées par les autorités européennes. Mélanie Gornet déclare : « *Il y a un gouffre aujourd'hui entre les recommandations des experts internationaux et la réalité technique qui doit être considérée pour réguler ces systèmes. Il y a un besoin urgent de combler ce gouffre et de définir des critères techniques d'évaluation des algorithmes en accord avec les valeurs prônées par les textes*

¹⁵⁰ GORNET Mélanie, « Enjeux d'éthiques liés aux algorithmes d'apprentissage machine et mise en œuvre technique de recommandations », [Projet de fin d'études-Rapport de stage], *op. cit.*, 2021, p. 50.

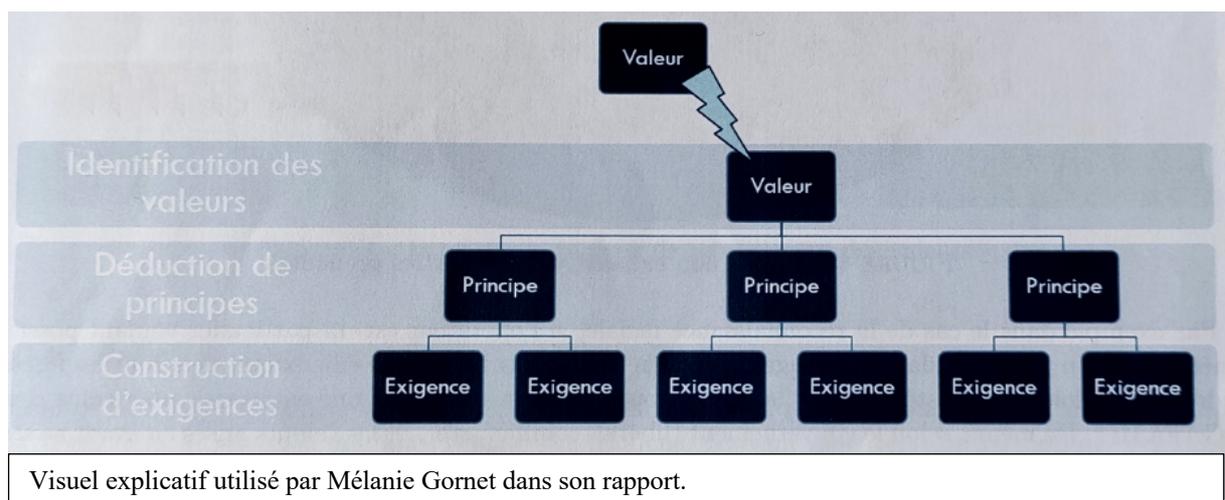
¹⁵¹ T. Ménissier, « Quelle éthique pour l'IA ? Naissance et développements de l'intelligence artificielle à Grenoble », [Colloque Académie Delphinale], *Naissance et développement de l'intelligence artificielle*, Grenoble, 10 octobre 2019, p. 3.

internationaux. »¹⁵². Dans ce mémoire, nous prenons le parti d'affirmer que ce gouffre appelle à des recherches pluridisciplinaires.

Pour éclairer et rendre opérationnels les valeurs et principes formulés dans les textes internationaux, Mélanie Gornet a élaboré, en dialogue avec Catherine Tessier et Claude Kirchner, une méthode d'analyse en 5 points ayant pour objectif de parvenir à des exigences opérationnelles.

b) Formuler des exigences opérationnelles

Devant le constat de la pluralité des sources (livre blanc, déclarations, recommandations, directives, etc.), de la pluralité des notions (transparence, non-discrimination, robustesse, auditabilité, non-malveillance, autonomie humaine, bien-être, sûreté...) et de la pluralité des termes employés (valeurs, principes, normes, exigences, recommandations, composantes...) dans les textes internationaux, Mélanie Gornet propose un graphe de dépendances permettant de relier les valeurs et principes à des exigences opérationnelles précises qui pourraient figurer dans un cahier des charges.



Son objectif est de classer les valeurs (telles que la recommandation de l'Unesco sur l'intelligence artificielle les définit¹⁵³) et d'analyser les principes qui y sont liés pour en dégager des exigences applicables dans la programmation. Son graphique d'exemple traite de la notion d'explicabilité et non d'équité, celle choisie pour son rapport de stage, mais le principe reste le même.

¹⁵² GORNET Mélanie, « Enjeux d'éthiques liés aux algorithmes d'apprentissage machine et mise en œuvre technique de recommandations », [Projet de fin d'études-Rapport de stage], *op. cit.*, p. 14.

¹⁵³ Voir note 31.

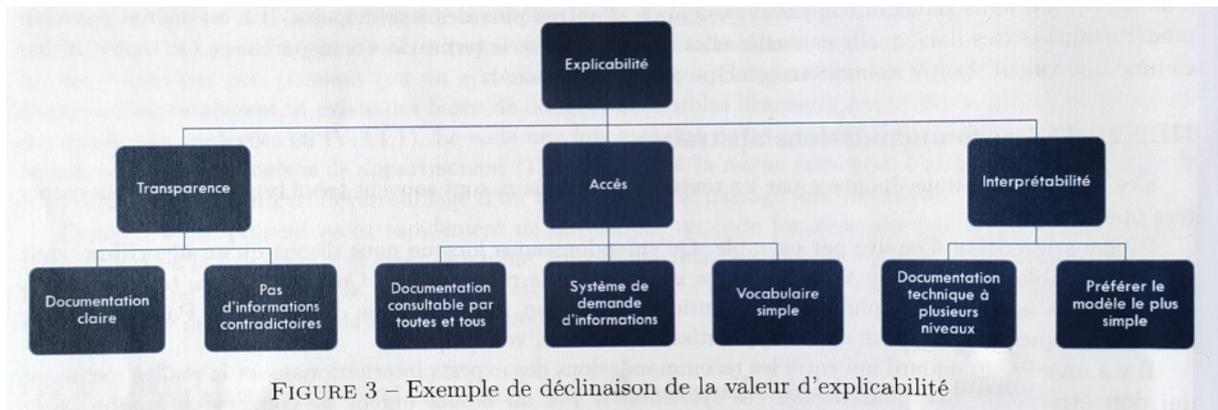


FIGURE 3 – Exemple de déclinaison de la valeur d'explicabilité

Visuel explicatif utilisé par Mélanie Gornet dans son rapport.

Mélanie Gornet indique que cette classification représente « *un travail long car de nombreux critères existent et il faudrait pouvoir tous les regarder.* » et que « *les valeurs, principes ou exigences peuvent être en tension les uns avec les autres.* »¹⁵⁴ Ce travail à réaliser en amont semble tout à fait approprié dans le cadre d'une collaboration entre des programmeur·euse·s et des éthicien·ne·s ainsi que pour la mise en place de cahiers des charges ou de rapports ultérieurs.

c) Identifier les parties prenantes

La seconde étape de ce travail préparatoire se focalise sur une identification des parties prenantes concernées par le futur programme informatique. Cette opération a été abordée au cours de l'audition menée avec Raja Chatila et clairement mise en avant comme étant un point important à intégrer dans la formation à destination des ingénieur·e·s. R. Chatila s'appuyait sur l'exemple des scanners utilisés dans les aéroports développé dans le texte de Sarah Spiekermann, *Ethical IT Innovation: A Value-Based system Design Approach*. Il expliquait que les scanners développés pour aider les services de sécurité dans les aéroports permettaient d'obtenir une image des passagers et des passagères sans leurs vêtements, ce qui évitait le temps consacré aux fouilles mais avait l'inconvénient de les montrer nus sur les écrans de sécurité. Ce cas d'école illustre, selon lui, la nécessité d'apprendre aux futur·e·s ingénieur·e·s à identifier préalablement les parties prenantes. En effet, si les ingénieur·e·s et développeur·euse·s s'en tiennent à la demande de leurs commanditaires, ils risquent de passer outre des problèmes qui ne manqueront pas de se poser une fois les produits distribués dans la sphère sociale. Après le scandale médiatique qui a éclaté et qui ne manquait pas d'humour, comme dans cet extrait du journal Libération en octobre 2008 : « *Vacanciers, vous aurez bientôt le choix de vous faire tripoter si vous sonnez sous les portiques de sécurité des aéroports ou... de vous montrer nus avant d'embarquer* »¹⁵⁵, les développeur·euse·s ont pris le parti de faire apparaître les objets cachés sur une silhouette non réaliste plutôt que de montrer les corps tels qu'ils apparaissaient

¹⁵⁴ M. Gornet, « Enjeux d'éthiques liés aux algorithmes d'apprentissage machine et mise en œuvre technique de recommandations », [Projet de fin d'études-Rapport de stage], *op. cit.*, p. 15.

¹⁵⁵ M. Gros, C. Mallaval, publié le 25 octobre 2008 à 6 h 51, *Tout nus et tout scannés à l'aéroport*, Libération. https://www.liberation.fr/vous/2008/10/25/tout-nus-et-tout-scannes-a-l-aeroport_155523/

par le traitement d'image natif. Cette mesure simple aurait pu être anticipée en réalisant un travail d'analyse des parties prenantes. Ce point, tel que le préconisent R. Chatila et M. Gornet, pourrait être introduit dans les études de cas lors de la formation à l'éthique du numérique des ingénieur·e·s et des étudiant·e·s universitaires car il relève à la fois d'une dimension ayant trait à la dignité de la personne et d'un prérequis pour considérer les conséquences d'une action ou d'un projet (éthique conséquentialiste).

d) Recenser les valeurs

Après l'identification des parties prenantes, Mélanie Gornet s'est attachée à effectuer un recensement des valeurs. En effet, toutes les valeurs ne sont pas également pertinentes selon les projets. Mélanie Gornet s'est appuyée sur une catégorisation existante pour distinguer¹⁵⁶ : les valeurs promues, les valeurs à respecter et les valeurs contextuelles. Les valeurs promues peuvent être celle de l'entreprise commanditaire qui aura mis l'accent sur telle ou telle valeur dans sa philosophie d'entreprise. Les valeurs promues peuvent aussi être celles d'un gouvernement. À ce titre, Mélanie Gornet appelle à la prudence, ou à la lucidité, en rappelant que les valeurs de démocratie et de liberté sont deux valeurs... du parti communiste chinois. Le différentiel entre les discours et la pratique se retrouve aussi communément dans les entreprises. Cependant, l'adjonction de ces deux types d'autorités dans la même catégorie nous semble peu claire. Les valeurs à respecter correspondent aux normes légales relatives aux différents ensembles géographiques. Les valeurs contextuelles correspondent quant à elles au projet précis : dans le cas du scanner d'aéroport, les valeurs de respect de la vie privée et de l'intimité. Tout comme pour l'identification des parties prenantes, il semble qu'un·e éthicien·ne pourrait ici avoir un rôle à jouer et que l'habitude d'identifier les valeurs et de les classer de façon cohérente avec l'objet à développer puisse revêtir une utilité pratique partagée pour les étudiant·e·s et ingénieur·e·s en informatique et pour les éthicien·ne·s. De plus, le recensement des valeurs sur un projet concret pourrait être une manière pratique d'introduire l'enseignement des cadres légaux.

En effet, l'appréhension des cadres légaux pour les étudiant·e·s de toutes les branches d'études qui se destinent à travailler dans ou autour du domaine de l'intelligence artificielle nous semble essentiel. Nous saisissons ici l'occasion de citer le référentiel de compétences proposé en janvier 2022 par une unité de recherche québécoise intitulé *Former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : Référentiel de compétence*.¹⁵⁷ Dans cette publication, le référentiel indique quatre champs de compétence en éthique de l'IA dont celui nommé « Les cadres normatifs complémentaires » qui souligne que les connaissances des divers cadres éthiques propres à l'IA constituent une compétence indispensable : « *Il est absolument nécessaire de contraster les exigences en matière d'éthique de l'IA en les situant dans le cadre du droit étatique et du droit international, notamment en ce qui concerne la protection de la vie privée et des données personnelles. La personne compétente en éthique de l'IA doit également*

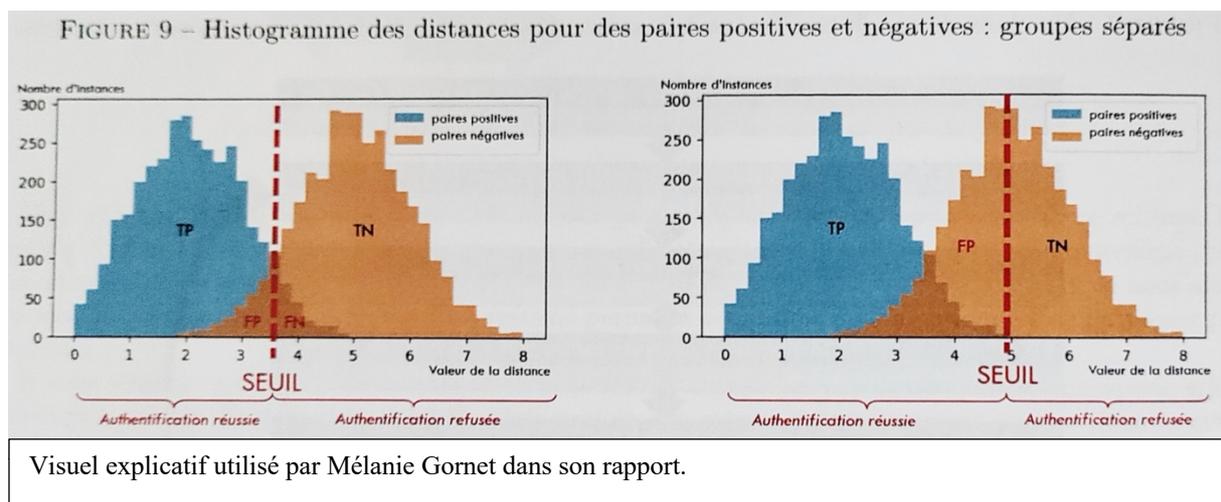
¹⁵⁶ Catégorisation extraite de l'article: S. Umbrello, I. Van de Poel, « [Mapping value sensitive design onto AI for social good principles](#) », *AI and Ethics*, February 2021.

¹⁵⁷ F. Bruneault, A. Sabourin-Laflamme, A. Mondoux, « Former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : référentiel de compétence », [Référentiel de compétence], 2022, <https://doi.org/10.31235/osf.io/38tfv>

connaître et pouvoir comparer les principaux cadres normatifs issus des chartes et des déclarations en éthique de l'IA qui ont été développés tant dans les milieux académiques que par des organisations internationales et des acteurs importants de l'industrie. Il est aussi important de pouvoir identifier les obligations prescrites par les codes de déontologie et les autres cadres normatifs. »¹⁵⁸ Ce document étant une production québécoise, il ne fait par exemple pas mention du RGPD. Cependant la démarche semble d'autant plus indispensable en Europe que la communauté européenne est en passe d'entériner l'IA Act qui encadrera l'intelligence artificielle de façon à la rendre digne de confiance, centrée sur l'humain, éthique, durable et inclusive dès 2024.

e) Relation entre les valeurs

Dans cette partie, Mélanie Gornet montre que les valeurs éthiques peuvent parfois entrer en tension dans la pratique. Elle illustre ces tensions dans un exemple fictif concernant le déverrouillage d'un téléphone. Afin que le programme reconnaisse le propriétaire d'un téléphone, l'étape la plus importante est la définition du seuil qui sépare les photos conformes des photos non conformes. En fonction que l'on privilégie le critère d'équité ou le critère de performance dans la programmation, les résultats évoluent. De nombreuses études ont documenté des biais algorithmiques, notamment pour les personnes noires. Joy Adowaa Buolamwini, informaticienne et militante numérique américano-ghanéenne a, par exemple, publié une thèse sur la question en 2021 qui a permis l'amélioration de certains logiciels d'IBM et Microsoft. Mélanie Gornet connaît bien ces biais et montre dans sa recherche comment le respect de l'équité (qui demanderait d'augmenter le seuil de tolérance) pourrait entraîner des problèmes de sécurité. Dans le cas qu'elle développe, la valeur d'équité entre en tension avec la valeur de sécurité.



Les tensions rencontrées entre les valeurs éthiques dans la programmation nous semblent importantes à aborder pour les ingénieur·e·s et étudiant·e·s en informatique. Cette réflexion peut s'adosser à un projet personnel, à un projet d'école, à un stage et se mener de

¹⁵⁸ *Ibid.*, p. 15.

concert avec les enseignant·e·s des parties technique et éthique. Cette étape doit être menée après un enseignement plus large (qui, pouvant être assez court, n'en est pas moins nécessaire) sur la hiérarchie des valeurs. En effet, les étudiant·e·s doivent garder en tête que les hiérarchies de valeurs dépendent du contexte. Si la valeur d'harmonie est centrale en Chine, elle n'est pas même mentionnée en Europe. Au sein même de l'Europe, la hiérarchisation des valeurs s'opère différemment sur la question de l'euthanasie. De même, dans un ensemble culturel donné, les hiérarchisations bougeront selon le contexte spécifique et enfin, comme nous l'avons vu d'abord, selon le projet. C'est cet aperçu complet qui pourra à notre avis permettre aux étudiant·e·s de mieux appréhender leurs possibilités de choix dans une architecture normative et culturelle plus large.

Il y a donc matière à de véritables réflexions collectives autour de cas d'études qui pourraient être conçus en fonction des spécialités des sections des étudiant·e·s, et en regard des normes européennes sur la question. L'éthique émerge souvent de tensions entre les valeurs et les exprimer dans des exemples concrets nous paraît à même de sensibiliser les étudiant·e·s sur leur part de responsabilité et sur les choix qui s'ouvrent à eux dans l'exercice de leurs fonctions.

Cette partie illustre aussi, sans grand besoin de théorie, la non-neutralité de la technique. En effet, le travail de Mélanie Gornet prouve que chaque algorithme est né d'une multiplicité de choix humains qui ont nécessité pour la plupart une conciliation entre une diversité de facteurs : compétence technique du·de la programmeur·euse, rentabilité, robustesse, valeurs éthiques... Or, selon Mélanie Gornet, consultée dans un entretien ultérieur pour la relecture de cette partie, si la notion de non-neutralité de la technique est assez communément acceptée en philosophie de la technique, elle n'est absolument évidente pour les ingénieur·e·s en formation qui, pour la plupart, la rejettent. Il nous semble donc crucial ici de pointer l'importance d'une approche de la non-neutralité de la technique dans l'enseignement de l'éthique du numérique mais sous une forme appliquée, telle que le travail de Mélanie Gornet nous y invite.

4. Conclusion

Notre parti pris ici est d'affirmer que l'éthique, loin de limiter les champs de recherche techniques, peut au contraire les stimuler. La démarche de Mélanie Gornet nous semble à ce titre exemplaire et particulièrement riche pour la formation à l'éthique du numérique spécifique des ingénieur·e·s et des chercheur·euse·s des filières informatiques ainsi que pour les éthicien·ne·s qui se destinent à l'éthique du numérique et de l'IA.

En effet, les éthicien·ne·s qui voudront travailler dans le secteur de l'IA devront être à même d'analyser les spécificités techniques des projets, d'évaluer les points de rencontre possibles dans les processus entre les pratiques, et prendre en compte la balance nécessaire entre les possibilités et les contraintes techniques pour l'implémentation de valeurs éthiques dans le code. Comme l'écrit Mélanie Gornet : « *Tous les critères ne peuvent être respectés en même temps. Ce phénomène est nommé le « no free lunch theorem »¹⁵⁹, autrement dit « rien n'est*

¹⁵⁹ M. Gornet, « Enjeux d'éthiques liés aux algorithmes d'apprentissage machine et mise en œuvre technique de recommandations », [Projet de fin d'études-Rapport de stage], *op. cit.*, p. 17.

gratuit ». Il signifie que si un critère est amélioré, un autre pourrait être dégradé. Le travail du·de la concepteur·rice est donc de trouver un compromis entre tous ces critères et cela devrait être compris par les éthicien·ne·s spécialisé·e·s dans ce domaine.

Pour nous, la dimension fondamentale de l'analyse de la recherche de Mélanie Gornet est de nous indiquer les moments de choix et les moments de liberté des programmeur·euse·s. La formation à l'éthique du numérique appliquée doit, à notre avis, former majoritairement à cela : apprendre à ceux et celles qui programment à prendre le recul nécessaire pour identifier les moments où des choix sont effectués, ce qui n'est pas une démarche si courante. Identifier les moments de choix, c'est donner de la liberté aux programmeur·euse·s tout en considérant les contraintes de leurs métiers. Au moment où le développement de l'IA est important, où se multiplie le nombre de nouvelles manières de faire, de nouveaux produits, où de nouveaux défis explosent, le travail de recul que nous venons de mettre en avant est de plus en plus important. Fanny Verrax, dans son ouvrage co-signé avec Laure Flandrin intitulé *Quelle éthique pour l'ingénieur ?* qualifie ce type de démarche de « force de proposition », tout en rappelant que tou·te·s les ingénieur·e·s n'ont pas la même marge de liberté et que certaines fonctions tiennent plus de l'exécution que d'autres. Elle écrit : « *Plusieurs exemples dans la littérature récente montrent ainsi que l'ingénieur qui prend l'initiative de repenser le cahier des charges qui lui est initialement imposé peut voir sa démarche couronnée de succès. La mise en œuvre de ce pouvoir présuppose cependant la conscience aiguë de la globalité des enjeux posés lors de la conception d'un produit, mais aussi une bonne connaissance des démarches alternatives.* »¹⁶⁰ Cette force de proposition des ingénieur·e·s peut fait chambre d'écho avec les efforts de l'Europe pour une « intelligence artificielle de confiance, centrée sur l'humain, éthique, durable et inclusive » à condition, à notre avis, d'y aménager et associer des espaces de discussions pluridisciplinaires.

¹⁶⁰ F. Verrax et L. Flandrin, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?*, op. cit., p. 14.

Chapitre II : La place du corps et des émotions dans la pratique éthique à l'heure de la digitalisation des activités humaines et de la crise écologique

Fin 2021, l'université néerlandaise de Wageningen a publié une offre de PhD intitulée « Embedding pedagogies for dealing with dilemmas: emotions and ethics in higher education »¹⁶¹. Ce projet de recherche nous indique la voie d'un champ de recherche émergent que nous interprétons ici sous l'angle de la place du corps et des émotions dans la pratique éthique et sa prise en compte dans l'éducation à l'éthique du numérique. Un des responsables de ce PhD, Perry den Brok¹⁶², nous a donné lors d'un échange de courriels quelques motivations de cette offre de thèse dont nous retranscrivons un extrait traduit en français : « *Aujourd'hui, les innovations dans les pédagogies de l'enseignement supérieur de l'ingénierie se concentrent principalement sur le transfert de connaissances scientifiques de haute qualité et sur l'étude objective des défis sociétaux, sur le soutien au développement de compétences techniques, sur les codes de conduite et sur l'intégration de multiples formes de connaissances pour répondre à ces défis. Bien que cela soit très pertinent, cela ne suffit pas à aborder les dimensions plus personnelles, affectives et morales de l'apprentissage. La nature des défis sociétaux actuels peut donner aux gens le sentiment d'être dépassés, provoquer un malaise émotionnel, de l'anxiété, un manque de motivation, un sentiment de paralysie et de ne pas savoir comment s'engager de manière responsable dans un monde incertain et contesté. Ce doctorat prend comme point de départ que l'enseignement universitaire devrait également s'engager dans des pédagogies et fixer des objectifs d'apprentissage qui mettent en lumière de telles expériences et qui, tout en s'efforçant de ne pas être prescriptives, aident les étudiants à les gérer.* »

Les « défis sociaux », le « malaise » et « l'anxiété » face à un « monde incertain et contesté » évoqués par P. Den Brock ne manquent pas de faire écho à la fronde des ingénieur·e·s souvent décrite en France.

En mai 2022, un groupe d'étudiant·e·s d'Agro Paris Tech appelle à la désertion dénonçant un cursus d'études les destinant à des métiers destructeurs pour la planète. La vidéo, issue d'une chaîne nommée « Des agros qui bifurquent », a été visionnée plus de 900 000 fois sur cette seule chaîne YouTube¹⁶³. Leur discours, symptomatique d'une frange de la jeunesse peu confiante en l'avenir, s'achève par : « *Ne perdons pas notre temps ! Et surtout ne laissons pas filer cette énergie qui bout quelque part en nous ! Désertons avant d'être coincés par des obligations financières. N'attendons pas que nos mômes nous réclament des sous pour faire du shopping dans le métavers, parce que nous aurons manqué de temps pour les faire rêver à autre chose. N'attendons pas d'être incapables d'autre chose qu'une pseudo-reconversion dans le*

¹⁶¹ En français : « *Intégrer des pédagogies pour faire face aux dilemmes : émotions et éthique dans l'enseignement supérieur* ».

¹⁶² Perry den Brok est professeur en «Éducation et sciences de l'apprentissage» à la «Wageningen University» aux Pays-Bas et anime une chaire sur ce sujet. Ses recherches s'intéressent à l'innovation pédagogique, à la création d'environnements propices à l'éducation et à la formation continue des professeur·e·s. Il dirige également une chaire dans le centre « 4TU, Centre for Engineering Education.

¹⁶³ Des agros qui bifurquent, Appel à désertir – Remise des diplômes AgroParisTech 2022, 10 mai 2022, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=SUOVOC2Kd50>

même taf mais repeint en vert. N'attendons pas le 12e rapport du GIEC qui démontrera que les États et les multinationales n'ont jamais fait qu'aggraver les problèmes et qui placera ses derniers espoirs dans les révoltes populaires. Vous pouvez bifurquer maintenant ». Les articles de presse de la même teneur sont nombreux et se répètent au-delà des frontières françaises. En Belgique, le discours de Pedro Correa, docteur en sciences appliquées reconverti en artiste-photographe, prononcé lors de la remise des diplômes aux ingénieur·e·s civil·e·s 2019, avait aussi connu un vif retentissement.¹⁶⁴ Si le phénomène de fronde des ingénieur·e·s est décrit par la spécialiste française de l'ingénierie Christelle Didier¹⁶⁵ comme minoritaire, il n'en indique pas moins selon elle une tendance actuelle à considérer, notamment par les écoles elles-mêmes. Yann Ferguson témoigne d'ailleurs dans son audition rencontrer fréquemment ce genre de déroute : « *Tous les deux mois environ, j'ai un étudiant qui vient vers moi et qui me dit j'arrête l'industrie, l'industrie ne m'a pas donné de sens.* »¹⁶⁶

Les vendeurs d'apocalypse n'ont jamais manqué mais, peut-être pour la première fois dans l'histoire humaine, les catastrophes annoncées ne sont-elles pas prévues par des diseurs de bonne aventure mais par les plus éminent·e·s scientifiques. La jeunesse est confrontée à une anxiété profonde, à une colère, une indignation, un sentiment d'urgence et d'impuissance très prégnants. Comment prendre en compte et prendre soin de ces émotions, qui témoignent de questionnements moraux existentiels, dans l'enseignement à l'éthique du numérique ? Nous allons tenter dans cette partie trois pistes de réponses. Nous commencerons par une proposition de remise en cause d'une conception de la rationalité basée sur la seule logique formelle pour mettre en avant la place des émotions, à partir de l'ouvrage d'Emmanuelle Danblon, *L'homme rhétorique, culture, raison, action* et de ses prédécesseurs, dont Chaïm Perelman. Nous évoquerons ensuite le concept d'intermédiation numérique et ses effets sur le corps (physique et social) qui nous mènera à l'évocation de la honte prométhéenne¹⁶⁷ telle que développée par Gunther Anders que nous illustrerons d'exemples sur les biais cognitifs. Enfin, nous défendrons la nécessité de l'enseignement délibératif en présence les un·e·s des autres pour l'enseignement éthique du numérique.

A) La rationalité en question

La tradition intellectuelle de l'Université Libre de Bruxelles (ULB) propose de précieux outils pour penser la question de l'émotion dans le processus éthique dans le cadre de la rhétorique. Chaïm Perelman, né en 1912 à Varsovie et mort en 1984 à Bruxelles, professeur de logique, de morale et de métaphysique à l'ULB, est connu et étudié mondialement pour son *Traité de l'argumentation, la nouvelle rhétorique*, écrit avec Lucie Olbrecht-Tyteca, dans lequel les deux auteurs renouent avec la tradition aristotélicienne contre Platon pour réhabiliter la pratique de la rhétorique dans le cadre des démocraties modernes. L'œuvre de Perelman

¹⁶⁴ P. Correa, UCLouvain, *Discours de remise des diplômes aux ingénieurs civils*, 12 décembre 2019, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=uAE22c19EjU>

¹⁶⁵ C. Didier, « Chercheurs de sens, discrètes sentinelles d'un monde qui vient », *revue responsables*, MCC, 2020, 447, p. 14-15.

¹⁶⁶ Audition Yann Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 24.

¹⁶⁷ La honte prométhéenne décrite par Gunther Anders dans son essai *L'Obsolescence de l'homme* consiste à une honte du caractère mortel de l'humanité, une honte « *d'être "devenu" plutôt que d'avoir été "fabriqué".* (p.38)

continue d'irriguer la vie intellectuelle de l'ULB à travers une chaire qui porte son nom et qui s'intéresse aux domaines divers qu'il a articulés au long de sa vie : le droit, l'histoire de l'art et la rhétorique. Il ne faut pas négliger dans cette lignée l'apport d'un autre philosophe, Eugène Dupréel, dont Chaïm Perelman se revendique disciple. Eugène Dupréel, mort en 1967, philosophe et sociologue, prit le parti audacieux de faire l'apologie des sophistes plutôt que des philosophes grecs afin de mettre en avant la richesse des pensées plurielles et du partage nécessaire de la vérité.

Dans la lignée des enseignements de Perelman et de Dupréel, Emmanuelle Danblon, professeure de rhétorique et d'argumentation à l'ULB, a publié un ouvrage intitulé *L'homme rhétorique* dans lequel le corps et les émotions humaines sont envisagés comme de véritables boussoles éthiques. L'autrice, comme l'ont fait Dupréel et Perelman avant elle, revient à la Grèce antique et sur ce qui a au fil du temps séparé la pensée de Platon et d'Aristote, du maître et de l'élève. Nous nous arrêterons en particulier sur une partie de son essai intitulée « Comment exprimer ses émotions ? » qui défend principalement la thèse que « *les émotions sont une condition de la raison* ». ¹⁶⁸

Importée dans la cité par des penseurs étrangers, la rhétorique fleurit à Athènes au moment où le système démocratique rend nécessaire aux citoyens d'user de leur parole dans les institutions publiques. Les sophistes se font payer pour dispenser leurs enseignements oratoires à la manière des *coachs* contemporains. Platon critique vertement cette pratique qui a selon lui pour seul but la persuasion au détriment de la vérité. Il démontre comment la rhétorique peut aboutir à des raisonnements faux du point de vue logique (ce que l'on appelle aujourd'hui des sophismes en opposition aux syllogismes). La vérité doit selon Platon se découvrir par des méthodes formelles logiques dans lesquelles les émotions n'ont pas leur place. Emmanuelle Danblon écrit : « *Comme son maître Platon, [Aristote] paraît soucieux d'associer à la puissance de la parole publique tous les nouveaux critères de la raison théorique et syllogistique. Et pourtant, il ne se résout pas à abandonner l'idée que, de l'exercice de cette pratique, pourrait naître un honnête homme, un phronimos, capable de développer, d'abord pour lui-même, ensuite, dans la vie publique, des qualités de cœur et de corps qu'il continue, de façon aussi lucide qu'obstinée, à associer à la raison.* » ¹⁶⁹

Ce clivage autour de la place des émotions dans la définition de la rationalité survit en creux dans les esprits contemporains, et en particulier dans le monde académique, entre les sciences que l'on nomme « dures » et les sciences humaines et sociales. La défiance, supposée ou réelle, des ingénieur·e·s à l'égard d'un autre type de rationalité que la méthode scientifique est un sujet qui est revenu fréquemment dans les auditions que j'ai menées. Il semble qu'un travail sur la nature de la rationalité aboutissant à la mise en avant de rationalités multiples pourrait aider à apaiser certaines tensions d'étudiant·e·s en ingénierie ou en sciences tiraillé·e·s dans leur perception du vrai entre leur ressenti émotionnel et leurs pratiques techniques et scientifiques.

¹⁶⁸ E. Danblon, *L'homme rhétorique : culture, raison, action*, Paris, Cerf, 2013, p. 89.

¹⁶⁹ *Ibid.*, p. 70.

La pensée de Perelman quant au rationnel et au raisonnable apporte à ce titre un éclairage intéressant. La tragédie des camps de la Seconde guerre mondiale a marqué la vie de l'auteur, juif et résistant, comme celle des intellectuels d'après-guerre qui, pris de stupeur se demandaient : comment a-t-on pu en arriver là ? Pour répondre à cet effroi, Perelman a développé une philosophie du raisonnable.¹⁷⁰ Emmanuelle Danblon écrit à ce propos : « *En introduction de sa Nouvelle Rhétorique – dont le titre est un hommage volontaire à Aristote – [Perelman] affirme que le modèle cartésien de la raison n'a été d'aucun secours contre les tragédies de la Deuxième guerre mondiale. Toutes les raisons exprimées dans les grandes propagandes totalitaires, leurs conséquences politiques et la conception de l'homme qu'elles véhiculaient n'ont pas été "raisonnables".* »¹⁷¹. Il est donc question dans la philosophie du raisonnable de se détacher de l'unique positivisme, et de la pensée qu'est vrai uniquement ce qui peut répondre à la logique formelle. Pour le montrer, Perelman investit le champ de rationalité du droit et montre comment le raisonnable y émerge, sans pour autant tenter de le définir ou le circonscrire. Comme le décrit un de ses commentateurs, Perelman travaille à « *dépasser les oppositions traditionnelles, pour retrouver, dans la vie même du droit, une synthèse harmonieuse, pragmatique, entre idéal et réalité, acceptabilité et formalisme.* »¹⁷² Dans *Éthique et droit*, il dresse le constat que le droit positif s'est trouvé dans l'impossibilité de qualifier le crime d'Adolf Eichmann lors du procès de Nuremberg, crime qui allait pourtant de soi dans la conscience collective. C'est donc pour Perelman, le raisonnable (convoquant ce qu'Emmanuelle Danblon a qualifié de « qualités de cœur et de corps »), qui a permis aux jurés du procès de Nuremberg de sortir de l'impasse, et non une conception réductionniste du rationnel qui aurait pu se contenter de suivre les énoncés.

Comment opérer la « synthèse harmonieuse » perelmanienne dans le champ du numérique ? La sortie du dualisme cartésien et la prise en considération du corps et des émotions semblent des pistes émergentes. Le *Manuel de la grande transition* du collectif FORTES publié en 2020 propose deux recommandations pour déjouer une rationalité technoscientifique ayant, selon les auteurs et les autrices, comme écueil paroxystique un avenir construit sur une vision transhumaniste se traduisant par une extériorisation totale de nos capacités cognitives¹⁷³, (ainsi d'ailleurs que de notre destinée partielle, que certains se représentent hors de la planète Terre). Le collectif FORTES recommande en premier lieu de « *subordonner les solutions technologiques et économiques à des critères d'équité et de durabilité, etc.* »¹⁷⁴. Cependant, les auteur·trice·s réduisent la portée de cette recommandation en indiquant que le développement technologique, aussi équitable et durable puisse-t-il devenir, ne pourrait être l'unique solution aux problèmes écologiques principalement à cause de ses besoins en ressources minérales et énergétiques non renouvelables. Ainsi les auteur·trice·s concluent en second lieu à la nécessité d'adjoindre dans l'éducation le développement de

¹⁷⁰ Voir article : M. Côté, « La philosophie du raisonnable de Chaïm Perelman. », *Laval théologique et philosophique*, 1985, 41.2, p. 195–204.

¹⁷¹ E. Danblon, *L'homme rhétorique : culture, raison, action, op.cit.*, p. 63.

¹⁷² HAARSCHER Guy, « Perelman (Chaïm). *Le raisonnable et le déraisonnable en droit. Au-delà du positivisme juridique.* », [compte-rendu], *Revue belge de Philologie et d'Histoire*, 1988, 66-4, p. 927-928.

¹⁷³ RENOARD Cécile et al., *Manuel de la grande transition*, Paris, Ed. Cécile Renouard et al., Les Liens qui libèrent, 2020, p. 237.

¹⁷⁴ *Ibid.*, p. 239.

compétences techniques et scientifiques à « *des capacités relationnelles, collectives, d'acteurs divers* »¹⁷⁵.

B) Le corps médié

Claude Kirchner dans un article intitulé « Éthique de la conversion numérique »¹⁷⁶ met en avant un concept qui pourrait à lui seul spécifier ce que nous cherchons à approcher depuis le début quant à la spécificité de l'éthique du numérique. Il s'agit de l'intermédiation numérique. L'intermédiation numérique pointe tous les espaces physiques ou symboliques d'échanges de l'information qui sont de plus en plus investis par les technologies numériques et opèrent de ce fait des bouleversements à tous les niveaux. Tel que l'affirme Claude Kirchner, revenant à la cybernétique, les êtres vivants sont « *des systèmes de traitement d'information biologique* »¹⁷⁷. Le numérique est intégré à un nombre croissant d'espaces d'échange d'informations qui étaient autrefois reliés au corps et ses capacités propres. Nous sommes passés de langages sifflés servant à communiquer d'une vallée à l'autre, au téléphone filaire, au téléphone portable et bientôt aux outils de téléphonie holographiques.¹⁷⁸ Ainsi nos capacités corporelles, le son de notre voix, notre présence corporelle, nos émotions sont traduites en langage informatique. Elles sont intermédiées. Claude Kirchner écrit : « *Nous avons donc créé une catégorie d'outils, les STIN, dont l'essence même est similaire à notre capacité de traitement d'information humaine et dont l'utilisation induit une conversion de nos capacités cognitives et de nos cultures pour aller vers une hybridation de ces deux modes de traitement de l'information, le numérique et le biologique.* »¹⁷⁹

C'est à l'endroit de cette hybridation entre numérique et biologique qu'émergent les questionnements éthiques relatifs au numérique selon Claude Kirchner. Nous allons tenter dans cette partie de filer la pensée de C. Kirchner en nous concentrant sur les conséquences de l'intermédiation numérique sur le corps, physique, psychique et social.

Pour commencer, prenons le temps d'une longue citation, nécessaire pour entrer dans la pensée de l'auteur, de l'ouvrage de Daniel Heller-Roazen, *Une archéologie du toucher*, où l'auteur dénonce une apathie sensitive civilisationnelle et lance un appel à réfléchir l'éthique à partir de cette perte.

Il écrit : « *Notre monde est désormais l'image inversée de celui de l'Antiquité : ceux qui s'égareront du côté de l'excès de sensation « ne se rencontrent pas vraiment », et les individus qui, dans la vie, ne ressentent pas la douleur ou « la joie qui convient » se font de plus en plus nombreux chaque jour. D'où les nouveaux noms et figures de l'être sans affect dans nos œuvres littéraires et dans les répertoires et manuels de nos sciences médico-psychiatriques ; d'où les*

¹⁷⁵ *Ibid.*, p.240.

¹⁷⁶ C. Kirchner, « Éthique de la conversion numérique », [Colloque], article issu de *Conférence nationale des académies*, Oct. 2022, Bordeaux, à paraître.

¹⁷⁷ Claude Kirchner précise que l'être humain ne se limite néanmoins pas à cela..

¹⁷⁸ Voir le travail de la compagnie Matsuko implantée en Slovaquie. <https://www.matsuko.com/>

¹⁷⁹ C. Kirchner, « Éthique de la conversion numérique », *op. cit.*

visages et les corps impassibles qui envahissent toujours plus massivement nos écrans, nos livres, nos journaux. Une insensibilité commune, qu'Aristote aurait jugée bien « inhumaine », est devenue la règle : nous sommes tous, pour réécrire la célèbre formule de Musil, « des hommes sans qualités perceptives ».[...] De même que l'éthique de l'Antiquité partait naturellement des formes de sensibilité humaine qui lui paraissaient évidentes, de même la nôtre doit aujourd'hui commencer par enquêter sur l'absence chez les êtres pensants de toute « perception générale » : comment cette disparition est-elle survenue ? Où peut-elle encore nous mener ? Toute éthique digne de ce nom doit affronter la promesse et la menace dont est porteuse la sensation qu'aujourd'hui peut-être – ou peut-être pas encore – nous ne sentons plus rien du tout. »¹⁸⁰

Certaines innovations technologiques pourraient-elles expliquer la disparition de la sensation soulevée par Daniel Haller-Roazen ?

Le design de l'émotion nous semble à ce titre paradigmatique. Les réseaux sociaux encouragent l'internaute à réagir toujours plus par l'intermédiaire de réactions pré-calibrées. Les émoticônes de colère, de joie, de peine, d'étonnement invitent à des réactions émotionnelles immédiates tellement standardisées qu'elles en deviennent abstraites. Que peut-on savoir de soi lorsque la palette d'expression de nos émotions est aussi drastiquement réduite ? Que peut-on sentir de soi lorsque des invitations incessantes à exprimer des ressentis nous éloignent quotidiennement de toutes les nuances existantes pour les qualifier ? Ne devenons-nous pas nos propres boîtes noires ? Sommes-nous égaux quand nous ressentons de l'énervement, de l'agacement, de la fureur, de la jalousie, de l'emportement, de la contrariété, de l'animosité ou de la fâcherie ? Les arts, qui n'ont eu cesse de développer ces palettes d'émotions, en cherchant toujours à les détailler et les complexifier, pointent ce lien existentiel entre nos émotions et l'expérience de la vie même. L'intermédiation technique relative à l'expression des émotions n'est pas en soi problématique. Un musicien exprime son ressenti à travers son instrument. Mais l'instrument n'a pas de fonction cachée, contrairement aux algorithmes des réseaux sociaux qui répondent à des intérêts d'entreprise. Rappelons à ce propos un énième scandale concernant le réseau social Facebook révélant qu'avant 2021 les publications ayant récolté des réactions de colère avaient jusqu'à cinq fois plus de chance d'être vues que les publications ayant récolté des réactions « j'aime ».¹⁸¹ Cette hiérarchisation implémentée dans l'algorithme a entraîné une valorisation des publications les plus polémiques, voir aidé à l'essaimage d'informations fausses. Qu'arrive-t-il à notre intériorité lorsque l'expression des sentiments est façonnée à grande échelle et convoquée à des fins qui ne sont pas les nôtres ?

Nous allons maintenant étendre notre raisonnement au corps social et, en particulier, aux risques que l'intermédiation numérique fait courir aux systèmes démocratiques. La défense de la démocratie est largement évoquée dans les textes réglementaires de l'Union européenne

¹⁸⁰ HELLER-ROAZEN Daniel, *Une archéologie du toucher*, trad. fr. P. Chemla, Paris, Seuil, 2011, p. 320.

¹⁸¹ J. B., Merrill, W. Oremus, « Five points for anger, one for a 'like': How Facebook's formula fostered rage and misinformation. », *The Washington Post*, publié le 26/10/2021 à 7 h, <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/10/26/facebook-angry-emoji-algorithm/>

concernant l'IA, mais il est plus difficile de comprendre et d'anticiper exactement à quels niveaux cette valeur fondamentale est mise en danger. Depuis le scandale de Cambridge Analytica, une partie importante de la population a pris conscience de l'influence des réseaux sociaux et de l'aspect problématique des bulles informationnelles, sans pour autant nous mettre à l'abri d'autres types de dérives. Une étude américaine issue de chercheurs de l'université de Stanford intitulée « A facial similarity between voters and candidates causes influence » a développé différentes expériences sur les préférences dans les votes à partir des conclusions d'études en sciences sociales démontrant que les gens sont attirés par les personnes qu'ils perçoivent comme « similaires ». Les scientifiques ont opéré des morphoses numériques sur des images de candidat·e·s politiques fictif·ive·s en transformant subrepticement les images de ces personnalités politiques pour tendre vers la morphologie individuelle des votants. Des tests ont été réalisés sur un échantillon de personnes avec un ensemble d'images transformées et un ensemble d'images non transformées. L'étude met en avant, avec des précautions, que ce procédé qui intègre de façon dissimulée des caractéristiques d'un visage sur un autre, influence positivement l'avis des sondé·e·s sur les candidat·e·s présenté·e·s, à condition qu'il·elle·s ne soient pas déjà connu·e·s du public. En effet, ce procédé ne semble pas efficace pour les personnages politiques connus sauf pour les votant·e·s les plus indécis·e·s et les moins construit·e·s politiquement. D'autre part, l'étude montre que les personnes n'ont pas eu conscience des manipulations visuelles opérées, alors que la faculté d'analyse humaine des visages, qui mobilise des zones du cerveau spécifiques, est particulièrement développée. Nous recommandons à nos lecteur·trice·s d'aller voir les images des différentes morphoses opérées dans l'article précité, que nous ne reproduisons pas ici pour des questions de protection de droits.¹⁸²

Nous le voyons, les interstices de l'intermédiation numérique sont un terrain propice pour la création d'altérations de l'échange d'informations d'un genre nouveau. Certaines de ces altérations se logent dans ce que l'on appelle des « biais cognitifs ». Un biais cognitif est une déviation de la pensée logique et rationnelle par rapport à la réception d'une information. La question des biais cognitifs a été abondamment traitée dans la presse ces dernières années et ressort également du rapport Bronner, paru en 2022 et intitulé « Les Lumières à l'ère numérique »¹⁸³, qui recommande de renforcer l'éducation à l'esprit critique pour mettre les générations futures en capacité de faire preuve de discernement quant aux fausses nouvelles propagées sur le web et autres types de manipulations. Relativement à notre positionnement sur la promotion des différents types de rationalités, nous souhaitons ici nous arrêter sur ce qui, à notre avis, pourrait aggraver un phénomène de dissonance cognitive et de désertion d'une partie des étudiant·e·s, si l'approche choisie pour l'éducation à l'esprit critique mène à discréditer les émotions et les intuitions.

¹⁸² J. Bailenson, S. Iyengar, N. Yee, *et al.*, « Facial Similarity between Voters and Candidates Causes Social Influence », *Public opinion quarterly*, 2008, 72.5, p. 935–961, <https://stanfordvr.com/mm/2008/bailenson-facial-similarity.pdf>

¹⁸³ Rapport de la Commission Bronner (janvier 2022), « Les Lumières à l'ère numérique », mission confiée par le président français Emmanuel Macron le 29 septembre 2021.

Lorsque l'on observe les réponses aux questions posées aux ingénieur·e·s déserteur·euse·s concernant leur reconversion, on note une mise en avant de l'engagement associatif, c'est-à-dire du collectif, un retour à la terre et une mise en avant du corps et des émotions. Citons par exemple quelques extraits d'une interview de Romain Boucher, un ingénieur diplômé de l'École des Mines et d'un master en mathématiques appliquées et statistiques, qui a démissionné avec fracas de sa fonction de "data scientist" pour mieux dénoncer le rôle du numérique, du big data et de l'IA dans le ravage écologique et social. Il déclare : « *Cela fait froid dans le dos de mesurer à quel point une majorité d'ingénieurs et de scientifiques sont désincarnés, détachés voire inconscients de la dimension politique de leur travail, alors qu'ils sont au cœur de la machine techno-industrielle.* » Ou encore : « *Casser la routine urbaine néo-managériale par un rythme beaucoup plus sauvage et spontané, rompre avec la froideur grise de la ville pour me retrouver dans un bouillon de vie et d'éléments a été une source d'inspiration et d'énergie, en cohérence avec mes objectifs de lutte.* »¹⁸⁴ Le champ lexical lié au corps, aux sensations, aux perceptions abonde dans ces deux citations : « froid dans le dos », « désincarnés », « détachés », « rythme », « sauvage », « spontané », « froideur grise », « bouillon de vie », « source d'inspiration », « énergie ». Dans le récit de cet ancien « expert en mégadonnées », deux mondes s'opposent : un monde gris et froid composé d'individus désincarnés, et un monde spontané et bouillonnant, composé d'individus ayant retrouvé leur énergie. L'analyse d'autres discours de déserteur·euse·s met en avant des similitudes.¹⁸⁵

Nous décelons dans ces discours une souffrance à l'endroit d'un corps perdu qui fait écho à l'appel déjà cité de Daniel Heller-Roazen : « *Toute éthique digne de ce nom doit affronter la promesse et la menace dont est porteuse la sensation qu'aujourd'hui peut-être – ou peut-être pas encore – nous ne sentons plus rien du tout* ». Cette peur de la perte de sensation doit nous appeler à la vigilance, nous faire réagir. Par exemple, en nous interrogeant sur la possibilité d'existence de l'éthique elle-même dans ce cadre. Dans quelle mesure, en effet, les outils numériques à l'heure du design de l'émotion de masse sont-ils à même de dérégler notre boussole éthique intérieure et collective ?

Ainsi, selon nous, si l'intermédiation numérique peut mener à une atrophie ou à une hypertrophie perceptive (selon les points de vue), l'éducation à l'éthique du numérique devrait interroger la place du corps dans la société ultra-technicisée. Alors que le rapport Bronner invite à former un « *esprit analytique capable de résister à certaines de nos intuitions immédiates* » entrevu comme « *une compétence centrale pour distinguer le vrai du faux, en particulier sur Internet et les réseaux sociaux.* »¹⁸⁶, nous pensons qu'il serait plus utile de former non pas à résister à certaines intuitions immédiates, mais d'y revenir encore et encore, à la manière des grand·e·s méditant·e·s qui prennent du recul sur leurs pensées en observant régulièrement la

¹⁸⁴ Anonyme, « Désertion sans transition. Entretien avec Romain Boucher, ingénieur déserteur. », *lundi matin*, N°286, le 4 mai 2021, <https://lundi.am/Desertion-sans-transition>

¹⁸⁵ Notons par exemple la phrase prononcée par une des déserteuses ayant pris la parole lors de la remise des diplômes 2022 d'AgroParisTech : « *Je me forme aujourd'hui pour m'installer demain et travailler de mes mains* ».

¹⁸⁶ Rapport de la Commission Bronner (janvier 2022), « Les Lumières à l'ère numérique », mission confiée par le président français Emmanuel Macron le 29 septembre 2021, p. 13.

réurrence de ses phénomènes. Rejeter, résister aux intuitions immédiates comporte pour nous le risque d'aggraver la honte prométhéenne décrite par le philosophe Gunther Anders, honte qui concourt à un sentiment de dépassement et de dépréciation des capacités humaines comparativement à la perfection des machines, pouvant mener à un rejet du monde technique en même temps qu'un rejet de soi, phénomène que Gunther Anders décrit dans son essai comme une « *a-synchronicité chaque jour croissante entre l'homme et le monde qu'il a produit.* »¹⁸⁷

En regard des observations précédentes, nous penchons, dans les pas de Claude Kirchner, pour hisser la question de l'intermédiation et ses effets sur le corps physique, psychique et social, comme clé centrale d'appréhension des enjeux éthiques dans le cadre de l'enseignement à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s et chercheur·e·s des filières informatiques. Il nous semble impératif que ces étudiant·e·s aient accès au développement de ce concept, afin de leur donner les outils intellectuels nécessaires pour ressentir le pouvoir que leur confère la mise en place d'outils d'intermédiation numérique, et de travailler à ce que ce pouvoir aille de pair avec une valorisation de leur responsabilité morale. L'activation de cette notion sous différentes approches, dont l'approche philosophique, nous semble à même d'apporter aux étudiant·e·s un outil de conceptualisation permettant un véritable recul critique. Cependant, nous nous demandons si l'éducation à la compréhension des mécanismes sous-jacents des outils numériques permettront à eux-seuls l'avènement d'une éthique capable d'agir sur le monde, ce qui semble hautement nécessaire à l'heure où l'essor du numérique se heurte à la question de la soutenabilité environnementale. En plus d'un apport théorique sur cette notion, il faudrait selon nous, se tourner vers des approches pratiques impliquant le corps, les émotions et les sensations. Ces approches pédagogiques auraient pour objectif de développer un « phronimos » tel qu'Emmanuelle Danblon le décrit, capable de faire régner la concorde dans un monde complexe pour façonner le monde à notre mesure humaine et d'inciter les auditoires à développer « *une disposition à vivre ensemble.* »¹⁸⁸

En outre, nous pensons qu'il est nécessaire d'ouvrir la possibilité de travailler sur les imaginaires. En effet, il faut dire, et c'est là notre thèse, que l'imaginaire esthétique convoqué par l'univers de la technique et celui convoqué dans l'imaginaire de la défense de la nature n'ont pour le moment que peu de points de rencontre. Nous nous permettons ici le récit d'une expérience personnelle dans le milieu de l'art numérique. Nous nous souvenons d'avoir participé au premier Printemps numérique bruxellois organisé à Kanal-Georges Pompidou, un lieu culturel prestigieux de la capitale belge. Notre installation artistique, présentant une œuvre de réalité virtuelle, avait pour décor des tapis d'herbe synthétique et trois bacs à fleurs, réelles. Ces fleurs colorées constituaient les seuls éléments naturels de toute l'immense halle dans laquelle nous exposions. Cela m'apparaît rétrospectivement comme un symbole d'une esthétique du numérique érigeant encore et encore un humain démiurge, ayant acquis le pouvoir de se libérer de la nature, comme une fusée quitte la Terre. Il est en effet plus rare dans les expositions numériques de voir des œuvres discrètes, accompagnant la nature dans ses diverses

¹⁸⁷ G. Anders, *L'obsolescence de l'homme : sur l'âme à l'époque de la deuxième révolution industrielle*, trad. fr. C. David, Paris, Éditions de l'Encyclopédie des nuisances, 2002. (1^{ère} édition 1956), p. 31.

¹⁸⁸ DANBLON Emmanuelle, « Quels mots pour convaincre ? », *Sciences Humaines*, vol. 246, no. 3, 2013, p. 13.

manifestations, pour les révéler. C'est ainsi que nous émettons l'hypothèse, qu'il faudrait bien évidemment creuser, d'un déficit esthético-cognitif quant à la possibilité d'envisager conjointement le numérique et la défense de l'environnement. Nous sommes consciente de n'exposer dans ces lignes que notre opinion, bien que celle-ci soit ancrée dans des années de pratique du milieu artistique, mais nous pensons qu'il y a, à cet endroit, un travail de fond à opérer pour stimuler les possibles et les talents dans la création de cultures numériques capables de fédérer différents types d'espoirs. C'est ainsi que nous comprenons aussi la position de Yann Ferguson dans son audition que nous retranscrivons : « *Je pense que dans nos écoles d'ingénieurs, on doit peut-être arrêter de se dire que notre rôle c'est de former des ingénieurs pour l'industrie mais de se dire que l'ingénierie est une compétence qui doit porter des idées de progrès qui pourront être délivrées dans tous les domaines de la société, qu'elles soient liées au domaine industriel ou au domaine associatif, liées à la technique ou pas. Les compétences et capacités des ingénieurs que nous formons vont bien au-delà de l'industrie et de la technique. Elle permettent de faire face à des situations extrêmement complexes avec des esprits extrêmement bien structurés.* »¹⁸⁹

L'ouverture à d'autres modes d'inscription sociale des activités techniques au sein des écoles d'ingénieurs nous semble devoir ou pouvoir s'accompagner d'autres modes d'expression, tel que l'art. Ainsi, des recherches croisées pourraient permettre d'accéder de façon plus intuitive à l'appréhension de questions éminemment complexes, telle que celle de l'intermédiation numérique et, pourquoi pas, de permettre aux ingénieurs de faire le lien avec la société civile et de construire « un sens » commun.

C) La place du corps dans l'enseignement de l'éthique

Avec l'essor des incitations à l'enseignement à l'éthique de l'IA, nous avons vu de nombreux cours en ligne être proposés.¹⁹⁰ Cette tendance nous questionne, notamment relativement à l'importance du corps et des émotions que nous venons de mettre en avant dans la pratique de l'éthique.

La recommandation sur l'intelligence artificielle de l'Unesco prône la généralisation de l'enseignement de l'éthique de l'IA et invite dans le point 106, que nous retranscrivons ci-dessous, à mettre en place « des cours en ligne et des ressources numériques. »¹⁹¹

106. Les États membres devraient mettre au point, conformément à leurs traditions et à leurs programmes d'éducation nationale, des programmes d'enseignement de l'éthique de l'IA pour tous les niveaux, et favoriser la collaboration croisée entre l'enseignement de compétences techniques dans le domaine de l'IA et les aspects humanistes, éthiques et sociaux de l'éducation à l'IA. Des cours en ligne et des ressources numériques concernant l'éducation à l'éthique de l'IA devraient être élaborés dans les langues locales, y compris les langues autochtones, et

¹⁸⁹ Audition de Yann Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 24.

¹⁹⁰ Voir à titre d'exemple : Université Paris-Saclay, « Ethics&Stics », [MOOC], <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/ethics-stics/>

¹⁹¹ UNESCO, « Rapport de la commission sciences sociales et humaines », 41 C/73, 21/11/21, Annexe - p. 23

tenir compte de la diversité des environnements, en veillant notamment à l'accessibilité des formats utilisés pour les personnes handicapées.

La formulation de l'Unesco ne remet pas en question l'enseignement de l'éthique en présentiel mais ne mentionne explicitement que deux options, toutes deux numériques. Pourquoi cette insistance sur les formats numériques dans le texte de l'Unesco ? Nous ne pouvons répondre à cette question mais notons l'appel à la prudence de Catherine Tessier, qui a fait partie du groupe international d'expert·e·s mandaté pour la rédaction de la recommandation de l'Unesco, et qui pointe dans un article « Éthique et IA : analyse et discussion » un risque de « *dévolement de l'éthique* »¹⁹². Dans son article, C. Tessier interroge les finalités d'un recours massif à l'utilisation du terme « *éthique* » dans les textes internationaux et pointe une faiblesse à l'endroit de la possibilité réelle laissée à la réflexion sur les finalités de telle ou telle application technologique au profit de ce qu'elle qualifie, en empruntant le terme au philosophe Marc Hunyadi, une « *petite éthique* », c'est-à-dire une éthique servant à opérer des aiguillages sans interroger la visée, la plus-value et le besoin des développements technologiques. C. Tessier affirme dans ce texte sa vision de l'éthique, aussi défendue dans le manifeste du CNPEN, d'une éthique réflexive à l'opposé d'une simple mise en conformité avec des normes. C'est ainsi que C. Tessier en appelle à une éthique de l'éthique de l'IA qui rendrait difficile le recours à l'éthique à fin de « *donner bonne conscience* » ou de servir simplement « *d'argument de vente* ». ¹⁹³

La prise de position de Catherine Tessier ne manque pas de faire écho à une vision de l'enseignement de l'éthique réduite à une série de vidéos atomisant les individus derrière leurs écrans et omettant totalement le processus central de la pratique de l'éthique qui est celui de la délibération en groupes permettant de construire sa pensée dans son expression partagée.

De plus, dans son audition, Alexeï Grinbaum relate avoir constaté rétrospectivement une diminution de près de deux points aux notes reçues par ses étudiant·e·s aux examens pour ses cours d'éthique dispensés à Paris-Saclay pendant la période du confinement, où il avait dû mettre en place son enseignement en distanciel. Les étudiant·e·s avaient alors moins intégré la matière et produit en conséquence des travaux de moins bonne qualité. Il déclare : « *Je vois une très forte différence entre l'enseignement en ligne et l'enseignement en présentiel. Ce n'est pas vrai pour toutes les matières mais c'est absolument vrai pour l'enseignement de l'éthique du numérique. (...) L'aspect de l'éthique de la vertu doit être présent et cela passe par la présence de la personne qui incarne l'intérêt de cette réflexion. Il faut que ce soit émotionnel. L'enseignement de l'éthique n'est pas un transfert de connaissances. Ce n'est pas comme faire des calculs. Il faut montrer un mode de pensée, une réflexion et les incarner.* » ¹⁹⁴

Ainsi, nous souhaitons attirer l'attention sur l'importance du processus délibératif et du corps en présence dans l'enseignement de l'éthique et appelons à sa promotion et défense.

¹⁹² C. Tessier, « Éthique et IA : analyse et discussion », *CNIA 2021 : Conférence Nationale en Intelligence Artificielle*, Juin 2021, Bordeaux.

¹⁹³ *Ibid.*

¹⁹⁴ Audition d'Alexeï Grinbaum, volume d'annexes du mémoire, p. 40.

D) Exemples d'exercices pouvant être utilisés pour l'intégration de l'émotion, de la sensation et du corps dans l'enseignement de l'éthique du numérique.

The Shift Project : Une approche artistique et émotionnelle

Les questionnements sur la place de l'émotion dans la formation des ingénieurs sont présents dans le manifeste du The Shift Project, *Former l'ingénieur du XXI^e siècle*. Le schéma reproduit ci-dessous publié en page 48 du manifeste indique six étapes « pour appréhender une situation avec éthique ». Parmi celles-ci, une étape s'intitule « Rechercher des voies alternatives ». Elle recommande d'avoir recours à la fiction, à la littérature, aux imaginaires alternatifs et se de reconnecter aux émotions.



Reproduit avec l'aimable autorisation de Damien Amichaud, chef de projet ClimatSup INSA – Enseignement supérieur, pour le The Shift Project.

Thierry Ménissier et Fabienne Martin Juchat¹⁹⁵ : une approche ludique et corporelle

Thierry Ménissier et Fabienne Martin Juchat ont travaillé la question de l'humanité dans un contexte ultra-technicisé à travers un « serious game », qu'ils ont créé et intitulé *Be human in the chaos*¹⁹⁶. Ce jeu questionne les joueur·euse·s sur ce qu'est l'humanité à l'heure de la prolifération de non-humains numériques et sonde le trouble que cette cohabitation entraîne. Il y est question selon Thierry Ménissier, de « redevenir sensible à l'humanité ».¹⁹⁷ Le jeu se présente sous la forme de cartes à jouer comportant plusieurs persona : « humains augmentés », « objets connectés », « divinités », « robots humanoïdes »... et des exercices kinésiques. Les joueur·euse·s sont invité·e·s à réaliser des improvisations par le mouvement sur le mode de la composition instantanée en imaginant se trouver dans un contexte de « civilisation avancée », et en se mettant dans la peau des persona susmentionnées. T. Ménissier cite pour expliciter sa motivation dans l'élaboration de ce jeu une phrase de Montaigne : « *Je n'ai aucune connaissance que mon corps ne m'ait appris* ». ¹⁹⁸

Emmanuelle Danblon : visiter physiquement les valeurs éthiques

Emmanuelle Danblon dans son cours « Théories et pratique de la rhétorique » propose d'approcher les « valeurs floues » par leur contraire. La valeur de justice est par exemple très vaste et, à ce titre, abstraite. En revanche, si l'on pense à l'injustice, et en particulier aux injustices que nous avons subies, la valeur de justice prend immédiatement corps. De la même façon, la dignité humaine est assez abstraite si l'on cherche à la définir à quelqu'un d'autre. En revanche, si l'on pense ou si l'on fait penser aux numéros tatoués sur les bras des prisonniers des camps pendant la Seconde guerre mondiale, la compréhension du concept de dignité est immédiate. Nous pourrions comprendre le « voile d'ignorance » de John Rawls comme fonctionnant en bonne partie sur ce mécanisme. Si l'on se place au centre d'une décision sociale concernant la justice sans savoir quelle place sociale nous aurions dans cette société imaginaire, alors nous prenons immédiatement fait et cause pour les solutions protégeant les plus faibles. Ces exercices d'imagination sensorielle et d'identification renforcent la compétence empathique nécessaire à la délibération éthique dans la mesure où une écoute active et bienveillante y est requise.

Collectif FORTES, *Manuel de la grande transition* : pédagogie tête-corps-cœur

Le *Manuel de la grande transition* propose de nombreux exercices basés sur la pédagogie « tête-corps-cœur » qui permettent de lier compréhensions intellectuelle, sensorielle et

¹⁹⁵ Fabienne Martin-Juchat est professeure à l'Université Grenoble Alpes (UGA). <https://www.univ-grenoble-alpes.fr/fabienne-martin-juchat-539593.kjsp>

¹⁹⁶ Voir l'article : F. Martin-Juchat, T. Ménissier, « Se projeter affectivement dans la modernité avancée : action collective, réflexivité, autonomie », *Revue Française des Sciences de l'Information et de la Communication*, [en ligne], 14 | 2018, URL : <https://journals.openedition.org/rfsic/4068>

¹⁹⁷ Mind, *MMS#4 Un serious game: Be human in the chaos*, 17 novembre 2016, Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=OaVXDVi29bw>.

¹⁹⁸ *Ibid.*, 3 min 33.

émotionnelle comme, par exemple, l'apprentissage en mouvement.¹⁹⁹ Citons un exemple d'exercice décrit dans l'ouvrage qui s'intitule « Passer du récit à la réalité ». Les auteur·trice·s invitent les enseignant·e·s à pratiquer cet exercice pour approfondir leur réflexion pédagogique. Cet exercice peut également être proposé aux étudiant·e·s. L'exercice découpé en trois points est le suivant : « *Pour commencer, prenez un temps pour réfléchir à des situations qui vous mettent mal à l'aise, en colère, et/ou vous attristent. Suite à cette réflexion, citez trois valeurs qui vous semblent fondamentales mais que vous jugez trop peu présentes autour de vous. Votre vie personnelle vous semble-t-elle déjà en accord avec ces valeurs ? Comment pourriez-vous agir pour les promouvoir et les incarner concrètement dans votre environnement ?* »²⁰⁰.

Éric Fourneret : développer la compétence empathique

Éric Fourneret travaille avec ses étudiant·e·s la compétence empathique dans le cadre de débats argumentés. Cette compétence passe par l'apprentissage de l'écoute de l'autre. L'évaluation des étudiant·e·s se base sur la qualité des exposés mais aussi sur leur capacité à avoir écouté ceux des autres, leur capacité à avoir émis de véritables arguments pour faire avancer les discussions... Apprendre à ne pas se couper la parole est déjà un pari selon Éric Fourneret. Il transmet l'idée que plus que d'être la victoire d'un rapport de force, couper la parole est un défaut d'empathie, qui empêche d'apprendre de l'autre et même d'émettre un meilleur avis divergeant par la suite.²⁰¹

¹⁹⁹ C. Renouard *et al.*, *Manuel de la grande transition*, Paris, Ed. Cécile Renouard *et al.*, Les Liens qui libèrent, 2020, p. 356.

²⁰⁰ *Ibid.*, p.224.

²⁰¹ Audition d'Éric Fourneret, volume d'annexes du mémoire, p. 31-32.

CINQUIÈME PARTIE

-

Conclusion / Recommandations pour l'amélioration des formations à l'éthique du numérique

A) Conclusion

Cette partie de recommandations a été définie comme objectif du stage que nous avons effectué au CNPEN. Nos recherches avançant, encouragée par nos encadrant·e·s, les recherches que nous avons initialement prévues pour ce mémoire se sont confondues avec celles effectuées dans le cadre du stage, qui a été largement prolongé pour nous permettre de profiter de ce cadre très propice pour mener une enquête de terrain et approfondir nos connaissances sur l'éthique du numérique. Ainsi ce mémoire et notre rapport de stage sont identiques, comme le souhaitent notre maîtresse et maître de stage du CNPEN.

Nos recommandations feront dans ce format particulier office de conclusion. Elles reflètent nos positions quant à la question posée dans ce mémoire : « Quelles pistes d'évolution pour la formation à l'éthique du numérique dans le supérieur (ingénierie et filières scientifiques) ? ».

Ces propositions ne remettent pas en question les enseignements existants dont nous saluons la diversité et la richesse et mais proposent de prêter attention aux initiatives, restant pour le moment en marge, qui indiquent à notre avis de fortes tendances dont pourrait bénéficier l'enseignement de l'éthique du numérique.

Dans ce mémoire, nous avons choisi de nous focaliser sur les expériences des enseignant·e·s. Cependant, nous pensons que cette recherche pourrait aisément être développée, en allant sonder et interroger des responsables d'institutions et chef·fe·s d'entreprises sur leurs attentes d'un côté, et des étudiant·e·s et associations d'étudiant·e·s de l'autre. D'autre part, si notre recherche a été menée en France avec des apports importants des autres pays francophones, une étude de portée européenne, voire internationale, serait souhaitable.

B) Sept recommandations pour la formation à l'éthique du numérique

1. Pour la création d'une formation qualifiante pilote de pointe pluridisciplinaire en éthique de l'IA

Le projet

Nous imaginons la mise en place d'une formation qualifiante pilote²⁰² de pointe pluridisciplinaire. Cette formation pourrait se présenter sous la forme d'un mastère spécialisé d'une année²⁰³. Le public cible de ces formations devrait être déjà formé et capable de passer à la réalisation d'un projet pratique. La pédagogie s'appuierait sur le concept du « problem based learning »²⁰⁴. Les étudiant·e·s seraient invité·e·s à co-construire la définition de la recherche à développer.²⁰⁵ La visée de la formation serait de former des professionnel·le·s de différents secteurs dans un espace commun.

Le public

Cette formation pluridisciplinaire s'adresserait à des ingénieur·e·s, chercheur·e·s en informatique ET des éthicien·ne·s ET éventuellement d'autres branches des SHS, tels que la sociologie, le droit, etc. Cette formation s'adresserait aussi aux autodidactes de talent ainsi qu'à des étudiant·e·s ayant arrêté un cursus et ayant par ailleurs accumulé assez d'expériences pour être en mesure d'intégrer la formation, et aux professionnel·le·s en reconversion.

Champ de recherche envisagé pour la formation

À l'exemple de la recherche menée par Mélanie Gornet²⁰⁶, nous identifions un champ de recherche prometteur à l'endroit de la recherche appliquée entre machine learning et réflexion éthique. Cette capacité à produire des rapports précis du travail éthique mené dans le développement d'outils, et l'anticipation des failles possibles, nous semblent être une démarche d'excellence pour la certification de produits propres à inspirer la confiance des citoyen·ne·s européen·ne·s, tel que le promeuvent les textes de l'Union. Il semble d'autre part que ce type

²⁰² Voir l'audition de G. Dowek, volume d'annexes du mémoire, p. 16. La notion de projet pilote est issue de l'audition réalisée avec G. Dowek qui recommande d'opérer des tests *in situ* dans des universités pilotes avant de généraliser les formations.

²⁰³ Un mastère spécialisé assez proche existe à Toulouse. Voir l'article de C. Sauvage, « *Anticiper les chocs à venir* » : à Toulouse, le mastère qui change la vie des ingénieurs, Le Monde, 27 janvier 2022, publié à 8 h. (https://www.lemonde.fr/campus/article/2022/01/27/anticiper-les-chocs-a-venir-a-toulouse-le-mastere-qui-change-la-vie-des-ingenieurs_6111175_4401467.html)

²⁰⁴ Notion abordée par Yann Ferguson dans son audition, volume d'annexes du mémoire, p. 22. Le « problem-based learning » est une approche basée sur les étudiant·e·s dans laquelle il·elle·s apprennent en travaillant en groupes autour de la résolution d'un problème dont la fin n'est pas résolue d'avance.

²⁰⁵ La question du pourquoi est revenue à de multiples reprises tant du côté des enseignant·e·s que des étudiant·e·s. Laisser les étudiant·e·s co-construire leur projet et objet de recherche nous semble la meilleure option pour amener la question du sens et provoquer l'adhésion et l'enthousiasme du groupe à développer un projet commun.

²⁰⁶ Voir la quatrième partie du mémoire, Chapitre I, point C).

de démarche puisse être à même de générer le développement d'outils ou de solutions dans un secteur en plein essor.

Les objectifs principaux de la formation :

- Former de futur·e·s enseignant·e·s spécialisé·e·s en éthique du numérique et/ou futur·e·s expert·e·s en éthique du numérique ;
- Former les participant·e·s à posséder de hautes aptitudes à la réflexion transversale les rendant plus compétent·e·s pour répondre aux demandes des réglementations européennes et répondre au souhait des consommateurs en termes de valeurs embarquées dans les objets techniques²⁰⁷ ;
- Faire figure de référence au niveau européen avec cette formation pilote axée sur le « machine learning » dans une logique de coopération de haut niveau entre étudiant·e·s issu·e·s de disciplines différentes autour d'un projet innovant d'utilité sociale ;
- Produire de la littérature scientifique intéressant les différents champs de recherche investis dans la formation, y compris dans l'optique de servir de matériaux à la création de formations en éthique ;
- Dépasser les barrières entre les sciences dites « dures » et les SHS au moment où de nombreuses voies convergent vers une nécessité de collaboration entre les savoirs²⁰⁸ ;
- Donner un cadre stimulant pour des étudiant·e·s ou profils passionnés de technologie désirant s'investir dans des pratiques de développement technologique pensés pour le bien commun où développer des solutions.

2. Regrouper les professionnel·le·s du secteur pour penser les notions de compétences et de connaissances dans le cadre de la formation à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s et étudiant·e·s en informatique

Au Québec, en janvier 2022, le premier référentiel de compétence basé sur une approche « pragmatiste » intitulé : « Former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur »²⁰⁹ a été rendu public. Ce document, d'une grande qualité, ne manque pas d'intérêt et l'on pourrait rapidement conclure que les autres pays, dont la France et la Belgique, devraient soit l'utiliser, soit en produire un plus conforme à leurs besoins spécifiques.²¹⁰

Cependant, les retours de la spécialiste française d'éthique de l'ingénieur, Christelle Didier, concernant l'importance d'adapter les formations à l'éthique à la culture du pays

²⁰⁷ Voir l'audition de Yann Ferguson, volume d'annexes du mémoire, p. 22.

²⁰⁸ Voir entre de nombreux autres documents le rapport Villani *Donner un sens à l'intelligence artificielle*, ainsi que le *Manuel de la grande transition*.

²⁰⁹ F. Bruneault, A. Sabourin-Laflamme, A. Mondoux, , « Former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : référentiel de compétence », *op.cit.*

²¹⁰ Par exemple, les valeurs mises en avant dans ce document ne sont pas conformes à la hiérarchie choisie en Europe face à la question de l'IA. Les auteur·trice·s préconisent de situer les enjeux éthiques des SIA « *notamment en ce qui a trait aux questions liées à la nécessité de prêter attention à la diversité, l'inclusion et l'égalité* »²¹⁰. En Europe, la charte des droits fondamentaux de l'Union Européenne stipule que : « *l'Union se fonde sur les valeurs indivisibles et universelles de dignité humaine, de liberté, d'égalité et de solidarité ; elle repose sur le principe de la démocratie et le principe de l'État de droit* ».

d'enseignement et le débat polémique autour de la notion de compétence en France²¹¹, nous poussent à favoriser une concertation large des enseignant·e·s d'éthique autour des notions de connaissances et compétences et leur répartition dans les enseignements d'éthique du numérique.

D'autre part, Christelle Didier souligne qu'une approche par la compétence a des avantages mais est insuffisante pour permettre aux professionnel·le·s en situation de dilemmes éthiques de se positionner. La morale personnelle n'est en effet qu'une composante de la réflexion éthique qui doit nécessairement être complétée par une compréhension du contexte de l'entreprise et de la société dans laquelle la personne exerce. La formation devrait donc permettre d'envisager les enjeux collectifs en particulier dans le contexte de crise énergétique et environnementale que nous traversons.

La pédagogie de l'éthique, en particulier celle de l'IA, en est à ses balbutiements en France (et à la vue de la documentation existante, il semble en aller de même en Belgique). Si, comme nous l'a indiqué Christelle Didier, la création de formations implique un fondement préalable de savoirs-savants sur lesquels opérer une transposition, la question de quels sont ces savoirs-savants ne peut être évitée. Cependant, la pluralité des approches didactiques et de contenus que nous avons ciblés dans la partie III de ce mémoire est une richesse. Loin de s'en dégager, nous pensons que les spécialistes devraient pouvoir trouver une occasion, un lieu, une plateforme, un laboratoire... où faire rayonner leurs savoirs afin qu'ils s'inscrivent dans des approches nationales concertées.

- 3. Rendre une formation conséquente en éthique du numérique obligatoire pour les ingénieur·e·s et les étudiant·e·s des filières informatiques**
- 4. Développer les recherches en éthique qui intègrent le non-humain et voir comment les transposer dans les formations à l'éthique du numérique dans une visée de soutenabilité environnementale**

La crise environnementale est notre réalité et sera à plus forte raison celle des générations à venir. La vision de la nature comme une ressource à la disposition de l'humain vacille à la faveur d'une compréhension toujours plus forte de l'interdépendance. Au niveau éthique, différents outils permettent de prendre en compte des parties prenantes autres qu'humaines. Par exemple, la matrice éthique de Mepham permet de mettre en lien dans une grille éthique trois principes éthiques (respect pour le bien-être, autonomie et justice/équité) et autant de parties prenantes que nécessaire. Ainsi, des espèces animales ou des espaces naturels peuvent être choisis pour figurer dans les parties prenantes.

Le numérique est une source de pollution croissante. Ses besoins en matières premières ne cessent d'augmenter. Paradoxalement, la conscience de la matérialité du numérique est encore faible. Intégrer des parties prenantes non-humaines, reliées au domaine de la nature, dans les

²¹¹ Voir l'audition de C. Didier, volume d'annexes du mémoire, p. 8 et p. 10.

débats éthiques concernant le numérique peut aider les étudiant·e·s à conscientiser la responsabilité de leur secteur dans le problème environnemental que nous rencontrons.²¹²

En outre, les nouvelles technologies, notamment la robotique, convoquent des problèmes éthiques d'un genre nouveau qui ne concernent parfois pas des agents humains, tel le fait de savoir s'il est éthiquement souhaitable de remplacer les abeilles polinisatrices par des robots abeilles.²¹³ Ainsi, développer des outils et des réflexions intégrant le non-humain nous semble indispensable dans la formation à l'éthique du numérique.

5. Recenser et développer les recherches liant formation à l'éthique du numérique et soutenabilité environnementale. Favoriser les recherches intégrant des consultations avec des acteur·trice·s de terrain et des associations étudiantes afin de parvenir à la diffusion d'outils pédagogiques adaptés et concertés

Comme nous l'avons indiqué, des ouvrages qui prennent en compte l'éthique et la transition énergétique et écologique se multiplient. En revanche, à notre connaissance, il ne semble pas y avoir de publications de référence à la hauteur de l'enjeu concernant l'enseignement spécifique de l'éthique du numérique corrélé aux enjeux de soutenabilité environnementale. Ce champ de recherche doit donc être investi et encouragé dans les plus brefs délais. Nous pensons que les étudiant·e·s devraient donner des impulsions sur les contenus en fonction des productions déjà existantes, ou au moins être consulté·e·s quant à ce processus de création de contenus pédagogiques, qui n'en seraient que plus riches.

En outre, l'espace imaginaire convoqué par le vocabulaire lié au numérique, tel qu'intelligence artificielle ou réalité virtuelle, n'a a priori par grand-chose de commun avec celui que convoque la défense de l'environnement. Ainsi, l'éthique du numérique a un travail particulier à accomplir pour mettre en avant les valeurs éthiques qui pourront accompagner un renouvellement de la pensée du numérique, rendant possible son inclusion dans les imaginaires communs comme secteur pouvant œuvrer aux objectifs globaux de soutenabilité. Lors de nos auditions, nous avons pris note de notions propres à être développées dans cette optique, telles que la durabilité et la réparabilité.

²¹² Dans un entretien filmé, le philosophe Bruno Latour relate une expérience qu'il a menée avec des étudiant·e·s autour d'une question philosophique et éthique qu'il énonce ainsi : « Que se passe-t-il dans une assemblée s'il n'y a pas que des humains qui représentent des humains ou des nations, mais aussi les êtres dont on parle qui se représentent eux-mêmes ? » Ainsi, dans l'assemblée d'étudiant·e·s créé par Bruno Latour et ses collaborateur·trice·s, des délégations telles que : France, Brésil, États-Unis, Océan, Arctique et Pétrole, échangeaient sur le même plan autour de diverses problématiques.

²¹³ C. Peyronnet, « Ces robots qui pourraient remplacer les abeilles », Le Figaro, publié le 04/08/2014 à 13:13, Mis à jour le 04/08/2014 à 15:20 (<https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2014/08/04/32001-20140804ARTFIG00133-ces-robots-qui-pourraient-remplacer-les-abeilles.php>)

6. Développer des pédagogies intégrant le corps et les émotions dans l'enseignement de l'éthique

Tel que nous l'avons mis en avant dans le chapitre II de la partie IV, la prise en considération du corps et des émotions, notamment l'éco-anxiété, participe pour nous d'un champ de recherche trop peu exploré dans l'enseignement de l'éthique. L'approche par le corps et les émotions dans le cadre de la formation des ingénieur·e·s et chercheur·e·s en sciences nous semble pourtant particulièrement intéressante pour dépasser, en autres, les clivages entre théorie et pratique. C'est un champ entier de la pédagogie qui s'ouvre et qui, nous le croyons, répond aux besoins des étudiant·e·s. La prise en compte du corps, des émotions et sensations dans l'enseignement de l'éthique du numérique nous semble également constituante d'une vision de l'humanisme, dont une des missions serait de libérer l'humanité d'un trop lourd complexe prométhéen.

7. Promouvoir l'enseignement de l'éthique du numérique en groupe et en présentiel (pour autant que le contexte sanitaire l'autorise) et instituer ce type d'enseignement comme le seul pouvant donner accès à une qualification en éthique

BIBLIOGRAPHIE

Monographies

- ANDERS Gunther, *L'obsolescence de l'homme : sur l'âme à l'époque de la deuxième révolution industrielle*, trad. fr. C. David, Paris, Éditions de l'Encyclopédie des nuisances, 2002. (1^{ère} édition 1956).
- ARISTOTE, *Rhétorique*, révision trad. fr. P. Vanhemelryck, Le Livre de Poche, 1991.
- BEAUCHAMP Tom L., CHILDRESS James F., *Principles of Biomedical Ethics*. Oxford, Oxford University Press, 2001.
- BERNS Thomas, REIGELUTH Tyler, *Éthique de la communication et de l'information. Une initiation philosophique en contexte technologique avancé*, Bruxelles, Éditions de l'Université de Bruxelles, 2021.
- COMITÉ NATIONAL PILOTE D'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE, *Pour une éthique du numérique*, Coordonné par Éric Germain, Claude Kirchner et Catherine Tessier, P.U.F, 2022.
- DANBLON Emmanuelle, *L'homme rhétorique : culture, raison, action*, Paris, Cerf, 2013.
- DIDIER Christelle, *Penser l'éthique des ingénieurs*, Paris, P.U.F, 2008.
- FLANDRIN Laure, VERRAX Fanny, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2019.
- FOUCAULT Michel, *Surveiller et punir*, Gallimard, 1993.
- HELLER-ROAZEN Daniel, *Une archéologie du toucher*, trad. fr. P. Chemla, Paris, Seuil, 2011.
- HANS Jonas, *Le Principe responsabilité*, trad. fr. J. Greisch, Paris, Les éditions du Cerf, 2013, (reprise de l'édition de 1995).
- LATOUR Bruno, *Enquête sur les modes d'existence : une anthropologie des modernes*, Paris, La Découverte, 2012.
- MELVILLE Herman, *Bartelby le scribe*, trad. fr. P. Leyris, Paris, Folio, Editions Gallimard, 1996.
- PERELMAN Chaïm, OLBRECHTS-TYTECA Lucie, MEYER Michel, *Traité de l'argumentation : la nouvelle rhétorique*, Bruxelles, Éditions de l'Université de Bruxelles, 2008, (6^e édition).
- RENOUARD Cécile, *et. al., Manuel de la grande transition*, Paris, Ed. Cécile Renouard et al., Les Liens qui libèrent, 2020.

O'NEIL Cathy, *Algorithmes : la bombe à retardement*, trad. fr. S. Marty, France, Les Arènes, décembre 2018.

TOUSSAINT Stéphane, *Humanismes, Antihumanismes. De Ficin à Heidegger. Tome 1*, Paris, Belles lettres, 2008.

VINCENT-LANCRIN Stephan, *et. al.*, *Développer la créativité et l'esprit critique des élèves : Des actions concrètes pour l'école*, La recherche et l'innovation dans l'enseignement, Paris, Éditions OCDE, 2020, <https://doi.org/10.1787/8ec65f18-fr>.

Thèses de doctorat

BOUDREAU Marie-Claude, « La compétence éthique en milieu de travail : Une perspective pragmatiste pour sa conceptualisation et son opérationnalisation », Thèse de doctorat en philosophie pratique, sous la direction d'André Lacroix, co-dirigé par Luc Béguin, Université de Sherbrooke, 2019.

PIETERS Céline, *The words of robotics: a rhetorical approach*, Thèse de doctorat en sciences appliquées, sous la direction d'Emmanuelle Danblon et Jean-Paul Laumond, INSA de Toulouse, Université libre de Bruxelles, 2020. English.

Articles et publications scientifiques

BAIENSON Jeremy N., IYENGAR SHANTO, Yee Nick, *et. al.*, « Facial Similarity between Voters and Candidates Causes Social Influence », *Public opinion quarterly*, 2008, 72.5, p. 935–961. Web.

BERNS Thomas, *et. al.*, « Secret et transparence : une réflexion à partir de l'analyse des formes de normativité à l'époque contemporaine », *Rue Descartes*, 2020, vol. 98, no. 2, p. 118-144.

BERNS Thomas, « Les secrets de la transparence : l'exemple du moteur de recherche », *Pistes*, à paraître en 2022, numéro sur "Que faire de la transparence technique ?", ed. Tyler Reigeluth et Seddik Benlaksira.

BERNS Thomas, « Insulte et droit post-souverain », *Multitudes*, 2015, vol. 59, no. 2, p. 120-125.

BERNS Thomas, ROUVROY Antoinette, « Gouvernamentalité algorithmique et perspectives d'émancipation. Le disparate comme condition d'émancipation par la relation ? », *Réseaux*, vol. 177, no. 1, p. 163-196.

BERNS Thomas, ROUVROY Antoinette, « Le nouveau pouvoir statistique. Ou quand le contrôle s'exerce sur un réel normé, docile et sans événement car constitué de corps "numériques" ...», *Multitudes*, 2010, vol. 40, no. 1, p. 88-103.

- BONNEMAINS Vincent, TESSIER Catherine, SAUREL Claire, « Machines autonomes "éthiques" : questions techniques et éthiques », *Revue française d'éthique appliquée*, 2018, vol. 5, no. 1, p. 34-46.
- BRUNEAULT Frédéric, SABOURIN-LAFLAMME Andréanne, MONDOUX André, « Former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : référentiel de compétence », [Référentiel de compétence], 2022, <https://doi.org/10.31235/osf.io/38tfv>
- CÔTÉ Marcel, « La philosophie du raisonnable de Chaïm Perelman. », *Laval théologique et philosophique*, 1985, 41.2, p. 195–204.
- DANBLON Emmanuelle, « Quels mots pour convaincre ? », *Sciences Humaines*, vol. 246, no. 3, 2013, p.13.
- DIDIER Christelle, « Chercheurs de sens, discrètes sentinelles d'un monde qui vient », *revue responsables*, MCC, 2020, 447, p. 14-15.
- DIDIER Christelle, « Quels contenus pour un enseignement en éthique pour de futurs ingénieurs ? Bilan après 10 ans d'expérience d'enseignement », dans B. Feltz, P. Goujon, B. Hériard Dubreuil, S. Lavelle, W. Lesch, *Éthique, technique et démocratie*, Éditions Academia, 2007, p. 271-287.
- DIDIER Christelle, « Les ingénieurs et l'éthique professionnelle. Pour une approche comparative de la déontologie. » dans C. Gadéa, D. Demazières, *Sociologie des groupes professionnels. Acquis récents et nouveaux défis*, La Découverte, 2009, p. 208-218.
- EDWARDS Lilian, VEALE Michael, « Slave to the algorithm? Why a 'Right to an explanation' is probably not the remedy you are looking for », *Duke law and technology review*, 2017, 16-1, p. 1-65.
- GORNET Mélanie, « Enjeux d'éthiques liés aux algorithmes d'apprentissage machine et mise en œuvre technique de recommandations », [Projet de fin d'études-Rapport de stage], CNPEN, L'ISAE SUPAERO, Sciences Po, 2021.
- HAARSCHER Guy, « Perelman (Chaïm). *Le raisonnable et le déraisonnable en droit. Au-delà du positivisme juridique.* », [compte-rendu], *Revue belge de Philologie et d'Histoire*, 1988, 66-4, p. 927-928
- KIRCHNER Claude, « Éthique de la conversion numérique », dans *Mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Caen. Conférence nationale des académies*, vol LVII, Caen, octobre 2022, ISBN 978-2-9557991-6-1
- LE BRIS Catherine, « Transhumanisme et Droits de l'homme : la protection de l'humanité et de l'identité humaine. » *Droit, Santé et Société*, 2020, 3-4.3, p. 21–32.
- LE MOLI Ginevra, « IA vs dignité humaine : quand la sous-performance humaine est légalement requise », *La revue européenne du Droit*, 2022, n°4, p. 122-128.

- MARKS Elizabeth, HICKMAN Caroline, PIHKALA Panu, CLAYTON Susan, LEWANDOWSKI Eric R., MAYALL Elouise E., WRAY Britt, MELLOR Catriona, VAN SUSTEREN Lise, « Young People’s Voices on Climate Anxiety, Government Betrayal and Moral Injury: A Global Phenomenon. », *The Lancet Planetary Health*, 2021, Volume 5, Issue 12, [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00278-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00278-3)
- MAZEAU Laurène, « Intelligence artificielle et responsabilité civile : Le cas des logiciels d’aide à la décision en matière médicale », *Revue pratique de la prospective et de l’innovation*, 2018, 1, p. 38-43.
- MARTIN-JUCHAT Fabienne, MÉNISSIER Thierry, « Se projeter affectivement dans la modernité avancée : action collective, réflexivité, autonomie », *Revue Française des Sciences de l’Information et de la Communication*, [en ligne], 14 | 2018, URL : <https://journals.openedition.org/rfsic/4068>
- MÉNISSIER Thierry, « Quelle éthique pour l’IA ? Naissance et développements de l’intelligence artificielle à Grenoble », [Colloque Académie Delphinale], *Naissance et développement de l’intelligence artificielle*, Grenoble, 10 octobre 2019.
- MÉNISSIER Thierry, « Un “moment machiavélien” pour l’intelligence artificielle ? : La Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l’IA. », *Raisons politiques : études de pensée politique*, N°77.1, 2020.
- MÉNISSIER Thierry, « Les formes imparfaites de la souveraineté numérique », [Séminaire “Société & souveraineté”], IPhiG & PACTE, UGA, Grenoble, Déc. 2020.
- MEPHAM Ben, « A Framework for the Ethical Analysis of Novel Foods: the Ethical Matrix », *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 12, p. 165-176.
- PERELMAN Chaïm, « L’usage et l’abus des notions confuses », *Logique et Analyse*, vol 21, no. 81, 1978, p. 3-17.
- RASMUSSEN Anne, « Critique du progrès, “crise de la science” : débats et représentations du tournant du siècle », *Mil neuf cent*, 1996, n°14, p. 89-113.
- ROUVROY Antoinette, ZACKLAND Manuel, « Enjeux éthiques situés de l’IA », *Revue française des Sciences de l’information et de la communication*, n°25, 2022.
- SCHUMACHER Ernst Günter, « “Éthique” et “morale” en français, en allemand et en anglais », *Revue du MAUSS*, 2006, no. 2, vol. n° 28, p. 367-382.
- TESSIER Catherine, « Éthique et IA : analyse et discussion », *CNIA 2021 : Conférence Nationale en Intelligence Artificielle*, Juin 2021, Bordeaux (en ligne), p. 22-29.
- URBANSKI Sébastien, « Compte-rendu d’ouvrage - E. Danblon, L’Homme rhétorique. Culture, raison, action », [compte-rendu], *Revue européenne des sciences sociales*, 2015.

Textes normatifs sur l'éthique du numérique et de l'IA

- CNIL, « Comment permettre à l'homme de garder la main ? Les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle, synthèse du débat public animé par la CNIL dans le cadre de la mission de réflexion éthique confiée par la loi pour une république numérique », décembre 2017.
- Commission européenne (2020), « Livre blanc. Intelligence artificielle. Une approche européenne axée sur l'excellence et la confiance. », publication de la commission, COM (2020) 65 final, février 2020, Bruxelles.
- Commission européenne (2021), « Proposition de Règlement du parlement européen et du conseil établissant des règles harmonisées concernant l'intelligence artificielle (Législation sur l'intelligence artificielle) et modifiant certains actes législatifs de l'Union », (2021/0106 (COD), avril 2021, Bruxelles.
- Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle (GEHN IA), « The Assessment List For Trustworthy Artificial Intelligence (ALTAI) », le 17 juillet 2020.
- Groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle (GEHN IA), « Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance », le 8 avril 2019.
- Déclaration de Montréal pour un développement de l'IA responsable de l'intelligence artificielle, 2018.
- Parlement européen (2020), « Avis de la commission de la culture et de l'éducation à l'intention de la commission des affaires juridiques contenant des recommandations à la Commission sur le cadre des aspects éthiques de l'intelligence artificielle, de la robotique et des technologies afférentes », (2020/2012(INL)), 3 septembre 2020, Bruxelles.
- Parlement européen (2021), Résolution du parlement « L'intelligence artificielle dans les domaines de l'éducation, de la culture et de l'audiovisuel », Rapport d'initiative du Parlement européen du 19 mai 2021 sur l'intelligence artificielle dans les domaines de l'éducation, de la culture et de l'audiovisuel, (2020/2017(INI)), 19 mai 2021, Bruxelles.
- Rapport de la Commission Bronner (janvier 2022), « Les Lumières à l'ère numérique », mission confiée par le président français Emmanuel Macron le 29 septembre 2021.
- UNESCO, « Rapport de la commission sciences sociales et humaines (SHS) », 41 C/73, 21 novembre 2021.
- VILLANI Cédric (mars 2018), « Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale européenne. », mission confiée par le Premier ministre français Édouard Philippe, mission parlementaire du 8 septembre 2017 au 8 mars 2018.

Avis, charte et rapports de comités d'éthique

ALLISTENE, « Proposition de formation doctorale. Initiation à l'éthique de la recherche scientifique », Cahier de la CERNA, juin 2016.

ALLISTENE, « Éthique de la recherche en robotique », Rapport n°1 de la CERNA, 2014.

CNPEN, « Le “véhicule autonome” : enjeux d'éthique », avis n°2, 2021.

CNPEN, « Agents conversationnels et enjeux d'éthique », avis n°3, 2021.

IESF, « Charte d'éthique de l'ingénieur », 2001.

Rapport d'activité du CCNE 2019-2020.

Manifestes

CNPEN, « Manifeste pour une éthique du numérique », Avril 2021.

Ingénieurs sans frontières, « Manifeste Pour une formation citoyenne des ingénieurs », 2014.

The Shift Project, « Former l'ingénieur du XXI^e siècle », 2022.

Articles de presse

Anonyme, « Désertion sans transition. Entretien avec Romain Boucher, ingénieur déserteur. », *lundi matin*, N°286, le 4 mai 2021, <https://lundi.am/Desertion-sans-transition>

BREUNEVAL Fanny, « Les écoles d'ingénieurs libèrent la parole sur l'écoanxiété », *novethic*, publié le 27 octobre 2022, <https://www.novethic.fr/actualite/economie/isr-rse/les-ecoles-d-ingenieur-liberent-la-parole-sur-l-ecoanxiete-151151.html>

CHAVANNE Yannick, « Microsoft remplace son score de productivité par un score d'adoption », *ICT Journal*, publié le 28 août 2022 à 16h55, <https://www.ictjournal.ch/news/2022-08-29/microsoft-replace-son-score-de-productivite-par-un-score-dadoption>

DE LAUBIER Charles, « Pourquoi le numérique contribue de plus en plus au réchauffement climatique », *Le Monde*, publié le 09 janvier 2022 à 17h30, https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/01/09/le-numerique-dans-le-piege-climatique_6108779_3234.html

FALCO Élodie, « NFT, Bابتou, écoanxiété... Quels mots font leur entrée dans le dictionnaire Le Petit Robert 2023 ? », *Le Journal du Dimanche*, publié le 15 octobre 2022 à 15h37,

<https://www.lejdd.fr/Culture/nft-babtou-ecoanxiete-quels-mots-font-leur-entree-dans-le-dictionnaire-le-petit-robert-2023-4140960>

GOMEZ Pierre-Yves, « Phénomène de “grande démission” : L’effet boomerang de la gestion individualisée des performances », *Le Monde*, publié le 26 septembre 2022 à 18h00 https://www.lemonde.fr/emploi/article/2022/09/26/l-effet-boomerang-d-une-gestion-individualisee-des-performances_6143280_1698637.html

PEYRONNET Charlotte, « Ces robots qui pourraient remplacer les abeilles », *Le Figaro*, publié le 04 août 2014 à 13h13, <https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2014/08/04/32001-20140804ARTFIG00133-ces-robots-qui-pourraient-remplacer-les-abeilles.php>

MERRILL Jeremy B., ORESMUS Will, « Five points for anger, one for a ‘like’: How Facebook’s formula fostered rage and misinformation. », *The Washington Post*, publié le 26 octobre 2021 à 7 h, <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/10/26/facebook-angry-emoji-algorithm/>

MILLER Marine, « “La Révolte”, enquête sur cette “élite de la nation” qui veut travailler autrement », *Le monde*, publié le 13 octobre 2021 à 15 h 00, https://www.lemonde.fr/campus/article/2021/10/13/la-revolte-enquete-sur-cette-elite-de-la-nation-qui-veut-travailler-autrement_6098195_4401467.html

NASI Margherita, « Dans les écoles d’ingénieurs aéronautiques, la déprime “existentielle” des étudiants », *Le Monde*, publié le 16 décembre 2021 à 02 h 02, https://www.lemonde.fr/campus/article/2021/12/16/turbulences-ethiques-dans-les-ecoles-d-ingenieurs-aeronautiques_6106228_4401467.html

QUIGNON Catherine, « Dans les entreprises, l’essor du management par les algorithmes », *Le Monde*, publié le 20 février 2022 à 17h00 https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/02/20/dans-les-entreprises-l-algorithme-prend-la-direction_6114517_3234.html.

SAUVAGE Carole, « Anticiper les chocs à venir » : à Toulouse, le mastère qui change la vie des ingénieurs », *Le Monde*, publié le 27 janvier 2022 à 08 h 00 https://www.lemonde.fr/campus/article/2022/01/27/anticiper-les-chocs-a-venir-a-toulouse-le-mastere-qui-change-la-vie-des-ingenieurs_6111175_4401467.html

Documents audiovisuels

Arte, *Entretien avec Bruno Latour*, épisode 1-12, réalisé par Nicolas Truong et filmé par Camille de Cheney, 2021, <https://www.arte.tv/fr/videos/RC-022018/entretien-avec-bruno-latour/>

Collège de Rosemont, *La délibération sur les enjeux éthiques de l’IA*, 11 novembre 2021, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=xJUcNqrbq4k>

Des agros qui bifurquent, *Appel à désertier – Remise des diplômes AgroParisTech 2022*, 10 mai 2022, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=SUOVOC2Kd50>

Éducation France, *Enjeu et défis d'enseigner l'esprit critique. Point d'étape des travaux du CSEN*, 25 mars 2021, Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=Nm0FPLJ3-Q8>

Ingénieurs Engagés, *Éthique et Ingénierie - Christelle Didier et Fanny Verrax*, juillet 2020, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=JfQmNcc8xFw>

Lundi Matin, *Démissionner, bifurquer, désertier - rencontre avec des ingénieurs*, 20 juin 2022, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=P6KKFdlvAfc>

NUSSBAUM Martha, *Political Emotions*, 18 décembre 2014, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=87hwtoLfd6I>

Mind, *MMS#4 Un serious game: Be human in the chaos*, 17 novembre 2016, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=OaVXDVi29bw>

HARRIS Owen, *Be right back*, Épisode 1, Saison 2, Black Miroir, première diffusion le 11 février 2013 sur Channel 4.

CORREA Pedro, UCLouvain, *Discours de remise des diplômes aux ingénieurs civils*, 12 décembre 2019, YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=uAE22c19EjU>

Conférences / Séminaires

AFIA, « IA pour l'enseignement », [Web Conférence via Webex], 3^e Journée "Enseignement et Formation en IA", 06/01/2022.

CRÉ, OBVIA « Comment former à l'éthique de l'IA en enseignement supérieur : Présentation d'un référentiel de compétences », Les midis de l'éthique, [Web Conférence via Zoom], 17/10/2021.

MIAI Grenoble Alpes, Bretel A., « Responsabilité, explicabilités et valeurs de l'IA », [Web Conférence via Zoom], États généraux de l'éthique de l'IA, 27/10/ 2021.

Autres

Académie Française (en ligne). Éthique. Dans *Dictionnaire*.

MinnaLearn et l'Université d'Helsinki, « *Elements of IA* », [MOOC], <https://www.elementsofai.fr/>

Université Paris-Saclay, « Ethics&Stics », [MOOC], <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/ethics-stics/>



Faculté de
Philosophie et
Sciences sociales

Département de Philosophie, Éthique et Sciences des religions et de la laïcité

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master 2.

Master en éthique

Finalité en Droit et médias

Vol. 2 ANNEXES

**La formation à l'éthique du numérique
dans l'enseignement supérieur (ingénierie et filières scientifiques) entre injonctions
politiques et pratiques de terrain à l'heure de la crise écologique
et de l'essor de l'intelligence artificielle.
Quelles pistes d'évolution pour les formations ?**

*Une enquête de terrain menée en France dans le cadre d'un stage au CNPEN
(Comité national pilote d'éthique du numérique).*

Léa ROGLIANO

Sous la direction de : Thomas BERNIS

Lecteur-trice-s : Marie-Geneviève Pinsart, Tyler Reigeluth.

Année académique 2021-2022



Table des matières

Audition de Raja CHATILA	3
Audition de Christelle DIDIER.....	7
Audition de Gilles DOWEK	15
Audition de Yann FERGUSON	19
Document complémentaire : Grille éthico-technique.....	27
Audition d'Éric FOURNERET	29
Audition de Christine FROIDEVAUX	34
Audition d'Alexeï GRINBAUM.....	39
Audition de Mélanie GORNET.....	44
Audition de Thierry MÉNISSIER.....	48
Audition de Catherine TESSIER.....	52

AUDITION de M. Raja CHATILA le 16/02/2022

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE M. RAJA CHATILA CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT À L'ÉTHIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR·E·S INGÉNIEUR·E·S.

Raja Chatila est professeur émérite d'intelligence artificielle, de robotique et d'éthique à Sorbonne Université. Il est également président de l'Initiative mondiale IEEE sur l'éthique des systèmes autonomes et intelligents, co-président du groupe de travail sur l'IA responsable du PMIA (Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle), membre du groupe d'experts européens sur l'intelligence artificielle et membre du CNPEN.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Commencer par poser la question du pourquoi
2. Interroger les valeurs
3. La dignité humaine comme fondement du questionnement éthique
4. Identifier les parties prenantes
5. Enseigner les théories éthiques à posteriori, à partir de la pratique d'un cas d'étude
6. Un·e ingénieur·e citoyen·ne
7. Que pensez-vous de l'idée de Monsieur Yann Ferguson d'un cours pluridisciplinaire qui convoquerait l'éthicien·ne, le ou la sociologue, les enseignant·e·s du Technique ?
8. Pensez-vous, comme l'Europe le met en avant, que l'éthique puisse être un levier d'innovation ?

1. Commencer par poser la question du pourquoi

Pour R. Chatila, la question du pourquoi est la première chose à apprendre aux ingénieur·e·s afin d'envisager l'utilité, les objectifs et les impacts des projets à concevoir. Cependant, les écoles ne sont pas structurées pour leur permettre de se poser cette question. Cela peut s'expliquer par le fait que le milieu professionnel soit lui aussi réticent à laisser émerger la question de la finalité.

Raja Chatila note cependant que certaines entreprises commencent à réagir et souhaitent développer une réflexion éthique (assessment) en lien avec les textes européens et notamment, le texte écrit par le groupe d'experts indépendants de haut niveau sur l'intelligence artificielle, *Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance*. Il cite à titre d'exemple l'entreprise Fuji qui a mis en place un processus d'auto-évaluation (self-assessment) dans la démarche de conception de ses ingénieur·e·s. M. Chatila y voit des raisons d'espérer mais pointe le fait que cela est loin d'être la norme. Pour que l'éthique intègre réellement les entreprises, il faudrait, selon lui, des contraintes légales.

D'autre part, il faudrait, selon M. Chatila, que l'éducation à l'éthique soit dispensée à toute la chaîne de commandement des entreprises, y compris les CEO.

« Il faut remonter dans la chaîne décisionnelle de l'entreprise pour donner plus de pouvoir aux ingénieurs, leur donner l'opportunité de remettre en question les raisons, le pourquoi. » R. Chatila.

2. Interroger les valeurs

« Je pense que la question des valeurs est essentielle et que la démarche de conception orientée valeurs est essentielle à apprendre et à enseigner. » R. Chatila.

R. Chatila recommande de faire réfléchir les étudiant·e·s à la notion de valeur. Dans les cours qu'il dispensait, il prenait souvent l'exemple de la *Déclaration des droits humains* de 1948 pour faire travailler ses élèves sur les valeurs sous-jacentes au texte en analysant ses articles : liberté, éducation, accès à la nourriture, emplois...

R. Chatila expose sa conviction que les valeurs éthiques traditionnelles sont à réinterroger à l'aune des problématiques propres au numérique.¹ En effet, la bioéthique, plus ancienne que l'éthique du numérique, a teinté les valeurs éthiques relativement à sa propre histoire et les spécificités de ses pratiques. Certaines valeurs sont d'ailleurs plus propres au numérique, comme la vie privée. Pour faire raisonner les valeurs avec les cas éthiques que posent les nouvelles technologies, on ne peut faire l'économie de les examiner à nouveau.

« Les principes à l'œuvre dans la bioéthique ont été conçus après la seconde guerre mondiale et reposent sur l'intégrité de l'être humain, au sens physique du terme : la santé et l'intégrité. Les valeurs d'autonomie, de justice, la non-malfaisance, la bienfaisance² existent dans la bioéthique mais les deux premières ont disparu au fur et à mesure au profit d'une éthique utilitariste basée sur le bénéfice-risque. Prenons la valeur de l'autonomie, elle est interrogée différemment dans les problématiques numériques que dans la bioéthique. On peut penser au choix laissé ou pas de ne pas utiliser les technologies, aux cookies, aux manipulations sur les réseaux sociaux, aux chambres d'échos... Dans l'éthique du numérique, l'autonomie se traduit souvent par la primauté de la décision humaine sur celle de la machine, ce qui n'est pas le sujet en bioéthique. Il est question de savoir qui doit décider de l'homme ou de la machine. » R. Chatila.

La question de l'autonomie est d'autant plus importante qu'elle mobilise la question des savoir-faire. R. Chatila pointe l'exemple du diagnostic médical assisté par IA. Pour lui, c'est une illusion de penser que l'humain continuera à prendre la décision en bout de chaîne car en déléguant son expertise aux machines, il perdra nécessairement l'expertise de valider ou d'invalider les résultats de la machine. Les formations nécessaires à la compréhension des résultats sont vouées à se perdre. Ainsi, nous devenons obligés de suivre la décision de la machine sous prétexte qu'elle pourrait en savoir plus que nous et ce, d'autant que nous lui déléguons une partie de nos savoir-faire, et qu'elle est plus rapide... La question qui demeure est donc de savoir à partir de quel moment l'usage devient obligation. R. Chatila ne doute aucunement du fait que nous puissions travailler avec des machines. Il interroge la part laissée au libre-arbitre qui sous-entend d'être informé (et formé), et de réfléchir pour être en mesure de décider.

¹ Voir l'article de R. Chatila, « Bioéthique et éthique du numérique. Une hybridation paradoxale », dans COMITÉ NATIONAL PILOTE D'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE, *Pour une éthique du numérique*, Coordonné par Éric Germain, Claude Kirchner et Catherine Tessier, PUF, février 2022.

² Le terme de « bienfaisance » est préféré par R. Chatila à celui de « bienfaisance » pouvant avoir un écho religieux, dans le sens de charité.

3. La dignité humaine comme fondement du questionnement éthique

Si, comme nous venons de le voir, les valeurs sont à interroger afin de les mobiliser dans toute leur puissance, contextualisées et renouvelées, une valeur reste première pour R. Chatila, celle de la dignité humaine. Elle peut servir de point de repère, comme un phare dans une mer agitée, lorsque le cas est complexe ou paraît presque insoluble. R. Chatila parle de « racine » à partir de laquelle on peut faire émerger les autres valeurs.

« La dignité humaine n'est pas un concept algorithmisable. Les notions de "machine ethics" ou "d'éthique artificielle" sont un non-sens. Ça n'existe pas parce qu'on ne peut pas définir ce qu'est la dignité humaine à une machine. On ne peut pas dire la dignité c'est : a, b, c, d... La dignité est un concept intrinsèquement flou et qui doit le rester. Car, dès lors qu'on commence à définir la dignité humaine, on la limite. Je pense que partir de la dignité est une très grande source de richesse pour envisager la manière dont les êtres humains doivent agir entre eux, de manière kantienne et non utilitariste. Énumérer les valeurs n'est pas simple. Il faut partir de la dignité et les laisser couler en fonction du contexte. Par exemple, voici comment il faudrait énoncer le problème des scanners des aéroports dont nous avons parlé : laisser les personnes apparaître nues dans les scanners des aéroports, est-ce une atteinte à leur dignité ? » R. Chatila.

4. Identifier les parties prenantes

Raja Chatila recommande d'apprendre aux élèves à identifier les différentes parties prenantes. Il cite le texte de Sarah Spiekermann, *Ethical IT Innovation: A Value-Based system Design Approach* où elle développe l'exemple du problème éthique qui s'est posé lorsque la technologie des scanners pour les aéroports a été lancée. Les scanners ont été développés pour aider les services de sécurité à trouver des armes cachées sous les vêtements de passagers, mais l'image des passagers les montrait nus sur les écrans de sécurité. Ce cas illustre la nécessité d'apprendre à identifier préalablement les parties prenantes. En effet, si les ingénieur·e·s et développeur·euse·s s'en tiennent à la demande de leurs commanditaires, ils et elles risquent de passer outre des problèmes qui ne manqueront de se poser ultérieurement (ici le problème du respect de l'intimité des personnes). Plutôt que de montrer les corps tels qu'ils apparaissaient par le traitement d'image natif, les développeur·euse·s ont pris le parti par la suite de faire apparaître les objets cachés sur une silhouette plutôt que sur l'image de la personne elle-même.

5. Enseigner les théories éthiques a posteriori, à partir de la pratique d'un cas d'étude

Raja Chatila témoigne de son expérience d'enseignant. Il raconte que la première année de son cours d'éthique des technologies (robotique et IA), il avait commencé par expliquer les différentes formes éthiques, les distinguer de l'intégrité scientifique, de la déontologie, de la conception scientifique, à la suite de quoi, il en était venu à un exemple en lien avec la robotique. Voyant que cette approche ne fonctionnait pas sur les élèves, R. Chatila a décidé de travailler en lien avec les projets concrets que les étudiant·e·s devaient réaliser dans leurs stages en entreprises. Si certains industriels étaient réticents à ce que leurs projets soient discutés (pas forcément pour des questions éthiques), la plupart ont accepté. La première question posée par R. Chatila était la question du pourquoi. La seconde, des parties prenantes et des parties impactées. Ensuite seulement, R. Chatila a commencé à introduire les théories éthiques telles que l'utilitarisme, le déontologisme, la question des valeurs en lien avec les projets développés. R. Chatila suivait ainsi une méthodologie

différente : partir de projets réels que les étudiant·e·s doivent réaliser et travailler sur les motivations du projet, puis sur l'identification des valeurs des parties prenantes, réfléchir sur les tensions possibles entre ces valeurs, arbitrer, et enfin proposer en conséquence la solution technique appropriée pour la conception du système. Pour l'examen, les élèves devaient réfléchir sur des cas concrets, par exemple sur les véhicules autonomes en mettant au jour les parties prenantes, les valeurs possibles...

6. Un·e ingénieur·e citoyen·ne

Pour Raja Chatila, le rôle de l'éducation, dans tous les domaines, est avant tout de former des citoyens responsables. Dans cette optique, il place l'ingénieur·e comme un·e ingénieur·e citoyen·ne. Cependant, il note que l'éducation semble avoir perdu cet objectif de vue. Il pointe cet angle mort dans la formation des ingénieur·e·s en prenant l'exemple de la disparition de l'histoire des sciences dans les programmes d'enseignement scientifique et l'absence de discussion des questions de motivation des découvertes et des technologies et de leur impact sur la société.

« Dans tous les enseignements que l'on fait, vous remarquerez qu'il y a quelque chose qui a totalement disparu, c'est l'histoire des sciences. Quand on enseigne l'IA, on dit quelques mots sur l'origine de l'IA mais on ne va pas plus loin. On n'expose pas pourquoi on en est arrivé là à ce moment-là, ce que ça veut dire, quelles sont les implications alors que de nombreux concepteurs se sont posés ces questions. Par exemple, Nobert Wiener, inventeur de la cybernétique, a écrit un essai, *The human use of the Human Beings*, dans lequel il se pose la question de l'asservissement de l'homme, une question sociologique donc. » R. Chatila

7. Que pensez-vous de l'idée de Monsieur Yann Ferguson d'un cours pluridisciplinaire qui convoquerait l'éthicien·ne, le ou la sociologue, les enseignant·e·s du Technique ?

Pour R. Chatila, l'idée est bonne mais uniquement si l'enseignement à plusieurs voix est coordonné et concerté par tou·te·s les enseignant·e·s. Faire travailler les étudiant·e·s sur des sujets où chacune des facettes des différentes spécialités apparaîtrait (sociologie, philosophie, droit, technique...) lui semble une bonne façon de procéder. Cependant, il se dit pessimiste sur la possibilité de mise en œuvre d'une telle approche.

8. Pensez-vous, comme l'avance l'Europe, que l'éthique puisse être un levier d'innovation ?

Raja Chatila met en garde contre le terme d'innovation : « L'innovation n'est pas une déesse à laquelle on peut tout sacrifier. » Pour lui, innover n'est pas positif en soi. Bien souvent, ce terme n'est employé que pour donner une image positive du simple fait de vouloir vendre en refusant les contraintes.

Cependant, pour R. Chatila, l'éthique peut permettre une innovation différente. Il s'oppose à l'idée selon laquelle l'éthique ralentirait l'innovation en précisant qu'elle peut en revanche ralentir voir interdire certaines innovations non désirables. Pour le reste, elle encourage d'autres types d'innovations, plus respectueuses des valeurs choisies par l'Europe.

R. Chatila avance d'autre part l'importance d'éduquer le public (consommateurs, citoyen·nes) à refuser les innovations non éthiques.

AUDITION de Mme Christelle DIDIER le 31/03/2022 par zoom.

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE MME CHRISTELLE DIDIER CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT À L'ÉTHIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR·E·S INGÉNIEUR·E·S.

Christelle Didier est maîtresse de conférences en sciences de l'Éducation à l'Université de Lille, membre du laboratoire CIREL-Proféor depuis octobre 2013. Christelle Didier a publié de nombreux ouvrages de référence sur l'éthique des ingénieurs dont *Penser l'éthique des ingénieurs* et *Les ingénieurs et l'éthique : Pour un regard sociologique*. Elle a enseigné pendant 20 ans, l'éthique, la RSE et le développement durable dans diverses écoles d'ingénieurs. Elle n'enseigne plus l'éthique aux ingénieur·e·s aujourd'hui mais continue d'intervenir sous la forme de conférences. Évaluatrice dans plusieurs revues académiques (Technology and society, European Journal of engineering education, Engineering Studies), elle est directrice d'édition associée pour la collection Philosophy of Technology and Engineering aux éditions Springer et collabore régulièrement à la base documentaire Techniques de l'ingénieur.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Les enseignements dispensés par Christelle Didier
2. L'importance d'adapter les formations à la culture du pays d'enseignement
 - a) Particularités du système français
 - b) Les études d'ingénieurs : des formations calibrées pour former des élites
 - c) Une absence de manuels scolaires français pour l'enseignement de l'éthique en école d'ingénieurs
3. Compétences versus connaissances en éthique
 - a) La notion de compétence éthique n'est pas un allant-de-soi en France
 - b) Connaissances et compétences, un équilibre à trouver
 - c) Une absence de laboratoires universitaires en capacité de former des chercheur·e·s et des formateur·rice·s en éthique de la technique
 - d) Un vide institutionnel qui empêche la formation des formateur·rice·s
4. Visée de l'enseignement éthique selon Christelle Didier
 - a) Une pédagogie centrée sur un groupe socio-professionnel
 - b) Structuration des études d'ingénieurs en France et volonté de questionnement sur l'utilité sociale : un paradoxe
5. La place du corps et des émotions
 - a) Gérer l'incertitude
 - b) Les stages ouvriers

1. Les enseignements dispensés par Christelle Didier

De 1993 à 2013, C. Didier a enseigné à l'ICL (Institut catholique de Lille). Elle a dispensé des cours dans des écoles d'ingénieurs et de commerce, et ponctuellement en licence de Droit, de Lettres, de Sciences et de Sciences économiques et sociales. Dans ce cadre, elle a conçu des cours

d'éthique en histoire (« Figures d'ingénieurs »), en sociologie des techniques (« Impact social des techniques ») et sur la prise de responsabilité (« Éthique et RSE »), au sein des écoles de la Fédération Universitaire et Polytechnique de Lille : HEI, ISA, ICAM, IST, ISEN, ESTIT³, (1994 à 1999, 12 h/20 étudiants). Elle a aussi enseigné à l'école des Mines de Douai (« Éthique industrielle » de 1996 à 2009, 12 h/200 ét.), à l'ENS Chimie Rennes (« Éthique et ingénieurs » de 1998 à 2001, 9 h/100 ét.). Enfin, elle a conçu en 1999 un cours d'éthique en tronc commun à HEI (20 h/300 étudiants, réalisé par un vacataire).

De 2002 à 2013, ses activités d'enseignement se sont déployées surtout auprès d'élèves-ingénieurs, autour de sujets en lien avec le développement durable et la responsabilité sociale et environnementale des Entreprises (RSE). Elle a développé dans cette période de nouveaux cours en éthique professionnelle, développement durable, RSE et sur l'alerte éthique en entreprise, pour l'école des Mines de Nantes (2006 à 2011 : 6 h/150 ét.), l'école Centrale de Lille (2004 à 2010, 10 h/ 300 ét. + 16 h/15 ét.), l'Institut Lasalle Beauvais (2008-2009, 12 h/90 ét.), l'EDHEC (2006 à 2009, 8 h/70 ét.), M2 de Droit, M2 de Sciences économiques, L3 de Sciences et technologie et L3 sciences de la communication (2005-2013, option 8 h/30 ét.).

Tout au long de sa carrière, elle a également donné de nombreuses conférences sur l'éthique de l'ingénierie et dirigé différentes thèses.

2. L'importance d'adapter les formations à la culture du pays d'enseignement

a) Particularités du système français

Les classes préparatoires sont une particularité française. La moitié des étudiant·e·s ingénieur·e·s passent par des classes préparatoires avant d'intégrer une école d'ingénieurs. Ces formations sont généralistes. Elles forment majoritairement en deux à trois ans aux mathématiques et à la physique sans réellement se pencher sur le métier d'ingénieur.

Cet aspect généraliste et le prestige attaché aux écoles d'ingénieurs sont une spécificité française. En Angleterre, les filières d'ingénierie ont moins de prestige. En Belgique, on retrouve ce prestige, notamment pour les ingénieurs civils, mieux considérés que les ingénieurs industriels.

« Les enjeux de formation correspondent de fait à un territoire donné, à une culture donnée, avec des allants-de-soi donnés. » C. Didier.

b) Les études d'ingénieurs, des formations calibrées pour former les élites françaises

Christelle Didier cite une enquête européenne⁴ dans laquelle on pose la question aux étudiant·e·s d'écoles d'ingénieurs de savoir s'ils ou elles veulent devenir ingénieur·e·s après leurs études. En Allemagne, 0 % des garçons allemands disent non et seuls quelques pourcents des filles disent non. En France, 20 % des étudiant·e·s disent non. Comment expliquer qu'un cinquième des

³ HEI : Hautes Etudes Industrielles, ISA : Institut Supérieur d'Agriculture, ICAM : Institut Catholique d'Arts et Métiers, ISEN : Institut Supérieur d'Electronique de Nord, ESTIT : Ecole Supérieure Techniques Industrielles et des Textiles

⁴ Conférence des directeurs d'école françaises d'ingénieurs, (2009). « Les motivations des élèves ingénieurs dans le choix de leurs études ». Paris : CDEFI.

étudiant·e·s français·e·s choisissent de se former dans une école d'ingénieurs sans désirer exercer cette profession ?

Tout d'abord, parce que le système éducatif français valorise les mathématiques et la physique. Les grandes écoles sélectionnent les élèves à la vue des résultats dans ces matières. Les élèves doué·e·s en mathématiques et en physique au lycée ont de grandes chances d'être sélectionné·e·s dans les grandes écoles, dont font partie les écoles d'ingénieurs, et ne veulent pas gâcher leur potentiel en se dirigeant vers les universités, qui apparaissent comme des voies moins porteuses en terme d'emploi et de rémunération. S'ils et elles ne savent pas exactement quoi faire plus tard, les "prépas" leur offrent la possibilité de reporter leur choix de quelques années. Pour C. Didier, le système à la française ne nourrit pas les vocations et l'intérêt pour un cœur de métier mais sert à créer une élite.

Pour C. Didier, cet état de fait rend plus difficile le fait d'intéresser les élèves aux enjeux éthiques d'un cœur de métier. En revanche, le prestige lié aux écoles d'ingénieur favorise le recrutement des élèves, contrairement aux pays où ces filières sont moins plébiscitées.

c) Une absence de manuels scolaires français pour l'enseignement de l'éthique en école d'ingénieurs

Christelle Didier pointe l'absence de manuels d'enseignement d'éthique pour les ingénieurs en France alors qu'il en existe de nombreux aux États-Unis. C. Didier explique avoir travaillé sur un manuel en 1998 avec des confrères et n'avoir pas trouvé à l'époque une maison d'édition en France. L'ouvrage a finalement été publié en Belgique, dans la maison d'édition De Boek.⁵ À cause du manque de financement, de l'absence de marché, et des conditions d'édition, l'ouvrage n'a pas pu revêtir l'ambition de base qui était de donner des « cours en éthique clé en main ». Il a été réduit à un manuel de lectures choisies.

« Le premier écrit qui ressemble à un manuel d'éthique pour les ingénieurs est sorti en France en 2019. Il s'agit de l'ouvrage de Fanny Verrax et Laure Flandrin, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?* ⁶ » C. Didier.

C. Didier déplore le manque de matériaux pédagogiques disponibles en France car pour elle, les manuels d'éthique américains, s'ils peuvent être une source d'inspiration, ne correspondent pas au contexte français.

« Je me disais que je ne pouvais pas utiliser [les manuels américains] de but en blanc, car la manière de prendre en considération le souci de l'éthique se manifestait dans un univers complètement exotique pour mes étudiants. Dans les manuels américains, il y a une attention très forte sur l'alerte éthique (*Whistleblowing* en anglais), que l'on peut partager. Cependant, sa mise en récit se fait dans un rapport à l'héroïsme qui nie la dimension collective que l'on peut avoir dans le récit français. Les manuels américains ne parlent par exemple jamais des syndicats. Selon les cultures nationales, le rapport à la morale sera plus individuel ou plus collectif. » C. Didier.

⁵ C. Didier, A. Gireau-Geneaux, B. Hériard Dubreuil, *Ethique industrielle. Textes pour un débat*, Bruxelles, De Boeck Université, 1998.

⁶ F. Verrax, L. Flandrin, *Quelle éthique pour l'ingénieur ?*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2019

C. Didier explique que même si le métier d'ingénieur est de plus en plus globalisé, dans ses modes opératoires et ses impacts dans le monde professionnel, la formation à l'éthique s'ancre forcément dans une culture particulière et ses références en terme de morale. Il va de soi que les références bouddhistes toucheront moins les citoyens européens, mais cela est aussi palpable entre les pays en Europe. Par manque de moyens, de nombreux pays utilisent les manuels américains et se calquent sur leurs normes. Il témoigne avoir eu une discussion avec un collègue japonais qui relatait que, comme en France, le Japon n'avait pas de code de déontologie de l'ingénieur. Au fil de la discussion, ce qui semblait tout d'abord à son interlocuteur comme un manque, est apparu comme une simple différence culturelle.

3. Compétences vs connaissances : un débat à mener en France

a) La notion de compétence éthique n'est pas un allant-de-soi en France

Suite à la sortie du référentiel de compétences en éthique de l'IA pour l'enseignement supérieur québécois publié en 2022, je demande à Christelle Didier son avis sur le fait d'envisager l'éthique comme une compétence. Elle me répond que, si envisager l'éthique comme une compétence peut aller de soi au Québec, culturellement plus proche de la culture libérale américaine (tout en ayant sa propre identité), cela ne va pas de soi en France.

« Il y a beaucoup de personnes en France qui résistent dans le monde académique à cette notion de compétence, qui revient pour eux à adapter les jeunes aux besoins des entreprises et du capitalisme. La notion de compétence éthique vaut la peine d'être réfléchie, mais il faut se rappeler que la logique même de compétence se réfère plus à l'employabilité qu'à la formation aux savoirs. La notion de compétence est un allant-de-soi au Québec mais elle est l'objet de gros débats en France. » C. Didier

b) Connaissances et compétences, un équilibre à trouver

Pour Christelle Didier, on ne peut envisager l'approche de l'enseignement par la compétence sans la fonder sur un socle de connaissances solides. Pour elle, il faut travailler à un juste milieu entre une approche très intellectuelle, très abstraite et très philosophique de l'éthique qui domine en France, et qui est parfois hors-sol, et une approche très pratico-pratique que l'on trouve dans les entreprises et la culture américaine.

C. Didier souligne la nécessaire balance entre production de compétences et production de connaissances. Elle estime que cette balance n'est pas équilibrée en France car la production de connaissances en éthique de la technique est insuffisante. Outre les savoir-faire et les savoir-être, les savoirs sont souvent peu pris en considération et peu traités.

« Pour créer des formations, on s'appuie sur les savoirs savants, qui sont les résultats de recherches qui ont une certaine robustesse, qui ont gagné de la reconnaissance à travers la communauté académique. Ensuite ces savoirs savants sont transformés en savoirs enseignables. Face aux étudiants, l'enseignant doit faire cette transposition didactique. Cela sous-entend qu'il y ait des savoirs savants. Or, il y a une difficulté à identifier où sont ces savoirs savants en éthique de l'ingénierie, de l'informatique... Le développement des compétences est une piste intéressante

mais elle ne doit pas cacher le fait qu'on a besoin d'identifier les controverses académiques et les méthodes trouvées par les universitaires dans ce domaine. » C. Didier.

Christelle Didier estime qu'une approche par la compétence a des avantages mais reste insuffisante pour permettre aux professionnels en situation de dilemme éthique de se positionner. La morale personnelle n'est en effet qu'une composante de la réflexion éthique qui doit être complétée par une compréhension du contexte de l'entreprise, de la société dans laquelle l'entreprise exerce... La réflexion éthique dans le cadre de l'entreprise ne peut se réduire à une approche individuelle.

« Être plus habile à incarner le souci éthique dans des décisions professionnelles, c'est ce que je trouve intéressant dans la logique de compétence. Mais pour moi, ça ne suffit pas parce que c'est trop individualiste. Aux États-Unis, l'éthique de l'ingénierie a été développée avec des philosophes. Il a fallu qu'un lien s'établisse avec les STS⁷ pour que l'on arrive, selon mon point de vue franco-français, à quelque chose de plus fin, qui va au-delà du travail sur la moralité individuelle illustrée avec des cours de philosophie classique. C'est pour cette raison que je pense que pour enseigner l'éthique, nous avons aussi besoin de connaissances historiques, sociologiques... La philosophie pragmatique a apporté cette idée au sein de la philosophie qui vise à penser que le souci éthique ne peut être pris en charge que par la pluridisciplinarité. » C. Didier.

- c) Une absence de laboratoires universitaires en capacité de former des chercheur·e·s et des formateur·rice·s en éthique de la technique

Selon Christelle Didier le manque de structures institutionnelles pour penser l'éthique en ingénierie n'encourage pas la production de savoirs. Elle évoque une difficulté pour les personnes qui souhaitent faire leur thèse sur ces sujets à trouver un lieu où réaliser leur travail. La difficulté à identifier un laboratoire où développer un travail transversal entre éthique et ingénierie représente un frein pour la recherche et la mise en valeur de ce champ de connaissance. Et, de fait, la littérature de référence pour les questions d'éthique et d'ingénierie reste faible en France. Ce problème est structurel et est dû au manque de reconnaissance de la discipline au niveau institutionnel. Christelle Didier prend à titre d'exemple le fait que l'éthique ne soit pas reconnue comme une discipline d'enseignement supérieur.

« En 1994-1995, nous étions deux à Lille à nous intéresser à l'éthique chez les ingénieurs. En France, je pense qu'il n'y avait personne d'autre qui associait le mot éthique et le mot ingénieur. Aux Pays-Bas, ils étaient aussi une poignée, à l'université technologique de Delft. Aujourd'hui en France, il n'y a aucun laboratoire réellement dédié à l'éthique des technologies (hors peut-être les technologies médicales) alors qu'aux Pays-Bas, il existe un laboratoire à cheval entre les quatre grandes universités de technologie qui mobilise 150 chercheurs. [...] En France, nous n'avons pas une seule revue identifiée comme une revue de référence où se publient des articles robustes en éthique des technologies. Les compétences, c'est très bien, mais je souhaite pointer du doigt que

⁷ Les Science and Technology Studies sont un domaine d'étude interdisciplinaire qui étudie la manière dont les facteurs sociaux et politiques interviennent dans les recherches scientifiques ou les innovations technologiques. Ce champ de recherche étudie les transformations sociales, politiques et culturelles qu'entraînent les implémentations techniques.

nous avons un gros problème sur l'élaboration des connaissances. Je ne dis pas qu'il n'y ait pas en France de personnes compétentes ayant développé des connaissances à ce sujet, je dis que les trouver demande un grand effort ! Moi par exemple, on ne me trouve pas là où l'on devrait me trouver. Je n'exerce pas dans un lieu où l'on développe des connaissances en éthique de l'ingénierie. J'exerce dans un laboratoire de sciences de l'éducation et suis plutôt identifiée comme sociologue ». Pourquoi ? Parce que quand j'étais en âge d'écrire une thèse, il n'existait rien. »
C. Didier

d) Un vide institutionnel qui empêche la formation des formateur·rice·s

Pour Christelle Didier, ce vide institutionnel est aussi un frein à la formation des formateur·rice·s en éthique du numérique. La discipline n'étant pas constituée en tant que telle, ceux et celles qui enseignent dans l'éthique du numérique ont d'autres fonctions par ailleurs et se sont souvent formés sur le tas. Christelle Didier souligne de forts besoins de formateur·rice·s en éthique du numérique dans le milieu de l'ingénierie et un risque pour les écoles de recruter du personnel n'ayant pas ni les compétences ni les connaissances nécessaires.

« Il n'existe pas à ce jour en France de chaires universitaires, ou très peu. Il n'y en a pas à la hauteur des besoins de lieux identifiés où seraient produits les savoirs et les controverses académiques. Il y a eu un rapport au Sénat il y a quelques années qui disait que, tant qu'en France on aura pas un CNU⁸ autour de l'éthique, on s'expose à ce que l'éthique soit enseignée par des charlatans, des gens qui s'autoproclament expert en éthique. » Christelle Didier.

4. Visée de l'enseignement éthique selon Christelle Didier

a) Une pédagogie centrée sur un groupe socio-professionnel

Christelle Didier souligne la diversité des champs de connaissances dans le domaine de l'ingénierie. Connaître et comprendre les enjeux éthiques pour dispenser une éthique fortement appliquée demande une double compétence : une formation éthique et une formation au milieu spécifique. Experte du groupe socio-professionnel que forment les ingénieur·e·s qu'elle étudie en tant que sociologue depuis plus de vingt ans, Christelle Didier en est venue à penser que l'éthique doit surtout permettre de travailler la capacité des ingénieur·e·s à questionner le sens, les impacts et les valeurs de leurs domaines d'activité respectifs. Attirer l'attention des futur.es ingénieur·e·s sur le sens de leur travail est d'ailleurs en soi une démarche éthique selon Christelle Didier, dans la mesure où ces étudiant·e·s ont accès à un niveau de connaissances techniques, capables d'influer sur le monde, auquel beaucoup d'autres jeunes n'ont pas accès. Ce privilège doit s'accompagner d'une « exigence de curiosité ».

« Ce qui me frappe, c'est à quel point les ingénieurs peuvent ne pas avoir de vision des finalités des activités dans lesquelles ils s'engagent. Ils sont salariés et travaillent souvent sur une petite partie d'un ensemble. À quoi cela va servir, parfois ils ne le savent pas, parfois ça leur est égal parce qu'ils peuvent être passionnés par ce qu'ils font en tant que tel. C'est cela qui m'intéresse. Je ne suis pas une connaisseuse des problèmes éthiques dans leurs finalités techniques mais une connaisseuse de la capacité qu'ont des hommes et des femmes à ne pas chercher à savoir à quoi

⁸ Conseil National des Universités.

va mener ce qu'ils font du matin ou soir. Du point de vue de la formation éthique, je sais comment la manière dont on a formé les ingénieurs et la manière dont on s'occupe d'eux dans les entreprises, les conduit à ne pas vouloir voir à quoi leur travail va mener. C'est sur cette curiosité là que je travaille. Je ne leur dis pas quels sont les problèmes. Je leur dis que le fait de ne pas savoir si ce que l'on fait a des répercussions sur tel homme, telle femme ou telle espèce naturelle, est un problème pour moi. » C. Didier

Christelle Didier invite à développer les capacités d'argumentation des étudiant·e·s et à les aider à se faire un avis sur les entreprises dans lesquelles ils ou elles vont travailler en leur posant des questions du type : Quels sont les clients de l'entreprise dans laquelle tu travailles ? Qu'en disent les ONG ? Les syndicats ? Christelle Didier affirme que si les questions de l'utilité sociale des activités ont l'air banales, elles sont en réalité très dures à faire passer auprès des ingénieur·e·s.

b) Structuration des études d'ingénieurs en France et volonté de questionnement sur l'utilité sociale : un paradoxe

Pour Christelle Didier, il existe un paradoxe entre les valeurs mises en avant dans les circuits d'ingénierie et les questionnements éthiques exigés assez tardivement quant à l'utilité sociale des activités des ingénieur·e·s. En effet, dès le lycée, les jeunes sont mis en concurrence et apprennent qu'il existe une hiérarchie. Les valeurs d'excellence et de distinction priment et façonnent le registre moral des étudiant·e·s. Ainsi, leur demander plus tard de se mettre à la place des autres, de se poser la question de l'utilité sociale et de l'égalité semble antinomique. Les critères de choix qui déterminent la sélection des ingénieur·e·s, le principe de formation généraliste des années préparatoires abstraites et le manque de pratique de terrain sont, pour elle, problématiques et nuisent à l'approche éthique.

« Les jeunes, plus en France que dans d'autres pays, sont sélectionnés sur leurs capacités d'abstraction, sur leurs capacités de raisonnement mathématique, de rapidité. Tout cela est d'une utilité assez nulle pour l'éthique. » C. Didier.

5. La place du corps et des émotions

a) Gérer l'incertitude

Christelle Didier évoque les travaux d'Hans Jonas⁹ et la remise en question de la manière dont l'éthique se conçoit parallèlement à la montée en puissance des technologies dans la société. Hans Jonas introduit dès les années 70 l'idée que l'on ne peut plus penser l'éthique à partir des simples conséquences visibles ou des intentions des agents mais qu'un principe de précaution, à la hauteur des risques énormes que sont susceptibles de provoquer les nouveaux enjeux scientifiques, s'impose. Il s'agit d'accepter l'incertitude et d'agir en fonction. On retrouve cette idée philosophique derrière le développement durable (RSE) dans les entreprises.

« Le métier d'ingénieur est un métier qui d'emblée plonge le monde dans l'incertitude et qui crée de la richesse en utilisant des ressources naturelles et des ressources humaines. Il pose des problèmes en même temps qu'il en résout. Un poste d'ingénieur qui ne serait pas dans la zone

⁹ Hans Jonas et un titre de publication

grise n'existe pas. Pour les jeunes d'aujourd'hui, ce constat est difficile. Ceux qui se posent ce genre de questions sont dans une angoisse existentielle énorme. » C. Didier

b) Les stages ouvriers

Christelle Didier déplore le manque de contacts réels avec les entreprises dans les premières années d'études des ingénieur·e·s. Pour elle, les stages arrivent trop tard car même si tous les ingénieurs ne travailleront pas en usine par la suite, il est important qu'ils et elles prennent conscience des conséquences de leurs actes, même derrière un ordinateur. En effet, leur activité aura des conséquences sur des personnes. Ces personnes devront-elles accomplir des milliers de gestes répétitifs à l'autre bout du monde ? Pour cette raison, Christelle Didier met en avant les stages ouvriers qui se pratiquaient en première année.¹⁰ Or pour Christelle Didier, c'est justement l'expérience du corps des ouvriers qui permet aux ingénieur·e·s de garder ces problématiques en conscience au long de leur carrière. Elle relève cependant de belles initiatives dans les écoles d'ingénieurs (qui fonctionnent plus aisément sur une logique de projets que les universités) et donne l'exemple d'un groupe d'ingénieur·e·s qui travaille autour du codesign à Lille, et qui fait se rencontrer étudiants, riverains, et utilisateurs pour conduire des projets en lien avec la ville.

¹⁰ C. Didier précise à ce sujet que les stages ouvriers existent encore mais que le fait d'aller vraiment travailler comme ouvrier, qui a été l'idée de départ, a été souvent dévoyé. On leur confie parfois plus de responsabilité car on sait que ce sont de futurs ingénieurs.

AUDITION DE M. Gilles DOWEK le 21/10/2021 au CNPEN

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE M. GILLES DOWEK CONCERNANT LES FORMATIONS À L'ÉTHIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR·E·S INGÉNIEUR·E·S.

Gilles Dowek est chercheur à l'Inria, professeur à l'ENS de Paris-Saclay, membre du CNNum et membre du CNPEN. Informaticien, logicien et philosophe, il travaille en particulier sur la formalisation des mathématiques, le traitement des démonstrations, la physique du calcul, la sûreté aéronautique et l'enseignement, l'épistémologie et l'éthique de l'informatique. Gilles Dowek s'intéresse fortement aux questions d'éducation. Il a par exemple été membre du groupe d'experts constitué par le Ministre de l'Éducation nationale pour proposer les programmes de la spécialité « Informatique et sciences du numérique » en terminale S, ce qui a abouti au programme publié au Bulletin officiel en octobre 2011.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Contrer le sentiment d'hostilité éprouvé par les ingénieur·e·s
2. Cibler les filières : la question du tronc commun
3. Effectuer des tests *in situ* avant déployer les formations sur le territoire
4. Intégrer les ingénieur·e·s à l'élaboration du programme : pour une co-construction
5. Utiliser des méthodes proches des méthodes d'apprentissage utilisées dans les écoles d'ingénierie
 - a) Simplification et narration
 - b) Fonctionner par projet
 - c) Stimuler la curiosité des étudiant·e·s
6. La question de l'orientation politico-philosophique des formations

1. Contrer le sentiment d'hostilité éprouvé par les ingénieur·e·s

« Il y a une dévalorisation générale de la technique qui est assez présente dans nos cultures et qui est assez mal vécue par les ingénieurs. Il faut faire attention à ne pas tomber dans ce travers qui fait que les élèves ingénieurs se disent « nous sommes accusés de tous les maux de la terre », et se ferment au discours éthique ». G. Dowek

Gilles Dowek met en garde contre la défiance des ingénieur·e·s face aux chercheur·e·s en SHS et au grand public, perçu·e·s comme ayant potentiellement un positionnement techno-critique. Ce positionnement est blessant pour les ingénieur·e·s dans la mesure où il s'attaque à l'activité technique en tant que telle, dans laquelle figurent naturellement leurs pratiques. À titre d'exemple, il cite les débats virulents sur la 5G.

Gilles Dowek attire l'attention sur la formulation des problématiques éthiques proposées dans les formations afin de ne pas braquer les élèves. Pour lui, il s'agit d'éviter la généralisation et des débats abstraits pour se centrer des problématiques concrètes que les ingénieur·e·s pourraient rencontrer et sur lesquelles ils pourraient agir.

G. Dowek donne l'exemple suivant pour poser la question du bon ou mauvais usage des technologies. Une des **manières concrètes** serait de s'interroger sur comment faire pour que les algorithmes d'analyse d'images puissent servir à faire de l'analyse médicale sans pour autant servir à faire de la reconnaissance faciale. Est-il possible de ne pas passer de l'un à l'autre ?

Une **manière abstraite** serait d'interroger la technologie elle-même, en généralisant le problème et en posant par exemple la question « Comment faire pour que les technologies soient vertueuses et non perverses ? ». Cette deuxième question conduit, selon G. Dowek, à « des débats qui n'ont pas de fin » et qui remettent en question la technique en tant que telle et donc les ingénieur·e·s en tant que tel·le·s.

2. Cibler les filières, la question du tronc commun

Gilles Dowek est gêné par l'idée d'un tronc commun à toutes les filières d'ingénierie. Selon lui, un tronc commun généraliste et développé autour de notions philosophiques historiques (potentiellement mal choisies) pourrait manquer d'efficacité en activant la méfiance des élèves.

G. Dowek recommande de sectoriser les formations et de s'en tenir dans un premier temps aux secteurs de l'informatique. Il évoque, à titre d'exemple, un champ de réflexion possible sur l'éthique dans le domaine des transports qui pourrait être pensé à part entière par des professionnel·le·s de différentes pratiques. Cependant, il n'exclut pas de tester des formations basées sur un enseignement plus généraliste mais préconise de les tester en parallèle.

G. Dowek s'interroge sur le fait que l'éthique du numérique puisse être aussi transversale que la bioéthique. Si la bioéthique a une longue tradition éthique derrière elle, ce n'est pas le cas de l'éthique du numérique. A-t-on assez de recul pour mettre en avant des éléments conceptuels communs à toutes les branches techniques ? À toutes les branches du numérique ?

3. Effectuer des tests *in situ* avant déployer les formations sur le territoire

Un programme de formation pourrait être développé dans une ou quelques universités pilotes sous la forme d'un cours optionnel. Après élaboration du contenu et validation par le terrain, ces formations pourraient être rendues obligatoires dans ces premiers établissements deux ou trois ans après leur mise en test. Ensuite seulement, ces formations pourraient se généraliser sur l'ensemble du territoire.

4. Intégrer les ingénieur·e·s à l'élaboration du programme : pour une co-construction

Gilles Dowek recommande de fonctionner par essai-erreur, c'est-à-dire de tester les programmes et de les transformer en fonction des évaluations des étudiant·e·s. Il recommande aussi de s'appuyer sur ce qui intéresse les étudiant·e·s.

« Si on fait un enseignement éthique qui est proche des préoccupations des ingénieurs, on a une possibilité d'accroche beaucoup importante ». G. Dowek
--

Dans cette optique, Gilles Dowek liste des thématiques susceptibles de susciter l'intérêt des élèves ingénieur·e·s :

- La question des données personnelles et de la vie privée ;
- La question des libertés publiques ;
- La question du logiciel libre ;
- La question de la surveillance ;
- La question de la réparabilité ;
- La question du développement durable ;
- La question de l'autonomie de l'utilisateur.

Ces thématiques pourraient se traduire par des questions du type :

- Faut-il interdire les propos haineux sur le web ?
- Faut-il interdire les réseaux sociaux ?
- Suis-je en droit d'exiger d'avoir la possibilité de changer la batterie de mon téléphone moi-même ?
- Peut-on filmer librement et utiliser des données récoltées dans les espaces publics si on assure qu'elles ne seront pas utilisées pour de la surveillance ?

5. Utiliser des méthodes proches des méthodes d'apprentissage utilisées dans les écoles d'ingénierie

Gilles Dowek recommande de s'appuyer sur des méthodologies d'apprentissage familières aux étudiant·e·s et de partir de l'usage de l'objet. Il est plus productif selon lui de partir d'un cas simplifié ou appliqué pour arriver à des réflexions plus larges que l'inverse.

a) Simplification et narration

Gilles Dowek conseille de partir d'un cas qui serait la simplification d'un problème pour lancer une réflexion éthique appliquée aux problématiques qui intéressent les étudiant·e·s. La simplification et la mise en narration sont des méthodes communes dans les enseignements d'informatique. En terme de narration, on peut penser à la science-fiction ou à des scénarios simples d'anticipation. Cette technique a pour atout de sortir des cas réels.

b) Fonctionner par projet

Gilles Dowek pense que proposer aux étudiant·e·s de partir d'un projet concret à réaliser autour des valeurs d'éthique pourrait être une approche féconde.

c) Stimuler la curiosité des étudiant·e·s

Gilles Dowek met en avant la curiosité des élèves ingénieurs. Les attirer par un chemin de curiosité est sûrement la meilleure solution pour leur transmettre l'envie d'un questionnement éthique.

6. Orientation politico-philosophique des formations

Pour G. Dowek, certains courants philosophiques, tels que l'école de Francfort, ne sont pas appropriés pour séduire et intéresser un public d'ingénieur·e·s. Il évoque les pensées qui

associent « technique et capitalisme » comme les deux faces d'une même pièce, ainsi que « technique et fin du monde » et « technique et déshumanisation ». Pour lui, envisager les débats sous ces angles est contre-productif dans le cadre des écoles d'ingénieur·e·s.

AUDITION de M. Yann FERGUSON le 15/12/2021 au CNPEN via Zoom.

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE M. YANN FREGUSON CONCERNANT LES FORMATIONS À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR·E·S INGÉNIEUR·E·S.

Yann Ferguson enseigne à l'ICAM sur le site de Toulouse. Il est docteur en sociologie, chercheur leader à l'ICAM, expert au PMIA et responsable scientifique au LaborIA. Ses travaux portent sur l'analyse des effets pressentis de l'Intelligence Artificielle (IA) sur le travail. En 2018, il reçoit le Prix de la Fondation des sciences sociales et a été classé parmi les deux cents français qui font « *avancer l'intelligence artificielle en France et dans le monde* » par le magazine *L'Usine Nouvelle*.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Identité de l'ICAM : de l'humanisme chrétien à l'éthique et l'écologie intégrale
2. Composition de l'enseignement de l'éthique de l'ingénieur à l'ICAM
3. Éthique de l'IA / éthique du numérique, est-ce la même chose ?
4. Où en sont les écoles d'ingénieurs françaises dans l'enseignement de l'éthique ?
5. Quel serait pour vous le cours d'éthique du numérique idéal ?
 - a) Cesser de décorrélérer l'enseignement technique de l'enseignement éthique
 - b) Pour un enseignement collégial
 - c) Développer le « problem-based learning »
 - d) Un enseignement ayant pour visée une innovation humaniste et écologiste
6. Pensez-vous que la formation à l'éthique puisse être un vecteur d'innovation ?
7. Comment envisager la formation des ingénieur·e·s à l'heure de la crise écologique ? Quelle place pour l'éthique dans ce contexte ?
 - a) Valoriser les jeunes qui posent la question du pourquoi
 - b) Changer l'état d'esprit des écoles d'ingénieurs quant à leur mission
8. Quid de la low tech dans les écoles d'ingénieurs ?
9. Pensez-vous que la promotion de l'esprit critique puisse être utile dans la formation des ingénieur·e·s ?
 - a) Une compétence qui permet de poser les bonnes questions
 - b) Une compétence qui permet de juger de la qualité des contenus
 - c) Une compétence pouvant permettre de faire des liens ?

1. Identité de l'ICAM : de l'humanisme chrétien à l'éthique et l'écologie intégrale

« Notre école s'est formée à la fin du XIXème siècle dans la lignée des patrons chrétiens sociaux, à la fois sensibles à la misère ouvrière et soucieux de contrecarrer une révolution socialiste. L'ICAM et les écoles de ce type ont été développées dans la visée de mettre en avant un rapport humain dans l'industrie. La notion d'humanisme est très forte dans les formations que nous dispensons. Elle a pendant longtemps été délivrée dans un département appelée « formation humaine », rebaptisée plus récemment « humanités », pour former un « ingénieur humaniste ».

Jusque les années 2000, on ne parlait pas d'éthique mais d'humanisme. Un texte très important pour les écoles chrétiennes est sorti en 2011, celui du Pape François intitulé « Laudato Si », qui porte sur le concept d'« écologie intégrale ». Dans ce texte, le Pape a des mots spécifiques pour les formations techniques et scientifiques. Le message est que si l'humain reste la créature préférée de Dieu, ce qu'il fait subir aux autres espèces animales et végétales est intolérable. Aujourd'hui, la difficulté est de convaincre les chrétiens que l'humanisme à l'excès se fait au détriment de l'écologie et qu'il appartient aux sociétés industrielles de changer de paradigme et d'intégrer le vivant en général dans les réflexions scientifiques et les solutions techniques. Le Pape François critique ce qu'il appelle « le solutionnisme » et remet en question l'idée que ce qui a été causé par la technique pourra être résolu par elle. Il prône un changement de mode de vie. « L'écologie intégrale » est l'axe porteur de la stratégie de l'ICAM pour les 5 années à venir et nous ne sommes pas les seuls. L'humanisme reste fort dans notre philosophie mais on nuance aujourd'hui cette notion à l'aulne de celle d'écologie. Cette encyclique a engendré un impératif pour les catholiques qui, pour la plupart, ont désormais compris que l'écologie est un enjeu fondamental. Le Pape a d'ailleurs choisi de s'appeler François, en référence à François d'Assise, qui est pour les chrétiens une double référence : le refus de l'enrichissement matériel surtout une figure de l'écologie. »
Y. Ferguson.

2. Composition de l'enseignement de l'éthique de l'ingénieur à l'ICAM.

L'ICAM a développé il y a 7 ans un cours intitulé « Éthique de l'ingénieur ». Les différentes formations de l'école bénéficient de ce cours d'un volume horaire de 48 h. Cet enseignement est obligatoire.

Yann Ferguson décrit ci-après le déroulé du cours déployé en 4^{ème} année du parcours intégré. Si les exercices changent dans les autres parcours, la structure du cours s'y retrouve. Il souligne que depuis trois ans l'accent est mis sur le numérique dans tous les parcours.

Le cours de 48 heures est découpé en quatre séminaires de 12 h.

Séminaire 1 : Introduction à l'éthique

Ce séminaire introduit de grandes notions d'éthique telle que les valeurs morales et les dilemmes éthiques.

Séminaire 2 : L'éthique de la technique

Ce séminaire interroge la dualité de la notion de progrès en y adjoignant la question du coût humain, économique et écologique des progrès techniques. Cette partie s'appuie sur une grille de décision techno-éthique rédigée par un ensemble de chercheurs (dont Yann Ferguson) pouvant servir à évaluer les inventions. Dans le champ du numérique, l'école a pris le parti d'aborder l'IA, la VR, le transhumanisme, l'usine du futur, la géolocalisation, le véhicule autonome et l'imprimante 3D. À l'aide de la grille technico-éthique, les élèves sont invités à produire un avis argumenté sur une étude de cas, à la manière d'un comité d'éthique. Le but de cet exercice est de « ne de plus condamner les sociétés à découvrir les nuisances une fois qu'elles ont eu lieu et d'arriver à un âge adulte de la technologie dans lequel son utilisation est raisonnée ». C'est dans ce cadre que les élèves ont été invités à participer à l'appel du CNPEN sur les agents conversationnels en remplacement de la grille technico-éthique « pour leur montrer qu'il y a un réel besoin au sein de la société de trouver des cadres éthiques pour se confronter aux

technologies. ». Depuis trois ans, les élèves doivent en outre produire un essai personnel argumenté autour de l'impact de l'IA sur le travail (sujet qui est la spécialité de Y. Ferguson). Des ateliers de confrontation de points de vue sont organisés. Dans un premier temps, les élèves forment de petits groupes et discutent entre eux. Dans un deuxième temps, des invités viennent écouter le point de vue des étudiants et leur apporter la contradiction, que les élèves doivent intégrer à leur essai.

« En éthique, il y a le biais de confirmation. Vous ne pouvez pas faire comme si seul votre avis comptait. » Y. Ferguson.

Séminaire 3 : Éthique de l'entreprise

Ce séminaire interroge la responsabilité sociétale de l'entreprise. L'enseignement s'appuie sur des dilemmes auxquels les élèves des promotions précédentes ont été confrontés pendant leur stage. Ces dilemmes anonymisés sont repris en cas d'école.

Séminaire 4 : Techniques de délibération

Ce séminaire donne des outils de techniques de délibération qui ont été développés au fur et à mesure des années avec l'aide d'experts. L'objectif est de montrer qu'un débat complexe sur un sujet complexe nécessite des compétences en délibération, des compétences collectives, de l'ingénierie de groupe et s'éloigne en ce sens de la polarisation des débats tels qu'induite par les réseaux sociaux.

« Le but est de les faire sortir de l'affrontement et de leur faire comprendre que changer d'avis quand on a été convaincu par les arguments des autres est une vertu, ce qui n'est pas facile pour les ingénieurs qui sont, notamment chez nous, car nous avons beaucoup de garçons, des mâles alpha qui aiment bien l'emporter à la puissance de la voix. En même temps, c'est ce type de débats que les médias mettent en scène : des hommes qui s'interrompent, ne se respectent pas, hurlent leur opinion comme si l'autre n'avait aucune valeur ». Y. Ferguson

3. Éthique de l'IA / éthique du numérique, est-ce la même chose ?

Yann Ferguson pense que si de nombreux questionnements sont communs à l'éthique de l'IA et à l'éthique du numérique, l'éthique de l'IA a des questionnements spécifiques.

« Il y a forcément des spécificités de l'éthique de l'IA par rapport à l'éthique du numérique car on est sur des technologies qui ont une forte dimension anxigène. De mon point de vue, le numérique avait moins d'a priori négatifs lorsque les innovations numériques sont arrivées sur le marché. Il y a aussi la nature de la technologie elle-même car avec l'IA la plus récente de type "deep learning", on parvient à des résultats qui ne sont pas explicables. Vu notre histoire, de la Révolution française aux Lumières, et même si ces technologies sont basées sur du calcul, il est difficilement acceptable de se laisser conduire par des systèmes que l'on ne comprend pas et qui parfois même, décident pour nous alors que l'on pense avoir décidé soi-même. Laurence Devillers met en avant cela avec la problématique des nudges¹¹. » Y. Ferguson

¹¹ Le nudge, ou « coup de coude » en français, mais le mot est souvent traduit par « coup de pouce », est une technique pour inciter des individus ou l'ensemble d'un groupe humain à changer tels comportements ou à faire certains choix sans être sous contrainte ni obligation et qui n'implique aucune sanction.

4. Où en sont les écoles d'ingénieurs dans l'enseignement de l'éthique en France ?

« Le rapport Villani en 2018 faisait le constat que la formation des ingénieurs à l'éthique du numérique était déficiente. Laurence Devillers le pointait aussi dans une annexe sur l'acceptabilité sociale dans le rapport de France IA. L'Unesco le dit aujourd'hui dans sa Recommandation sur l'éthique de l'intelligence artificielle avec sa puissance mondiale. La nécessité de former à l'éthique du numérique est aujourd'hui bien identifiée en France. Il y a eu une première couche qui a été mise en place dans les projets de recherche, dans les instituts d'intelligence artificielle et dans les formations où l'on commence à voir fleurir des intervenants en éthique qui ont de quelques heures à quelques jours de cours. La limite, c'est que l'on reste décalé des enseignements techniques. » Y. Ferguson.

Yann Ferguson indique l'existence d'un groupe de travail à Toulouse, le GT éthique, qui réunit tous les enseignants en éthique dans les formations à l'ingénierie, dans les écoles d'ingénieurs ou leur équivalent dans les universités. Les membres de ce groupe ont créé une base de données commune pour partager leurs cours, supports et approches pédagogiques.

Le GT éthique fait partie de Toulouse Tech qui a monté un Certificat en Big data commun à toutes les écoles. Les élèves membres de Toulouse Tech peuvent y participer en programme du soir. Dans ce certificat, un volet éthique est proposé.

5. Quel serait pour vous le cours d'éthique du numérique idéal ?

a) Cesser de décorrélérer l'enseignement technique de l'enseignement éthique

« Pour moi, et je ne suis pas le seul à le dire, il faudrait éviter de décorrélérer l'enseignement éthique de l'enseignement technique. Il faudrait créer des temps communs entre le spécialiste de l'éthique de l'IA et le spécialiste de la fabrication de l'IA. Les enseignements de l'un venant compléter l'enseignement de l'autre lors d'un même cours. Ça, je ne l'ai pas vu faire autre part que dans des tables rondes. » Y. Ferguson.

« On serait dans de l'éthique embarquée. L'éthique aurait un espace dédié beaucoup plus faible et un espace appliqué beaucoup plus fort. L'éthique devrait être embarquée dans tous les domaines de l'ingénierie, dans tous les programmes. L'inspirateur de cette pédagogie ne serait plus Descartes mais Edgard Morin lorsqu'il dit à propos de la pensée complexe : « On a trop appris à séparer, il faut apprendre à relier ». Cette pensée complexe, c'est celle qui fait des ponts entre les savoirs. L'éthique peut être l'animateur de cette construction de ponts parce qu'elle est partout. Mais elle doit le faire avec humilité, ce n'est pas parce qu'elle est partout qu'elle a le dernier mot sur tout. Cette humilité, c'est d'essayer au mieux de comprendre la technique. De la même manière, les experts scientifiques doivent comprendre que l'éthique n'est pas qu'une contrainte mais au contraire une ressource pour faire un meilleur travail et un travail qui va amener quelque chose de plus positif pour la société. » Y. Ferguson.

b) Pour un enseignement collégial

« La culture technique, l'histoire de l'objet, la dimension sociotechnique des objets ne seraient plus enseignées dans un enseignement isolé. Un cours d'IA se ferait à plusieurs voix, la voix de l'historien, du sociologue s'il le faut, du juriste, du mathématicien, du développeur, de l'éthicien. Nous n'aurions plus de monologues mais des doubles voix où chacun reconnaît qu'il n'a pas la vérité mais seulement une partie. Je ne demande pas à un ingénieur d'être à la fois sociologue, philosophe... mais je lui demande lorsqu'il aura une solution technique à adopter qu'il ait le réflexe de s'entourer. Le réflexe de s'entourer sera acquis lorsque ses enseignants auront le réflexe de s'entourer également. » Y. Ferguson.

c) Développer le « problem based learning »

« Il existe des pédagogies qui essaient de faire des liens entre les enseignements appelés « problem based learning ». Au lieu de partir du savoir, elles partent d'un problème qui va convoquer des savoirs différents. Ce type de pédagogie n'est pas encore tout à fait mûr et demande à être avancé. Beaucoup d'écoles d'ingénieurs qui ne la pratiquent pas encore. À l'ICAM, nous avons fait le pari de l'intégrer dans un de nos parcours, le parcours ouvert, où elle représente 30 % des enseignements. C'est un vrai pari car nous pensons que pour les questions d'éthique et d'innovation, il est essentiel de passer par une approche par problèmes. La réalité du monde de la technique, ce n'est pas les savoirs les uns après les autres. Ce parcours ouvert a vocation à former des ingénieurs qui soient plus compétents pour des problèmes éthiques, des questions d'innovation et d'interculturalité » Y. Ferguson.

Yann Ferguson raconte que le problème concret donné aux étudiant·e·s du parcours ouvert a été de construire un drone sur une période d'une année scolaire. Quinze jours ont été consacrés aux problèmes philosophiques et éthiques que posent les drones aux sociétés. Les élèves ont réfléchi à la façon dont ces problèmes pourraient être résolus, notamment par la législation. Selon Y. Ferguson, si les élèves ne sont pas forcément assez matures pour intégrer totalement la question de l'éthique by design, c'est à dire embarquer l'éthique directement dans la conception de l'objet, cet exercice leur permet de prendre connaissance de cette pratique et de réaliser qu'ils devront s'y confronter au cours de leurs études.

d) Un enseignement ayant pour visée une innovation humaniste et écologiste

« Chaque professeur leur dira toujours : je ne suis pas le sachant à 100 % de ce sujet, si je suis le sachant sur le plan technique, la technique n'épuise pas le sujet. Parce qu'aujourd'hui la technique est toujours une technique mêlée d'humain et de planète. Il faut comprendre que c'est dans la concertation entre les disciplines que l'innovation humaniste et écologiste est possible. » Y. Ferguson.

6. Pensez-vous que la formation à l'éthique puisse être un vecteur d'innovation ?

« Oui. Elle peut aussi être bénéfique pour la carrière de l'ingénieur car, aujourd'hui, il y a une demande de qualifier un certain nombre d'objets avec des demandes sociales embarquées. Par exemple, de plus en plus de personnes souhaitent que leur machine à laver soit réparable ou démontable. De la même façon, avec les smartphones, il y a une demande de réparabilité mais

aussi de clarification des intentions poursuivies par les applications pour éviter les effets de nudge par exemple. Être sensible à cette demande sociale est un atout. Les ingénieurs ayant cette compétence seront capables d'adresser une demande que peu d'ingénieurs savent adresser. De plus, la réglementation européenne va dans ce sens. L'union européenne a fait une proposition de réglementation sur l'IA en avril 2021. Elle va sûrement se concrétiser sous forme de décret d'application d'ici 6 ou 7 ans. Il va falloir être compétents. » Y. Ferguson.

7. Comment envisager la formation des ingénieurs à l'heure de la crise écologique ? Quelle place pour l'éthique dans ce contexte ?

a) Valoriser les jeunes qui posent la question du pourquoi

« Tous les deux mois environ, j'ai un étudiant qui vient vers moi et qui me dit j'arrête l'industrie, l'industrie ne m'a pas donné de sens. On peut se demander pourquoi on ne cherche pas à leur donner un rôle à ces jeunes qui se demandent pourquoi et leur permettre d'être justement ceux qui construisent le pourquoi dans l'industrie. » Yann Ferguson.

b) Changer l'état d'esprit des écoles d'ingénieurs quant à leur mission

« Je pense que dans nos écoles d'ingénieurs, on doit peut-être arrêter de se dire que notre rôle c'est de former des ingénieurs pour l'industrie mais de se dire que l'ingénierie est une compétence qui doit porter des idées de progrès qui pourront être délivrées dans tous les domaines de la société, qu'elles soient liées au domaine industriel ou au domaine associatif, liées à la technique ou pas. Les compétences et capacités des ingénieurs que nous formons vont bien au-delà de l'industrie et de la technique. Elle permettent de faire face à des situations extrêmement complexes avec des esprits extrêmement bien structurés. Mais aujourd'hui, j'ai le sentiment que les écoles le vivent comme quelque chose d'un peu honteux, de voir leurs ingénieurs « renoncer » à la carrière qui leur était tracée. Cela vient aussi du fait que les écoles sont évaluées par des organes tel que l'Usine nouvelle ou la revue de l'étudiant et que l'un des critères d'évaluation est le salaire à la sortie ou le salaire moyen. L'étudiant qui renonce à un salaire de 10 000 euros pour en gagner 500 ou 1000 les premières années quand il sort des sentiers battus va faire chuter la moyenne. On aime dire que nos élèves sont bien payés à la sortie mais il faut arrêter d'en faire un critère de classement. » Y. Ferguson

8. Quid de la low tech dans les écoles d'ingénieurs ?

Yann Ferguson évoque les directives de la CTI¹². À sa connaissance, l'organisme n'en propose pas sur la low tech. En revanche, il insiste sur le défi que constituent déjà les directives de la CTI qui mettent l'accent sur le développement durable, l'éthique et les "soft skills" alors que de nombreuses écoles peuvent être très fermées à ça.

« Je pense qu'on doit trouver des solutions qu'elles soient high tech ou low tech. Dans les écoles d'ingénieurs, on oppose souvent les deux. On peut organiser de petits séminaires low tech, ou des lowtechton (à la manière des hackaton en 24 h) dans lesquels seront invités des gens très inspirants mais 90 % du programme reste concentré sur la high tech. Le jour où l'on aura une école

¹² La CTI est la commission des titres d'ingénieurs qui délivre les droits à la délivrance de diplômes d'ingénieur.

d'ingénieurs qui consacreront 20 % de ses formations à la low tech, les résultats seront sûrement incroyables mais nous en sommes très loin. Le problème c'est que souvent, les solutions low tech sont plus performantes lorsque l'on a un changement général de l'environnement économique. » Y. Ferguson.

9. Pensez-vous que la promotion de l'esprit critique puisse être utile dans la formation des ingénieurs ?

a) Une compétence qui permet de poser les bonnes questions

« Je pense qu'elle est hyper utile. Aujourd'hui malgré tout ce que l'on dit, 90 % de la pédagogie est ce que l'on appelle une pédagogie d'exécutant. Les meilleurs élèves sont ceux qui exécutent le mieux ce que l'enseignant demande. En quelque sorte, l'enseignant évalue positivement l'étudiant qui lui ressemble le plus. On ne leur demande jamais de remettre en question les questions. On forme des élites avec des pédagogies d'exécutants or, dans notre esprit, les élites ne sont pas des exécutants... De plus, je pense que nous arrivons dans une société où la réponse va avoir de moins en moins de valeur. Lorsqu'on tape une question sur Google, on peut avoir une infinité de réponses en une demie seconde. Ce qui a de la valeur devient la qualité de la question elle-même car c'est elle va déterminer la qualité des réponses. Une autre capacité primordiale sera de discriminer parmi les réponses. » Y. Ferguson.

b) Une compétence qui permet de juger de la qualité des contenus

Yann Ferguson envisage l'esprit critique comme une compétence indispensable de gestion de l'information. Dans la société du numérique, le moteur de recherche a pris le relais de la bibliothèque. Si la bibliothèque était un lieu protégé où les livres étaient validés par leurs pairs pour leur qualité, même dans la diversité de leurs thèses, l'espace de la toile n'offre pas une telle garantie. Y. Ferguson exprime une difficulté personnelle. Il se demande comment faire face à des contenus numériques qui parviennent aisément à faire illusion. En effet, de nombreux contenus calibrés pour l'audimat ont une large audience sans être forcément validés scientifiquement. Y. Ferguson prend l'exemple de Laurent Alexandre qui apparaît souvent dans les résultats de recherche Google sur l'IA au-dessus de Yann Le Cun alors que ce dernier a reçu le prix Alan Turing en 2019.

« J'ai toujours pensé qu'une partie de mon métier était de donner de l'esprit critique aux étudiants mais là, face à moi, j'ai une technologie qui s'appelle Google. Quand vous cherchez sur Google, vous tombez sur un article universitaire, un article du site "20minutes", un article complotiste, un TEDx, un blog d'un ingénieur et tout ça est mis sur le même plan. À la limite, ce qui les hiérarchise est le nombre de clics qui n'est pas guidé par la qualité scientifique. Les enseignants sont persuadés qu'ils se forment à l'esprit critique mais ils ne le font peut-être pas d'une manière adaptée à l'urgence du temps présent. Les compétences critiques du chercheur ne sont pas forcément au niveau pour amener des compétences critiques chez les élèves qui sont soumis à cet océan d'informations, moteurs de recherche qui les orientent totalement, sans compter les algorithmes de recommandation qui leur envoient du contenu sur leurs téléphones. Si l'étudiant n'est pas formé à discriminer et à aller chercher l'information de haut niveau, on ne fait pas notre boulot. » Y. Ferguson

c) Une compétence pouvant permettre de faire des liens entre les savoirs ?

« Les élèves ne sont pas forcément capables de faire le lien entre ce qu'ils voient en éthique et ce qu'ils font en technique. Faire des liens, c'est une compétence très forte et très rare parce que, comme on le dit dans nos formations en éthique, il y a deux grands penseurs qui nous ont appris qu'il fallait séparer les choses, Descartes pour la philosophie et Ford pour l'industrie. Descartes nous a dit que pour résoudre un problème compliqué, il fallait le décomposer en sous-problèmes plus simples et créer des expertises pour chaque problème. Ford nous a expliqué que pour faire une voiture, il valait mieux spécialiser les gens. Les écoles d'ingénieurs sont des champions de Ford et de Descartes. Et donc un élève qui sait faire le lien entre différents savoirs aujourd'hui, c'est vraiment quelqu'un qui a développé ça par lui-même. » Y. Ferguson

En qualité de membres du **Comité Régional d'Éthique, commission acceptabilité sociétale des technologies d'avenir**, vous êtes saisis pour émettre un point de vue éthique sur plusieurs technologies en cours de développement.

Par groupe, réalisez cette analyse sur une des technologies décrites dans les fiches, que vous complèterez par vos propres recherches. Vous vous référerez au guide ci-dessous pour organiser votre réflexion et votre restitution. Nous attendons en conclusion de ce travail trois grandes questions, enjeux ou points de vigilance que la technologie étudiée soulève selon vous.

Technologies à travailler : les drones, la réalité augmentée, l'Intelligence Artificielle, le transhumanisme, l'imprimante 3D, la géolocalisation, le véhicule autonome, l'Usine 4.0, la vidéosurveillance.

1. Les valeurs

Cette étape consiste à interroger a) le caractère prométhéen de la technologie ; b) la posture éthique des différentes parties prenantes (les personnes concernées).

- Quelles sont les promesses de cette technologie ?
- Quelles sont les personnes concernées ? A quel titre ?
- A la suite de cette analyse, dégagez les valeurs associées à cette technologie.

2. Les pratiques

Cette étape consiste à interroger les usages pensés et impensés de la technologie, c'est-à-dire à anticiper toutes ses utilisations potentielles.

- Quelles sont les pratiques attendues (et les vertus associées) par les concepteurs de cette technologie ?
- Quelles sont les pratiques non programmées mais possibles de cette technologie ?
 - o Les pratiques ayant un potentiel vertueux
 - o Les pratiques ayant un potentiel de nuisance
- Ces pratiques devront-elles faire l'objet d'une régulation par les pouvoirs publics ?
 - o Sensibilisation ? Education ? Limitation ? Interdiction ? Pénalisation ? Concertation avec les citoyens ? Libéralisation (Laissez-faire) ?

3. Les impacts

Cette étape consiste à évaluer les impacts de ces technologies sur l'homme, la société, la planète.

- L'homme :
 - o Cette technologie renforce-t-elle les Droits de l'Homme? Y porte-t-elle potentiellement atteinte?
 - o Renforce-t-elle la dignité et l'intégrité de l'homme ? Y porte-t-elle potentiellement atteinte ?
 - o Contribue-t-elle au développement de l'être humain (espérance de vie, qualité de vie, épanouissement intérieur...) ? Dans quel sens ?
 - o Les générations futures en tireront-elles bénéfice ?
- La société :
 - o Cette technologie est-elle favorable à l'épanouissement du vivre ensemble ?
 - o Génère-t-elle du collectif ou de l'atomisation ?
 - o Contribue-t-elle à la démocratie ?

- Génère-t-elle des inégalités sociales ? Des inégalités d'accès ? De l'élitisme ? De l'exclusion ? De la division ?
- Quel est le coût sociétal de la panne, du bug ? (dépendance sociétale à la technologie).
- Quelle économie produit-elle ?
 - Economie durable ?
 - Economie inclusive/exclusive ?
 - Des emplois ? Pour qui ? Quels types d'emplois (épanouissant, travail d'enfants...)?
 - Est-elle moteur de croissance ?
 - Contribue-t-elle à l'amélioration de l'Indice de Développement Humain ?
- La planète :
 - Quelle empreinte écologique ?
 - Quel cycle de produit ? (Conception, matériaux, recyclage...)
 - Quel progrès ?
 - Produit ce qui nous produit/ détruit ce qui nous détruit
 - Produit ce qui nous détruit/ détruit ce qui nous produit
 - Durabilité faible (somme capital construit/ naturel transmise aux générations futures globalement identique au présent) ou durabilité forte (ratio capital construit/ naturel transmis aux générations futures identique au présent) ?

Le présent document a été reproduit avec l'autorisation de Yann Ferguson tous droits réservés à ses auteurs.trices et à l'ICAM.

AUDITION de M. Éric FOURNERET le 04/03/2022 en visioconférence.

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE M. ÉRIC FOURNERET CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT À L'ÉTHIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR·E·S INGÉNIEUR·E·S.

Éric Fourneret est maître de conférence en philosophie morale, philosophie de la technique et en bioéthique à l'Université catholique de Lille. Il a publié plusieurs ouvrages sur l'éthique médicale et l'euthanasie dont *Sommes-nous libres de vouloir mourir ?* publié chez Albin Michel en 2018. Il est un des cinq lauréats du *Prix de thèse Le Monde de la recherche universitaire 2011*, pour sa thèse *L'Euthanasie à la croisée des sciences humaines et sociales. Pourquoi fait-elle toujours débat ?*

Il a été chercheur à l'Université Grenoble Alpes, au sein du laboratoire Braintech Lab (Inserm), sur le projet intitulé « Braincom » relatif à l'implantation de puces nanotechnologiques dans le cerveau pour la restauration de la parole chez des personnes victimes d'accident vasculaire cérébral ou de maladie grave. Il a en outre consacré de nombreuses recherches sur la fin de vie, l'annonce de maladies graves et le prélèvement d'organes. Il travaille depuis 2016 sur les implications éthiques du développement d'interfaces cerveau-ordinateur et de l'intelligence artificielle.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Formations dispensées par Éric Fourneret en 2021
2. Une approche pragmatique
3. Combler les lacunes méthodologiques
4. Développer les compétences empathiques
5. Cultiver l'esprit critique
6. Pallier à une défiance des étudiant·e·s vis-à-vis de la philosophie
7. Quelle serait pour vous la formation idéale à l'éthique du numérique ?

1. Formations dispensées par Éric Fourneret en 2021

Dans le cadre de la présente recherche, les questions posées à É. Fourneret se focalisent sur deux enseignements qu'il donne à la Faculté de gestion, économie et sciences de Lille (FGES) intitulés « Management & Numérique », Philosophie du travail (24 h) dispensé aux étudiant·e·s en Licence 1 et « Épistémologie et éthique de l'intelligence artificielle et du numérique » (24 h) dispensé aux étudiant·e·s en Master 1.

2. Une approche pragmatique

Éric Fourneret s'inspire de l'approche de l'éthique pragmatique pour ses enseignements.

Le pragmatisme est un courant philosophique qui se base sur les travaux de philosophes américains tels que Charles Sanders Peirce, William James, John Dewey et George Herbert Mead. Selon la philosophie pragmatique, la théorie ne peut valoir sur la pratique. Dans ce courant

philosophique, la dimension expérientielle est centrale, car penser une chose revient à identifier l'ensemble de ses implications pratiques. Les pragmatiques s'opposent aux dualismes hérités entre autres du cartésianisme. Ils refusent d'opposer corps et pensée, objet et sujet, raison et émotion, société et individu, théorie et pratique. Dans cette optique, l'éthique ne peut être comprise qu'en alliant théorie et pratique. John Dewey, un de ses fondateurs, met au point des méthodes d'enquêtes éthiques prenant en compte les habitudes individuelles et collectives.

« Je suis très attaché à la philosophie pragmatique de Dewey et de James parce que je crois que c'est en pratiquant que l'on apprend. C'est pour cela que je fais faire aux étudiant des exposés. J'apprends à mes étudiants à repérer la structure argumentative d'autrui pour mieux la comprendre et mieux la critiquer si besoin. Ça va au-delà de l'action et de la réaction. » É. Fourneret.

Comme le préconisent les pragmatiques, Éric Fourneret rapporte toujours la théorie à la pratique. Il n'est donc nullement question d'évacuer les apports théoriques, mais bien de les ancrer dans le réel, puis de les mettre à l'épreuve dans des discussions et exposés.

É. Fourneret transmet aux étudiant·e·s les trois théories éthiques de base : le déontologisme, l'éthique de la vertu et le conséquentialisme. Il illustre ces théories d'exemples que les étudiant·e·s peuvent avoir déjà rencontrés, par exemple, en abordant les problèmes relatifs aux réseaux sociaux quant à l'utilisation des données personnelles ou le harcèlement en ligne. Dans un second temps, É. Fourneret s'appuie sur l'actualité ou sur des produits culturels pour mettre en perspective les théories éthiques abordées. En 2021, il a fait travailler ses élèves sur le film de Spike Jonze « Her », car l'écrasante majorité de ses étudiant·e·s l'avait déjà vu. Un travail d'analyse poussé du film a été entrepris. É. Fourneret a invité ses étudiant·e·s à repérer à quelle famille de l'éthique pouvait être reliés les différents choix réalisés par le personnage principal. Ensuite, il leur a proposé d'inventer d'autres choix possibles relativement aux théories abordées. À la fin du processus, É. Fourneret a demandé à ses étudiant·e·s de produire une courte dissertation dans laquelle ils devaient identifier une ou deux problématiques liées au numérique dans le film, expliquer en quoi elles constituaient un problème, quelle réponse était donnée dans le film et quelle autre réponse était possible, c'est-à-dire identifier les limites de toute solution dans le cadre de dilemmes.

3. Comblent les lacunes méthodologiques

Éric Fourneret pointe un niveau en compétences critiques très bas dans les sections dans lesquelles il enseigne. Les élèves ont peu d'outils pour sortir de l'opinion. Ils ne sont pas habitués à construire une argumentation ni à écouter les arguments des autres.

Ce manque de compétences est un des premiers chevaux de bataille d'Éric Fourneret. Il consacre près de la moitié de son enseignement à une mise à niveau méthodologique afin de renforcer les compétences critiques de ses étudiant·e·s.

« Je leur apprend à problématiser et à argumenter. Je leur apprend aussi à structurer un texte écrit, à faire une introduction, une conclusion. Des choses que l'on est censé avoir travaillées en Terminale, mais qu'ils n'ont pas du tout ou trop peu travaillées. Écrire une phrase qui pose un problème, pour lequel on doit trouver un argument puis un exemple qui illustre l'argument, c'est déjà un gros travail pour mes élèves en licence, et même pour les masters ! » É. Fourneret.

Éric Fourneret indique que la pandémie, qui a obligé les étudiant·e·s à s'isoler derrière leurs ordinateurs, a aggravé les lacunes susmentionnées. Outre les difficultés de construction d'une argumentation, il constate que la prise de notes a aussi perdu en efficacité. Il indique qu'après le Covid, même en présentiel, il éprouve une plus grande difficulté à « récupérer » les étudiant·e·s afin de les mettre à niveau.

4. Développer les compétences empathiques

« L'empathie est une compétence, une disposition à, ce que l'on appelle en philosophie morale, la compréhension de l'autre. Je me mets à la place de l'autre pour voir le monde comme il le voit. Cela permet de mieux comprendre ses arguments, de mieux l'écouter et d'instaurer du dialogue. »
É. Fourneret.

La volonté d'Éric Fourneret de travailler la compétence empathique est d'autant plus importante que son public se destine au management assisté par le numérique. En effet, ces métiers convoquent une forte dimension sociale et sont en pleine mutation. En outre, les métiers du management, particulièrement à l'ère du numérique, peuvent soulever d'importants problèmes éthiques. É. Fourneret relève que la majorité de ses élèves se considèrent comme des exécutants. Lorsqu'il leur pose la question de leur marge de liberté dans le métier qu'ils ont commencé à exercer durant leurs stages en alternance, les étudiant·e·s ne s'envisagent pas libres d'exercer leurs propres choix sauf, peut-être, celui de choisir les moyens pour effectuer la tâche demandée. Il est important de pointer ce cadre pour mieux saisir le travail d'Éric Fourneret.

« Je suis maître de conférence en philosophie, je ne suis pas maître de conférence en communication ni en art d'avoir toujours raison. Ma démarche en éthique est celle-ci : comment manager un groupe de personnes respectueusement. Et non pas, comment imposer sa vision des choses à un groupe de personnes. Je pense qu'il y a une dimension sociale éthique importante dans mon métier, qui est celle de faire des individus qui ne sont pas là pour écraser les autres, mais qui sont là pour les accompagner. Par conséquent, le développement des capacités empathiques est pour moi fondamental. Je m'appuie beaucoup sur la philosophe Martha Nussbaum qui travaille sur les émotions politiques dont l'empathie fait partie. » É. Fourneret.

Éric Fourneret développe les capacités empathiques de ses étudiant·e·s en organisant des séances de discussions autour d'exposés où les étudiant·e·s sont convié·e·s à défendre une position qu'ils ou elles ne partagent pas. Le choix du thème leur est laissé libre. À la fin de l'exposé, leurs camarades sont invités à réagir, à poser des questions, à formuler des arguments inverses. L'évaluation ne porte pas uniquement sur celui ou celle qui présente l'exposé, mais sur l'auditoire et les interactions entre l'intervenant et l'auditoire. L'évaluation s'établit sur des critères tels que la capacité des étudiant·e·s à s'écouter, à ne pas se couper la parole, à émettre de véritables arguments plutôt que de simples arguments d'autorité ou d'opinion... É. Fourneret note qu'au fur et à mesure des exposés, la qualité des débats s'améliore et que les élèves prennent de plus en plus de plaisir à y participer, s'excusant même de se couper la parole et invitant leurs camarades à finir leurs raisonnements avant d'y répondre.

L'empathie, c'est cette capacité à l'écoute. Vous n'imaginez pas comme il est difficile de les empêcher de se couper la parole. Couper la parole est un défaut d'empathie. Souvent, on coupe une personne en ne prenant en compte qu'une partie de son raisonnement uniquement pour contre-

argumenter. Or, la réflexion éthique, c'est écouter tous les arguments d'autrui. Ça, c'est déjà une étape difficile. Je ne compte pas les fois où je leur demande de s'écouter. Lorsqu'ils ne sont pas d'accord, les étudiants montent rapidement dans les tours. Je leur dis que quand on fait du management, on ne peut pas être dans la sur-réaction. La meilleure façon de contrer cette attitude, c'est de développer l'empathie. Et cela passe par l'exercice. » É. Fourneret.

5. Cultiver l'esprit critique

L'apprentissage du jugement critique est un autre cheval de bataille pour É. Fourneret. La liberté critique est aussi largement présente dans les livres qu'il a publiés.

« Mon travail, c'est le travail du jugement critique et non pas l'esprit de contradiction. » É. Fourneret.

Éric Fourneret note la difficulté d'arriver à un débat apaisé et construit pour des générations élevées aux réseaux sociaux qui les poussent sans cesse à réagir, en aimant, détestant, montrant sa tristesse, son soutien, sa colère... Son travail sur la compétence empathique va de pair avec un travail sur la pensée critique qui, comme nous l'avons vu, est développé dans la partie du cours qu'il consacre à la méthodologie et qui se prolonge dans l'exercice du débat.

« Ce que l'on demande aux citoyens aujourd'hui, c'est d'adhérer ou de ne pas adhérer sans justifier pourquoi ils sont d'accord ou pas d'accord. On ne demande pas d'argumenter, mais d'adhérer. C'est contre cela qu'il faut lutter. Kant avec *Qu'est-ce que s'orienter dans la pensée*, Platon avec la maïeutique, Descartes avec les idées claires et distinctes, Martha Nussbaum avec les émotions démocratique, nous aident à lutter. » É. Fourneret.

6. Pallier à une défiance vis-à-vis de la philosophie

Éric Fourneret témoigne de la défiance de ses étudiant·e·s face à la philosophie. Il les décrit comme, pour la plupart, traumatisé·e·s par les cours de philosophie reçus en Terminale. Une partie de sa mission d'enseignant est donc de redonner à la philosophie une image positive.

« Sur toute ma promotion cette année, trois seulement avaient un bon souvenir de leur cours de philosophie en Terminale. Les autres ont eu l'impression d'avoir été gavés comme des oies. Les cours dispensés au lycée sont trop théoriques. Ils n'ont jamais pu faire le lien entre les concepts et leur vie de tous les jours. » Éric Fourneret.

7. Quelle serait pour vous la formation idéale à l'éthique du numérique ?

Pour Éric Fourneret, avant de penser à la formation idéale dans les études supérieures, il serait nécessaire de renforcer les compétences préalables à l'argumentation critique dès le lycée. L'enseignement de la philosophie devrait commencer à partir de la seconde.

Dans le cycle supérieur, il recommande que toutes les filières reçoivent un enseignement en philosophie. Pour cela, il faudrait que plus de professeurs soient formés et nommés. Il y a un manque d'effectif pour l'enseignement de l'éthique qui ne ferait que se creuser s'il devait se généraliser.

Idéalement, dans la filière dans laquelle il enseigne, il recommande que les étudiant·e·s reçoivent un enseignement en philosophie ou en éthique au moins pendant les trois premières années de Licence. Actuellement, les étudiant·e·s n'en reçoivent qu'un sur une seule année et sur une période de temps très condensée.

Le fait que l'enseignement soit ramassé sur une période très courte empêche un suivi et le plein développement des compétences. É. Fourneret recommande que les 24 heures de cours se déroulent sur des périodes espacées dans l'année afin de laisser aux étudiant·e·s le temps d'ancrer les notions, d'y réfléchir et de se documenter.

Éric Fourneret parle de survol, là où un réel parcours d'apprentissage serait pour lui nécessaire. Par exemple, si les théories éthiques sont mentionnées : déontologisme, conséquentialisme et éthique des vertus, les élèves n'ont le temps de produire un travail que sur une seule de ces théories alors qu'ils devraient pouvoir les travailler toutes.

AUDITION de Mme Christine FROIDEVAUX le 13/05/2022 en visioconférence.

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE MME CHRISTINE FROIDEVAUX CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR (INGÉNIEUR·E·S ET INFORMATIQUE).

Christine Froidevaux est professeure émérite d'informatique à l'université Paris Saclay, membre de l'équipe Bioinformatique du LRI/LISN, département Science des Données. D'autre part, elle a été vice-présidente de la Société informatique de France (SIF), elle est membre du Comité National Pilote d'éthique du Numérique (CNPEN) et membre du comité d'éthique pour les données d'éducation du Ministère de l'Éducation nationale.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Enseignements dispensés
2. Un intérêt grandissant de l'Éducation nationale française pour les questions sociétales et éthiques dans le cadre de la formation à l'informatique
3. Les questions sociétales et éthiques dans le cadre de la formation à l'informatique : une dynamique européenne ?
4. La question de la maturité de l'éthique du numérique
5. Éthique et génomique
6. Quelle serait pour vous la formation idéale à l'éthique du numérique ?
7. Quels seraient les publics à former à l'éthique du numérique ?
8. La sous-représentation des femmes dans les métiers de l'informatique, un problème éthique

1. Enseignements dispensés

Christine Froidevaux, aujourd'hui professeure émérite, évoque dans ce paragraphe les formations qu'elle a organisées et dispensées en tant que responsable du master de bio-informatique à l'université Paris Saclay de 2012 à 2020.

Une formation de 3 heures dédiée à la bioéthique pour les informaticien·ne·s, les biologistes et les mathématicien·ne·s était dispensée dans un module plus large intitulé « Formation à la recherche ». Elle y faisait intervenir Alice René, responsable de bioéthique à l'institut des sciences biologiques du CNRS (INSB).

C. Froidevaux indique que cette formation est poursuivie aujourd'hui mais qu'elle est orientée vers l'intégrité scientifique et le thème de la reproductibilité. La reproductibilité est un domaine de recherche majeur dans le master en bio-informatique car, en biologie, il est quasi impossible de retrouver exactement les mêmes résultats, les conditions des expériences variant toujours. La formation actuelle aborde aussi la thématique de l'ouverture du code informatique.

En outre, C. Froidevaux indique la présence d'un cours d'éthique du numérique donné sous la forme d'un MOOC « Intégrité scientifique, éthique de la recherche et éthique de l'information dans les TIC », à l'école doctorale de sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) de l'université Paris Saclay. Ce cours est consultable sur la plateforme FUN. Elle a participé à l'élaboration d'une première version de ce document en collaboration avec un acteur du privé, un informaticien d'IBM.

C. Froidevaux indique que le laboratoire de recherche auquel elle est rattachée, le laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique (LISN), développe actuellement une réflexion sur le développement durable et la sobriété numérique.

2. Un intérêt grandissant de l'Éducation nationale française pour les questions sociétales et éthiques dans le cadre de la formation à l'informatique

Christine Froidevaux pense que l'Éducation nationale française est dans une dynamique favorable aux questions sociétales et éthiques ayant trait au numérique, notamment depuis le rapport Villani et relativement aux enjeux que soulève l'apprentissage machine (*machine learning*).

Elle cite à titre d'exemple sa participation à la mise en place en 2021 d'un concours d'agrégation d'informatique qui intègre dans une de ses épreuves une dimension éthique.

Cette agrégation est composée de trois épreuves orales dont une de modélisation. Dans l'épreuve de modélisation, les rédacteurs ont stipulé la prise en compte des enjeux éthiques (vie privée, souveraineté, sobriété numérique) : « *L'épreuve vise à s'assurer de la capacité à comprendre, critiquer, améliorer la modélisation informatique d'un problème éventuellement issu d'une autre discipline, à en exposer clairement les enjeux scientifiques, y compris dans leur dimension éthique, sociétale, environnementale, économique ou encore juridique.* » Mme C. Froidevaux souligne que la formulation de l'épreuve sous-entend que les futur·e·s enseignant·e·s devront être sensibilisé·e·s aux problématiques sociétales et éthiques. Concernant les formations existantes pour les enseignant·e·s, C. Froidevaux évoque des modules de sensibilisation dans le cadre de la formation continue pour les enseignant·e·s qui enseignent la spécialité "Numérique et sciences informatiques" (NSI).

D'autre part, C. Froidevaux qui s'est battue avec la Société informatique de France pour l'introduction de l'enseignement de l'informatique dès le primaire, puis au collège et au lycée, pointe le fait que les dimensions éthiques et sociétales sont aujourd'hui abordées dans l'enseignement SNT (Sciences numériques et technologiques) obligatoire en seconde. Cet enseignement tourne autour de six grands thèmes : Internet, le web, les réseaux sociaux, les données structurées et leur traitement, l'informatique embarquée, les objets connectés et la localisation cartographie et mobilité. Pour chaque thème, une réflexion sur les enjeux sociétaux et éthiques est encouragée.

3. Les questions sociétales et éthiques dans le cadre de la formation à l'informatique : une dynamique européenne ?

Christine Froidevaux encourage la réflexion sur l'enseignement de l'éthique du numérique pour les ingénieur·e·s au niveau national et recommande de considérer en parallèle la dynamique européenne. Où en sont les autres pays ? Quelles problématiques sont abordées ? En quels termes ?...

C. Froidevaux mentionne un exemple de contribution française à une initiative européenne à travers la participation de la Société informatique de France (SIF) à une enquête menée par la coalition européenne *Informatics for all*.¹³ Cette coalition a travaillé en 2021 sur un curriculum d'enseignement de l'informatique européen. Pour sa rédaction, des associations d'informatique de tous les pays ont été consultées. Le SIF a, parmi les points abordés, fait remonter la nécessité de l'introduction des enjeux éthiques et sociétaux dans les enseignements à l'informatique, notamment autour des réseaux sociaux, des fake news, du RGPD et de la protection des données.

D'autre part, le programme d'initiation SNT dispensé en seconde a été traduit en anglais.

4. La question de la maturité de l'éthique du numérique

Pour Christine Froidevaux, les problématiques du numérique sont aujourd'hui bien identifiées. Si l'expérience des chercheurs ou des professionnels dans le domaine de l'éthique du numérique est moins ancrée qu'en bioéthique, C. Froidevaux souligne qu'il existe des comités d'éthique opérationnels actifs depuis de nombreuses années déjà. Le Coerle (Comité opérationnel d'évaluation des risques légaux et éthiques de l'Inria) a, par exemple, été créé dès 2011. Il régit les questions de cybersécurité, d'IA, d'analyse d'images, de robotique, d'interaction homme-machine et des recherches qui impliquent la personne humaine. Le Comest (comité d'éthique du CNRS toutes disciplines confondues) est aussi actif sur ces questions. Enfin, le CNPEN (Comité national pilote d'éthique du numérique), bien que très récent, a déjà publié de nombreux rapports de référence.

5. Éthique et génomique

Pour répondre à ma curiosité sur les questions éthiques relatives à la bio-informatique, Christine Froidevaux évoque un rapport du CCNE (Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé français) élaboré avec la participation de la CERNA¹⁴ en 2018 intitulé « Numérique et santé, quels enjeux éthiques pour quelles régulations ? ».

Elle cite un exemple, issu du rapport, qui lui tient à cœur et dont l'énoncé est le suivant : « *Je suis scientifique en génomique. J'effectue des recherches en bio-informatique. Que signifie recueillir le consentement éclairé d'un individu ?* » Elle explique que le problème du recueillement

¹³ *Informatics for all* est une coalition qui vise à réunir le monde universitaire, l'industrie, les gouvernements et la société pour influencer la politique d'éducation en Europe vers la pleine reconnaissance et l'établissement de l'informatique comme discipline fondamentale dans les écoles. La coalition a été créée en 2018 par « l'ACM Europe Council », le « CEPIS Education Committee » et « Informatics Europe ». L'« IFIP TC3 Education » a rejoint la coalition en 2020.

¹⁴ La CERNA est la Commission de réflexion sur l'éthique de la recherche en sciences et technologies du numérique d'Allistene, qui est elle-même l'alliance des sciences et technologies du numérique.

du consentement a été bien étudié par le CCNE. Le CCNE et la CNIL proposent d'ailleurs des analyses d'impact relatives à la protection des données. Cependant, la question des données reste une problématique centrale dans la bio-informatique. Elle se pose pour les grandes bases de données, comme les bases de données génomiques publiques, pour la question du droit des données lorsque les projets de recherche sont internationaux, pour la médecine personnalisée...

De nombreux enjeux éthiques sont au cœur de la recherche sur le génome. C. Froidevaux évoque la contradiction possible entre les tests de paternité et la volonté d'anonymat des donneurs de sperme mais aussi la problématique des informations incidentes. Que faire si l'on découvre à partir d'une analyse faite pour détecter une maladie x, une autre maladie ?

Pour C. Froidevaux, nous ne sommes pas assez sensibilisés aux enjeux éthiques de la génomique. Les personnes désireuses d'avoir recours à des analyses génomiques pour des motifs personnels, généalogiques par exemple, devraient être informées que les données génomiques sont fortement identifiantes, même à partir de l'analyse d'une petite partie du génome et que, lorsque l'on connaît le génome d'une personne, on a non seulement des informations sur ses ancêtres mais aussi sur ses descendants. D'autre part, que pourrait-il se passer si les données récoltées tombaient entre de mauvaises mains ?

Pour les questions relatives à la bio-informatique, C. Froidevaux évoque l'Avis 130 du CCNE sur « Données massives (big data) et santé ».

6. Quelle serait pour vous la formation idéale à l'éthique du numérique ?

Pour Christine Froidevaux, l'enseignement de l'éthique cloisonné dans un module à part n'est pas la meilleure option. Elle préfère un enseignement de l'éthique intégré à un module plus vaste et cite l'exemple de l'université de Grenoble où l'éthique est intégrée dans un module de 36 heures dispensé aux étudiant·e·s de master en informatique qui s'intitule « La méthode scientifique ». Ce module tourne autour des notions d'expérimentation, de reproductibilité, d'intégrité, de déontologie et d'éthique et a à cœur de développer l'esprit critique.

« Le danger que pourrait avoir un module d'éthique en soi, coupé des autres modules, serait de conduire les étudiants à penser qu'il s'agit de cocher des cases qu'ils oublieraient aisément par la suite. En plaçant des repères éthiques dans différents modules, ils verraient que l'éthique est au cœur de chaque secteur. Il faudrait presque une équipe pluridisciplinaire. Plutôt que de faire un module spécifique à l'éthique, la question éthique devrait irriguer tous les modules. »
C. Froidevaux.

Christine Froidevaux met en avant l'importance de la pluridisciplinarité dans les enseignements d'éthique. Pour parler d'éthique du numérique, il faut à son avis intégrer des informaticien·ne·s, des roboticien·ne·s, des philosophes, des sociologues et des juristes.

Au niveau du volume horaire, C. Froidevaux pense qu'il est possible en 3 heures de donner des repères et de montrer qu'il y a un sujet important mais pense que c'est trop court pour sensibiliser réellement les étudiant·e·s. Pour elle, la formation à l'éthique doit servir de mise à l'étrier pour un prolongement dans l'exercice des fonctions professionnelles des étudiant·e·s.

« Pour moi l'éthique du numérique est une démarche, c'est réfléchir à des valeurs, observer les comportements individuels ou collectifs dans certaines situations, faire des choix pour pouvoir agir ensuite, c'est une quête, une recherche d'équilibre entre des valeurs éventuellement conflictuelles, entre ce qui est souhaitable et ce qui est possible, entre confiance et défiance. Plutôt que de déboucher uniquement sur des prescriptions, il me semble que c'est un cheminement, une réflexion ou un comportement vis-à-vis des objets. Vu ma conception de l'éthique, il me serait difficile de vous donner un programme de cours figé. Pour moi, il faut sensibiliser les élèves ingénieurs à travers différents thèmes. Le danger d'un module unique, c'est de se dire : « j'ai fait mon module d'éthique, je suis au point ». Alors que c'est une démarche qu'il faudrait intégrer et poursuivre tout au long de ses études, puis de son métier. Il faut aussi donner aux étudiants les moyens et la motivation de continuer à sensibiliser les gens qu'ils rencontrent, et ça, ce n'est pas facile. » C. Froidevaux

7. Quels seraient les publics à former à l'éthique du numérique ?

Pour Christine Froidevaux, il ne suffit pas de sensibiliser les programmeur·euse·s informatiques à l'éthique du numérique car il·elle·s ne sont qu'un maillon de la chaîne. Il convient de sensibiliser également ceux et celles qui créent le cahier des charges, qui conçoivent les applications, qui les développent et qui les utilisent. En effet, l'informaticien·ne ne fait souvent qu'appliquer un cahier des charges qui lui a été donné sans avoir de pouvoir sur sa composition. En revanche, il·elle est plus souvent responsable de la correction de l'algorithme et du programme par rapport au cahier des charges et de la sécurité du code.

« Il faut former tous les ingénieurs, mais aussi former les formateurs. Il ne s'agit pas seulement de faire venir des spécialistes de l'éthique qui vont donner quelques cours. Il faudrait aussi que tous les enseignant·e·s dans les écoles d'ingénieurs soient sensibilisé·e·s à ces questions pour que l'éthique ne soit pas un module séparé du reste mais pour qu'existe un regard transverse sur tous les modules proposés. » Christine Froidevaux.

8. La sous-représentation des femmes dans les métiers de l'informatique, un problème éthique

Christine Froidevaux rebondit sur l'utilisation de l'écriture inclusive dans mes questions d'audition et souligne le problème de la sous-représentation des femmes dans les métiers de l'informatique.

Pour C. Froidevaux, le fait qu'il n'y ait que très peu de femmes ingénieures en informatique pose des problèmes éthiques et sociétaux car cela a des conséquences importantes sur la nature des contenus créés. Pour elle, encourager les filles à devenir ingénieures en informatique est une démarche éthique.

« Les sites web, réseaux sociaux, les logiciels sont créés majoritairement par des hommes, ce qui crée des biais genrés. » C. Froidevaux

AUDITION de M. Alexeï GRINBAUM le 21/02/2022 en visioconférence

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE M. ALEXEÏ GRINBAUM CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT À L'ÉTHIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR·E·S INGENIEUR·E·S.

Alexeï Grinbaum est philosophe et physicien. Il s'intéresse aux questions éthiques liées aux nouvelles technologies, notamment aux nanotechnologies, à l'intelligence artificielle et à la robotique. Il est chercheur et directeur de recherche au laboratoire Larsim du CEA-Saclay en tant que spécialiste de l'information. Il est président du Comité opérationnel pilote d'éthique du numérique du CEA et membre du CNPEN.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Formations dispensées par Alexeï Grinbaum
2. L'importance du présentiel
3. Incarner un rôle modèle pour les étudiant·e·s
4. Susciter une réaction émotionnelle
5. S'adapter aux centres d'intérêts spécifiques de l'auditoire
6. Approcher de nouveaux points de vue et façons de penser
7. Éthique, normes et valeurs
8. Quelle serait pour vous la formation idéale à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s ?
9. Pensez-vous que l'éthique du numérique puisse être un levier d'innovation tel que le promet l'Europe ? Si oui, comment intégrer cela dans le domaine de l'éducation à l'éthique ?
10. Esprit critique et traditions de pensée
11. Éthique de l'IA ou éthique du numérique ?

1. Formations dispensées par Alexeï Grinbaum

Alexeï Grinbaum enseigne dans les écoles d'ingénieurs depuis la fin des années 2000, soit depuis plus de quinze ans. Il dispense différentes formations, des conférences, des modules d'enseignement de divers formats de 3, 6 ou 12 heures. Il enseigne dans différentes institutions, dans différentes filières ainsi que différentes matières.

En éthique du numérique, il est très régulièrement invité à donner des enseignements sous forme de conférences de 3 heures comme, par exemple, à Paris Dauphine, à Science-Po ou à CentraleSupélec. Par d'exemple, une conférence sur l'IA en santé lui a été demandée pour des ingénieur·e·s en biotechnologies. Il dispense une formation de 6 heures pour les doctorant·e·s de l'Inria.¹⁵ Il dispense aussi un enseignement dans une école privée d'ingénieurs dédiée à l'intelligence artificielle et au big data, aivancity. Le format le plus long qu'il donne est un format de 12 heures à destination des étudiant·e·s ingénieur·e·s de l'IOGS.¹⁶

¹⁵ Inria (Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique).

¹⁶ Institut Optique Graduate School. L'Institut d'Optique a pour ambition de réunir dans un même établissement l'ensemble des activités liées à la photonique : recherche, formation, innovation, création d'entreprises, conseil et

L'IOGS est la seule école sur le plateau de Saclay (sauf peut-être l'ENS) qui rend obligatoire un cours d'éthique de 12 heures. Ce cours se compose de trois heures de cours général (abordant des sujets tels que : qu'est-ce que l'éthique de la recherche ?) et de 9 heures de cours consacrées spécifiquement à l'éthique du numérique. Le cours se donne face à une quarantaine d'élèves. A. Grinbaum note l'avantage du module obligatoire sur le module électif. En effet, s'il souligne qu'il a chaque année de très bons éléments, il déplore la vision de l'éthique comme un choix de facilité pour la majorité des étudiant·e·s.

2. L'importance du présentiel

Pour Alexeï Grinbaum, l'enseignement à distance n'est pas favorable à l'enseignement de l'éthique. Il a observé pendant la pandémie que les notes qu'il avait attribuées étaient près de 2-points inférieures à celles avant la pandémie car le travail des étudiant·e·s était moins bon.

« Je vois une très forte différence entre l'enseignement en ligne et l'enseignement en présentiel. Ce n'est pas vrai pour toutes les matières mais c'est absolument vrai pour l'enseignement de l'éthique du numérique. Je ne suis pas pour l'enseignement de cours d'éthique du numérique par visioconférence ou via contenus enregistrés en ligne. L'aspect de l'éthique de la vertu doit être présent et cela passe par la présence de la personne qui incarne l'intérêt de cette réflexion. Il faut que ce soit émotionnel. L'enseignement de l'éthique n'est pas un transfert de connaissances. Ce n'est pas comme faire des calculs. Il faut montrer un mode de pensée, une réflexion et les incarner. » A. Grinbaum.

3. Incarner un rôle modèle pour les étudiant·e·s

« J'incarne l'exemple d'un physicien qui fait de la philosophie. Mes étudiants n'ont jamais vu quelqu'un capable de penser comme eux sur le plan technique, c'est-à-dire parler de maths, écrire des formules ou du code et qui est aussi capable de sortir de ce mode de pensée pour prendre une autre casquette. Cela les surprend et les intéresse. Montrer son propre exemple, c'est important. » A. Grinbaum.

4. Susciter une réaction émotionnelle

« Une chose importante pour la formation à l'éthique, c'est qu'avant de donner une quelconque théorie, il faut susciter une réaction. Certains passent par les dilemmes, ce que je fais aussi. Mais on peut aussi passer par des images. L'entrée en matière doit se faire par un instrument pédagogique qui fait appel aux réactions émotionnelles et pas simplement aux réactions rationnelles. Bien souvent pour un ingénieur informatique, faire autre chose que d'écrire du code informatique signifie perdre du temps. Il faut commencer par gagner leur intérêt. » A. Grinbaum.

valorisation industrielle. La photonique est la science, ainsi que la technologie de générer, contrôler et détecter des photons. La photonique se trouve derrière les différentes et nombreuses technologies de la vie quotidienne, tels que les smartphones, les ordinateurs portables, l'internet, les équipements médicaux, ou encore la technologie de la lumière. Cet institut appartient à l'université Paris Saclay.

5. S'adapter aux centres d'intérêts spécifiques de l'auditoire

« Je commence toujours par dire qu'en éthique de l'IA, il y a plusieurs cartographies selon les champs d'exercices. J'énonce plusieurs cartographies du champs de l'IA et indique laquelle nous allons suivre. L'utilisateur, l'ingénieur, le juriste, le régulateur ne voient pas les choses à travers les mêmes grilles de lecture. Avec les étudiants en sciences politiques, j'aborde le problème de la responsabilité. Avec les ingénieurs, je parle de l'IA de confiance, des valeurs, de l'éthique by design, de ses limites et avantages, de comment ça marche... Par exemple, je peux travailler sur comment approcher le principe d'explicabilité en l'inscrivant dans des solutions logicielles. »
A. Grinbaum.

6. Approcher de nouveaux points de vue et façons de penser

Pour Alexeï Grinbaum, la formation à l'éthique est avant tout une occasion rare et précieuse offerte aux ingénieur·e·s d'approcher un autre type de pensée, une autre façon de réfléchir que celles auxquelles ils ou elles sont habitué·e·s. Les résultats de cet enseignement valent en eux-mêmes pour la curiosité intellectuelle qu'ils suscitent mais peuvent aussi se révéler utiles des mois ou des années plus tard.

7. Éthique, normes et valeurs

« Si les normes peuvent évoluer rapidement, l'évolution des valeurs peut être assez lente. Elles s'énoncent bien souvent avec les mêmes mots qu'il y a trois siècles, même s'ils ne signifient plus vraiment la même chose. En revanche, on ne peut pas parler d'évolution du mot : « Éthique ». L'impératif de réfléchir dans la continuité de la tradition culturelle est toujours là, il n'évolue pas. L'éthique de la technique, c'est la réflexion sur la condition de l'homme dans le monde technologique. C'était déjà le cas avec les bateaux pour les romains. » A. Grinbaum.

8. Quelle serait pour vous la formation idéale à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s ?

Pour Alexeï Grinbaum, la formation idéale à l'éthique du numérique dépend du public cible. Pour les ingénieur·e·s qui ne se destinent pas aux métiers de l'informatique directement reliés au secteur de l'IA, un enseignement de 12 heures suffit. Il insiste sur l'importance que cet enseignement soit divisé entre conférences et parties pratiques. Cependant, pour les ingénieur·e·s qui se destinent aux secteurs de l'IA, il recommande un enseignement de 24 heures. Cet enseignement se découperait lui aussi en deux blocs : un bloc d'enseignement de type général et un bloc d'enseignement spécifique relatif aux besoins des étudiants selon leur cursus avec une partie pratique.

A. Grinbaum note qu'outre les formations en écoles d'ingénieurs et dans les universités, il faudrait poursuivre les formations pour les doctorant·e·s, notamment à l'INRIA. Pour cela, il recommande 6 heures de formation à l'éthique du numérique pour tou·te·s. Pour les spécialistes en IA, deep learning, machine learning, la formation pourrait être beaucoup plus longue.

« Les populations étudiantes avant le doctorat ne sont généralement pas assez qualifiées pour parler de détails très précis. C'est trop tôt. Je mentionne les différentes stratégies d'XAI (Explainable Artificial Intelligence) à l'Inria ou aivancity mais les élèves n'en ont jamais entendu parler avant. Cela vient en thèse. Malheureusement, la formation pour les doctorants, même à l'Inria, est trop générale. Trop de branches d'études sont mêlées ; de ceux qui sont dans le machine learning à ceux qui font de la cyber sécurité ou d'autres qui travaillent dans la biologie. Je n'ai jamais vu de groupe de doctorants homogène de machine learning. » A. Grinbaum.

9. Pensez-vous que l'éthique du numérique puisse être un levier d'innovation tel que le promeut l'Europe ? Si oui, comment interpréter cela dans le domaine de l'éducation à l'éthique ?

« Penser que l'éthique est un levier d'innovation parce que le but ultime de la formation est d'innover, parce qu'innover est le but de la société occidentale, c'est de la propagande politique. Il faut sûrement mettre ça dans les textes parce que c'est une manière de motiver mais fondamentalement, l'éthique n'est pas une gestion de risques. L'éthique est une discipline intellectuelle de réflexion. » A. Grinbaum.

Alexeï Grinbaum note qu'il y a un sens dans lequel l'enseignement de l'éthique peut être admis comme un vecteur d'innovation mais souligne que c'est un sens très étroit. Cela advient lorsque des étudiant·e·s sont tellement fasciné·e·s par les problèmes mis au jour, qu'il·elle·s décident de s'engager plus avant dans cette voie, en y consacrant leurs stages professionnels, leur thèse et parfois même une partie de leur carrière.

« L'éthique donne déjà des produits différents par le dialogue avec ceux et celles qui se demandent quels sont les biais, qui s'interrogent sur le rapport à la vérité. Quand les ingénieurs produisent des papiers avec toute une partie sur la notion de vérité, sur les biais ou sur la sécurité, c'est le résultat de toutes les discussions que nous menons depuis des années. Les conversations sur l'éthique ont déjà une influence sur le travail des ingénieurs. Mais je ne parlerais pas d'utilité immédiate de la formation à l'éthique sauf pour ceux qui font du machine learning dans les secteurs sensibles. Pour les autres, c'est de la culture générale qui reviendra parfois des années plus tard. » A. Grinbaum.

10. Esprit critique et traditions de pensée

Pour Alexeï Grinbaum, un·e ingénieur·e qui ne connaît que son métier n'est pas capable de penser à la vie de son produit en société. L'éthique et l'esprit critique sont des outils qui peuvent l'y aider. Il précise que cette réflexion s'adresse en priorité aux ingénieur·e·s qui travaillent en B to C. Pour lui, outre l'esprit critique, la dimension de culture générale et de connaissance de l'histoire de la pensée est très importante.

« La philosophie analytique met en avant l'esprit critique comme une valeur absolue. Mais comme le disent les philosophes continentaux depuis plus d'un siècle déjà, le problème c'est que l'on peut être très critique en avançant des argument pour et des arguments contre sans se poser la question de notre rapport à l'ensemble des gens qui ont fait ça avant nous, à l'histoire de la connaissance, à la tradition. L'esprit critique est important mais il ne peut fonctionner sans un certain nombre de repères et de références des grands courants de pensée. Il s'agit de bâtir des ponts entre votre cas et ceux des autres avancés dans l'histoire de la pensée. » A. Grinbaum.

« Le but ultime est d'insérer une technologie inédite dans une culture humaine et dans la pensée éthique qui lui est propre. Si on commence à chercher une éthique nouvelle parce qu'on est face à une technologie nouvelle, c'est perdu d'avance car l'éthique ne pousse pas sur les arbres. La difficulté est donc d'insérer ces outils techniques nouveaux dans la continuité de notre réflexion, de notre tradition de pensée, de notre culture. La réflexion éthique est continue, elle ne commence pas en 2011 avec la dernière révolution de l'IA. Faire cela, l'ingénieur ne sait pas trop s'y prendre et c'est l'objectif ultime des formations à l'éthique. » A. Grinbaum.

11. Éthique de l'IA ou éthique du numérique ?

Alexeï Grinbaum explique que les expressions « éthique de l'IA » ou « éthique du numérique » sont surtout relatives au contexte dans lequel ces expressions sont utilisées. Dans le contexte francophone et germanophone, l'appellation éthique du numérique est plus commune. Dans le contexte anglophone ou le contexte des publications à vocation internationales, le terme « digital ethics » est moins répandu que celui « d'AI ethics ». L'emploi des deux termes est donc à choisir en fonction de la visée de diffusion des articles.

AUDITION de Mme Mélanie GORNET le 01/12/2021 via Zoom.

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE MME MÉLANIE GORNET CONCERNANT LES FORMATIONS À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR.E.S INGENIEUR·E·S.

Mélanie Gornet est auditionnée au titre d'étudiante en ingénierie. Elle vient d'obtenir son diplôme d'ingénieur à l'école toulousaine ISAE-SUPAERO. Ce master s'inscrit dans la filière Sciences des Données et de la décision et NeuroIA. Dans sa dernière année en école d'ingénieurs, elle a effectué un stage au CNPEN.¹⁷ Elle est actuellement en doctorat à Télécom Paris - Institut Polytechnique de Paris, en Économie, gestion et sciences sociales dans la spécialité Régulation. Sa thèse en cours a pour titre : « Rédaction d'exigences légales et éthiques pour des systèmes de reconnaissance d'images robustes, équitables et explicables ».

PLAN DE L'AUDITION :

1. Genèse et résumé du stage réalisé au CNPEN
2. Quelle serait à votre avis la formation idéale à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s ?
3. Pensez-vous que la promotion de l'esprit critique pourrait être utile aux ingénieur·e·s ?
4. Pensez-vous que la façon dont vous avez travaillé pendant votre stage, c'est-à-dire en expérimentant des valeurs éthiques émises par les instances européennes sur une application concrète, pourrait être généralisée pour former les ingénieur·e·s à l'éthique du numérique ?
5. Pensez-vous que l'éthique puisse être un vecteur d'innovation tel que le met en avant l'Europe dans ses textes ?

1. Genèse et résumé du stage réalisé au CNPEN

Mélanie Gornet rencontre Catherine Tessier à ISAE-SUPAERO lors de son cours intitulé : « Robotique et éthique ». Particulièrement sensible à l'enseignement reçu, Mélanie Gornet sollicite un stage auprès de Catherine Tessier. Elle veut travailler entre apprentissage machine et éthique. C. Tessier lui propose de faire un stage au CNPEN. Il sera question de sonder l'application des recommandations européennes sur l'éthique de l'intelligence artificielle sur un cas d'école : l'authentification par reconnaissance faciale.

2. Quelle serait à votre avis la formation idéale à l'éthique du numérique à destination des ingénieur·e·s ?

Mélanie Gornet souligne que la formation à l'éthique du numérique est quasiment absente à ISAE-SUPAERO. Si elle a bénéficié d'un cours de six heures avec Catherine Tessier, celui-ci

¹⁷ La stagiaire a été supervisée par Catherine Tessier et Claude Kirchner pour le CCNE (encadrement éthique) et par Olivier Grisel, chercheur à l'Inria et au CEA spécialisé en apprentissage machine (encadrement technique).

n'était pas proposé à toutes les spécialités, ce qui signifie que la majorité des élèves de sa promotion n'ont pas reçu de formation à l'éthique du numérique.

Pour elle, une formation à l'éthique du numérique idéale devrait a minima être proposée à tous les ingénieur·e·s qui vont travailler dans le numérique et pas seulement pour certaines spécialités. Elle recommande que l'enseignement de l'éthique du numérique intervienne au moment où les élèves se spécialisent (moment qui varie selon les écoles) afin que les élèves qui se dirigent vers l'informatique soient tout de suite en contact avec l'éthique du numérique et que ceux et celles qui vont dans des branches non-informatiques en soit dispensés.

« Si on suit des cours d'informatique, il faudrait obligatoirement avoir un cours de l'éthique du numérique. Pour moi, c'est une évidence mais ce n'est pas vraiment le cas. Je fais de l'informatique depuis des années et j'ai entendu parler d'éthique du numérique un peu par hasard et seulement en dernière année d'école d'ingénieurs. » M. Gornet.

Pour Mélanie Gornet, pour intéresser les ingénieur·e·s, il faut corréler l'éthique du numérique à leur futur métier en leur donnant des exemples très concrets. L'idéal serait même de travailler la définition de l'IA en fonction des sujets de chaque spécialité. Elle souligne que si l'on regroupe l'IA sous un seul terme, celle-ci renferme en fait des domaines très différents.

Au niveau du contenu, elle propose de situer les enjeux, d'exposer les problèmes que pose le numérique, de dire aux ingénieur·e·s en quoi l'AI génère des besoins éthiques puis de mettre ces problématiques en jeu sous la forme de dilemmes éthiques.

« J'ai un peu peur que si on part dans des concepts trop larges, sociologiques, philosophiques, etc., ça perde les élèves qui sont habitués à une façon de penser très « matheuse ». Ils veulent qu'on leur dise quels sont les enjeux, où les observer dans la société, quels en sont les impacts réels. Moi, je commencerais par là. » M. Gornet.

Pour Mélanie Gornet, l'approche délibérative de Catherine Tessier à partir de dilemmes réfléchis en groupes fonctionne. Elle ajoute que les élèves découvrent souvent à l'occasion qu'il·elle·s n'ont pas les mêmes avis, qu'il·elle·s ne s'appuient pas sur les mêmes valeurs. En revanche, elle pointe que la formation gagnerait à être un peu plus longue. En effet, il n'est pas évident pour tous les étudiant·e·s ingénieur·e·s de reconnaître un dilemme et, une fois le dilemme reconnu, d'apprendre à dévier de sa position de base.

« Pour eux, s'il y a un problème, il y a une solution. Le dilemme est difficile à voir car ils considèrent qu'il y a forcément une bonne réponse. Pour eux, il y a la réponse oui et la réponse non, chacune de ces deux positions ont leurs argumentations et, à la fin, on en choisi une. Je ne suis pas sûre qu'ils envisagent qu'il puisse y avoir un mélange de deux positions ou que les différentes positions avec tous leurs arguments peuvent être recevables. » M. Gornet

3. Pensez-vous que la promotion de l'esprit critique pourrait être utile pour les futur·e·s ingénieur·e·s ?

« Si je devais convaincre en une phrase les étudiants ingénieurs à se former à l'éthique, je leur dirais : « L'esprit critique et l'éthique sont importants pour améliorer votre propre travail. »
M. Gornet.

Mélanie Gornet pense que la promotion de l'esprit critique pourrait être utile. Elle évoque la nécessité du doute dans la science. Pourquoi, par exemple, affirme-t-on qu'à telle question, il y a telle réponse ? A-t-on pris le temps de regarder les différentes théories ou arguments ?

Elle met aussi en avant l'importance de la pensée de l'objet comme objet sociotechnique qui, selon elle, fait parfois défaut dans les écoles d'ingénieurs. L'étude de l'objet sociotechnique devrait selon elle prendre en compte l'histoire de l'objet, le contexte de développement, les enjeux techniques (comme les biais possibles), les différences d'approches selon les cultures et les orientations personnelles de tout ordre. Elle met aussi en avant la responsabilité de l'ingénieur·e en prenant l'exemple d'un ingénieur qu'elle connaissait et qui travaillait pour une entreprise d'armement. Pouvait-il dire qu'il ne faisait que développer du code ou devait-il dire qu'il développait des armes ?

4. Pensez-vous que la façon dont vous avez travaillé pendant votre stage, c'est-à-dire en expérimentant des valeurs éthiques émises par les instances européennes sur une application concrète, pourrait être généralisée pour former les ingénieur·e·s à l'éthique du numérique ?

« Je pense que mon expérience de stage peut être une bonne façon de former à l'éthique mais pas de façon générale, pas pour tous les ingénieurs informatiques. Ça peut être une proposition intéressante, notamment pour ceux qui conçoivent des objets avec une réserve : s'il est simplement question de proposer une liste de cases à cocher pour faire qu'un appareil soit éthique, ça ne marchera pas. Dans mon travail, j'ai dressé l'inventaire de mes choix pour un système particulier : un système de reconnaissance faciale qui utilise la technique du triplet loss.¹⁸ Si la démarche est généralisable, la réflexion et les choix varieront nécessairement selon les systèmes. Ce que je reproche aux textes européens c'est de dire : « voici des principes valables pour tout ». Les textes parlent de l'IA comme s'il n'y en avait qu'une sans considérer ses dérivés. La mise au point de grands principes tel que l'équité, la robustesse, l'explicabilité, la transparence permet de créer un premier cadre mais, à partir du moment où on l'applique réellement, on ne peut plus rester dans un cadre si général. Il faut choisir un angle, et souvent choisir parmi les valeurs. Je me suis rendue compte dans mon stage du nombre de choix incalculable que nous avons fait. Les ingénieurs qui travaillent sur leurs systèmes n'arrêtent pas de répéter qu'ils sont neutres, qu'ils ne font pas de choix. Bien sûr qu'ils font des choix ! Mais, justement, peut-être n'ont-ils pas pris le temps de la réflexion nécessaire ou n'ont-ils pas assez d'esprit critique pour les pointer. On ne leur a pas appris à fonctionner comme ça mais il le faudrait. » M. Gornet.

¹⁸ La fonction de coût par triplet (ou Triplet loss en anglais) est une fonction objectif pour les algorithmes d'apprentissage automatique où une entrée (appelée ancre) est comparée à une entrée positive (vérité) et une entrée négative (fausse).

5. Pensez-vous que l'éthique puisse être un vecteur d'innovation tel que le met en avant l'Europe dans ses textes ?

Mélanie Gornet ne souhaite pas se prononcer avec force sur cette question dont elle n'est pas experte. Elle pense qu'intégrer un peu plus de réflexion éthique dans la conception des objets est faisable et peut être bénéfique, voire générer de l'innovation. Cependant, pour elle, l'éthique est surtout une carte de communication jouée par l'Europe. Mise en concurrence avec les Gafam, l'Europe qui a du mal à rivaliser en terme de précision technique, de moyens financiers et humains, tente de se distinguer par la promotion de l'éthique. M. Gornet espère personnellement que l'éthique peut être un vecteur d'innovation mais n'est pas sûre que cela puisse rivaliser avec la puissance des outils créés par les Gafam.

« Dans tout le cycle de vie d'un système, par exemple d'un système d'apprentissage machine, il y a plein de choses à faire du côté éthique mais je ne sais pas si cela sera conforme à la volonté de l'Europe. Se prononcer là-dessus est réservé à mon avis à ceux qui s'occupent de placer un cadre pour le numérique, les politiques, afin de donner une impulsion. Après, est-ce que ça peut marcher sur le terrain ? Je ne sais pas. Il faut essayer. » M. Gornet.

AUDITION de M. Thierry MÉNISSIER le 28/10/2021 via Zoom

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE M. THIERRY MÉNISSIER CONCERNANT L'ENSEIGNEMENT À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR (INGÉNIEUR·E·S ET INFORMATIQUE).

Thierry Ménissier est philosophe, spécialisé en philosophie et en histoire des idées. Il est professeur des Universités, responsable de la chaire MIAI¹⁹ "éthique & IA" à l'Université Grenoble Alpes, chercheur à l'Institut de Philosophie de Grenoble (IPhIG) et enseigne la philosophie à l'Institut d'Ingénierie et de Management (Grenoble IAE & Grenoble INP).

PLAN DE L'AUDITION :

1. Présentation des formations dispensées par Thierry Ménissier concernant l'éthique de l'IA, du numérique et de la donnée
2. Positionnement général de la démarche d'enseignement : stimuler les compétences
3. Un enseignement philosophique qui s'inscrit dans une vision de l'éthique appliquée
4. Allier culture générale et mises en pratique concrètes
5. L'importance des exercices : ancrage corporel et intellectuel
6. Point sur la question de la défiance des ingénieur·e·s à l'égard des SHS
7. L'éthique comme levier d'innovation

1. Présentation des formations dispensées par Thierry Ménissier concernant l'éthique de l'IA, du numérique et de la donnée

Thierry Ménissier dispense deux formations ayant attrait à l'éthique de l'IA, du numérique et de la donnée à l'université de Grenoble Alpes :

- Un cours intitulé « Éthique de la recherche (pour l'éthique des ingénieurs) » à destination des 3^{ème} années de l'école PHELMA²⁰. Lancé en 2021, ce cours se développe en quatre séances de quatre heures ;
- Un séminaire intitulé « Éléments pour une éthique de l'IA, du numérique et de la donnée » initié par le Collège des Études Doctorales de l'Université Grenoble Alpes à destination de tous les doctorant.es du campus (12 heures).

2. Positionnement général de la démarche d'enseignement : stimuler les compétences

Thierry Ménissier considère que la transmission de connaissances, lorsqu'elle est destinée à des élèves ingénieur·e·s et des doctorant·e·s, ne peut se suffire à elle-même et doit également œuvrer

¹⁹ Le MIAI est un des quatre instituts interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle français dans le cadre de la stratégie nationale pour l'intelligence artificielle (IA) annoncée par le Président de la République lors de la journée "AI for Humanity" en 2018.

²⁰ La phelma accueille 1400 élèves ingénieurs dans de nombreuses disciplines en lien avec les défis contemporains et les questions de transition (micro-électronique et nanotechnologies, énergies décarbonées, technologies de l'Information, matériaux innovants, développement durable...)

à stimuler les compétences. Stimuler les compétences requiert une inventivité qui permet de relier le savoir à l'action.

3. Un enseignement philosophique qui s'inscrit dans une vision de l'éthique appliquée

« Mon but est dans un premier temps de faire progresser la connaissance philosophique de ces systèmes techniques. Cela signifie que les étudiants fassent un travail de lucidité : celui de prendre conscience que leur action est toujours sous-tendue par un système sociotechnique, en documentant ce système sociotechnique historiquement par rapport aux autres. Ensuite, mon idée c'est de commencer à faire réfléchir les gens à la démarche éthique qui pourrait être pertinente pour ces systèmes techniques. À cet égard, en ce qui concerne le système technique de l'intelligence artificielle, j'ai méthodologiquement choisi de distinguer : computer ethics, éthique algorithmique, éthique artificielle, éthique du numérique et de la donnée et éthique des usages de l'IA. Le séminaire suivi par les étudiants ne fait que poser un jalon. C'est une première pierre pour développer une éthique du système technique de l'IA dont les ramifications sont considérables, notamment concernant les développements technologiques en relation avec les usages de l'IA, du numérique et de la donnée. » T. Ménissier.

Thierry Ménissier est philosophe et se positionne comme tel dans ses formations à l'éthique de l'IA, du numérique et de la donnée. Passionné de systèmes techniques en tous genres, la finalité de ses formations est de donner une approche philosophique substantielle relative aux questions éthiques que les nouvelles technologies soulèvent ; pour ce faire, il entend notamment mettre en relation les théories morales développées par la philosophie (de l'arétisme antique à l'utilitarisme moderne) et les réalités techniques à travers l'histoire.

Il distingue quatre domaines éthiques relatifs aux instruments et pratiques technologiques : la computer ethics ou éthique algorithmique, l'éthique artificielle, l'éthique du numérique et de la donnée et l'éthique des usages de l'IA.

La computer ethics concerne les codeur·euse·s et informaticien·ne·s qui implémentent les principes éthiques dans le code (l'éthique by design). Autrement nommée éthique algorithmique, c'est une branche qui touche à la connaissance informatique, c'est à dire aux façons dont s'opèrent ou devraient s'opérer les calculs.

L'éthique artificielle est une discipline autonome qui concerne notamment la robotique sociale (qui a pour vocation de programmer des machines non nuisibles pour l'humain).

L'éthique du numérique et de la donnée concerne les sciences de l'information et de la communication. Les réflexions sur l'IoT font partie de ce domaine.

L'éthique des usages de l'IA est la branche de l'éthique qui mobilise de façon la plus évidente la philosophie politique et l'éthique philosophique.

Pour Thierry Ménissier, toutes ces formes d'éthique sont complémentaires et doivent dialoguer pour parvenir à circonscrire les questionnements d'envergure qu'ouvre le déploiement de l'intelligence artificielle. La computer ethics et ses concepts associés (transparence, explicabilité,

équité...), même si on peut lui accorder une primauté, n'est pas suffisante pour une approche éthique de ces réalités techniques, qui sont souvent transformées par leurs usages.

4. Allier culture générale et mises en pratique concrètes

« Soit on vise à déterminer ces « honnêtes hommes » comme on disait au XVIème siècle, capables de parler de tout, avec ce côté humaniste, soit on veut former des gens à avoir des méthodes éthiques. Je pense que c'est très différent mais que ça communique et qu'il faut former les deux. »
T. Ménissier.

Thierry Ménissier défend une approche faisant dialoguer apport de connaissances et mises en pratique de celles-ci. Pour lui, il faut transmettre une culture générale sur l'éthique en général et, en même temps, faire l'effort de créer des programmes ad hoc.

Certaines notions classiques en éthique restent fondamentales pour envisager les réflexions qui se posent dans les débats publics. Parmi celles-ci, T. Ménissier cite la différence entre éthique et morale, les notions de valeurs, de règles et de principes, les principaux courants éthiques (déontologisme, utilitarisme...).

5. L'importance des exercices : ancrage corporel et intellectuel

Thierry Ménissier insiste sur l'importance des exercices et de la mise en pratique des enseignements. Il évoque aussi la place du corps dans l'apprentissage. Engagé dans la création de nouvelles méthodes pédagogiques, il développe avec le programme « promising »²¹ des outils pédagogiques innovants. On peut citer l'exemple du serious game « Be human in the chaos »²² qu'il a créé avec Fabienne Martin-Juchat (professeure de sciences de l'information et de la communication à l'UGA). Composé de cartes représentant des persona (animaux protégés, objets connectés, divinités, humains augmentés), ce jeu propose de les incarner à partir d'improvisations corporelles. Les participant·e·s ancrent dans leurs gestes une réflexion sur leur place dans un monde techno-futuriste et développent ainsi une réflexion sur les enjeux du présent.

6. Point sur la question de la défiance des ingénieur·e·s à l'égard des SHS

« Les ingénieurs que j'ai en cours en 3ème année me paraissent passionnés par les questions éthiques. » T. Ménissier

Pour Thierry Ménissier, un préjugé entre ingénieur·e·s et chercheur·e·s des SHS existe historiquement et s'ancre très tôt dans le parcours scolaire. Cependant, selon lui, les choses évoluent depuis 4/5 ans sous l'effet de la préoccupation environnementale. Si la défiance des ingénieur·e·s envers les sciences sociales et humaines s'amointrit, l'inverse n'est pas forcément vrai. Il y a en effet en France certaines réticences persistantes dans les SHS, en particulier du côté des humanités, à s'associer aux savoirs de l'ingénierie.

²¹ « Promising » est un programme de l'Université Grenoble Alpes financé par le Programme « Investissements d'Avenir » (ANR PIA1, vague des IDEFI, 2021-2019) ayant pour but de développer et cultiver des démarches de design et de créativité pour renouveler la pédagogie dans l'enseignement supérieur.

²² Voir la vidéo <https://vimeo.com/191622738>

Thierry Ménissier relève également une méfiance des jeunes ingénieur·e·s à l'égard de l'idée de « progrès industriel », qui se prolonge dans une défiance envers le monde de l'entreprise et de l'industrie, et dans une réticence à s'engager professionnellement notamment dans les grands groupes, de l'avis même de cadres de haut niveau.

7. L'éthique comme levier d'innovation

Thierry Ménissier a publié en janvier 2021 un ouvrage intitulé *Innovations - Une enquête philosophique*²³ dans lequel il interroge la notion de progrès à l'aune de celle d'innovation, terme que l'on retrouve aujourd'hui dans tous les secteurs d'activité. Cette réflexion sur progrès et l'innovation se déploie en filigrane dans ses enseignements.

Partisan de la pensée de l'éthique comme un vecteur d'innovation, il défend l'idée que la formation à la réflexion sur l'éthique des systèmes techniques ancrée dans la pratique peut permettre une innovation différente.

²³ T. Ménissier, *Innovations - Une enquête philosophique*, Paris, Éditions Hermann, 2020.

AUDITION de Mme Catherine TESSIER le 10/11/2021 au CNPEN.

AVIS ET RECOMMANDATIONS DE MME CATHERINE TESSIER CONCERNANT LES FORMATIONS À L'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE DANS LE CADRE DE LA FORMATION DES FUTUR·E·S INGÉNIEUR·E·S.

Catherine Tessier est chercheuse à l'ONERA à Toulouse et référente intégrité scientifique et éthique de la recherche de l'ONERA. Elle enseigne à l'ISAE-SUPAERO, école d'ingénieurs à vocation aéronautique et spatiale. Elle fait partie de plusieurs comités d'éthique : le CNPEN, le comité d'éthique de la défense, le comité opérationnel d'évaluation des risques légaux et éthiques d'Inria (COERLE). Elle a fait partie des 24 experts internationaux mandatés pour rédiger le texte initial de la Recommandation de l'UNESCO sur l'intelligence artificielle, adoptée fin 2021.

PLAN DE L'AUDITION :

1. Enseignements dispensés par Catherine Tessier
2. Qu'est ou que n'est pas l'éthique ?
3. Muscler le cerveau : s'exercer à la délibération éthique
4. Former à l'éthique avant de former à l'éthique du numérique ou de l'IA
5. Ressentez-vous une défiance particulière des ingénieur·e·s à l'égard de l'éthique ?
6. Quelles valeurs pour l'éthique du numérique ?
7. Intégrer la valeur financière et l'innovation parmi les valeurs à prendre en compte dans le monde de l'entreprise
8. Poser la question de la finalité
9. La formation à l'éthique peut-elle être un levier d'innovation ?
10. Esprit critique et Éthique
11. Quelle serait la formation idéale à votre avis ?

1. Enseignements dispensés par Catherine Tessier

Catherine Tessier enseigne deux cours à l'ISAE-SUPAERO. Un cours de 3 heures intitulé : « Expérimentations avec des participants », dans le module « Expérimentations, mesures et BCI (Brain Computer Interface) », dans le domaine de 3^e année « NeuroIA » et un cours de 6 heures intitulé : « Robotique et éthique », dans le module « Décision et Action Délibérée », dans le domaine de 3^e année « Systèmes autonomes ».

Elle enseigne aussi à l'Université de Toulouse et chez Inria dans le cadre de la « Formation des doctorants à l'éthique de la recherche et à l'intégrité scientifique » (durée d'une session : 6 heures).

2. Qu'est ou que n'est pas l'éthique ?

« Il ne faut pas faire croire aux gens que faire de l'éthique, c'est uniquement avoir des critères et des cases à cocher. » C. Tessier
--

Pour Catherine Tessier, le mot « éthique » est trop souvent employé à tort et à travers. Notamment dans les textes internationaux, une confusion est faite entre « éthique » et conformité à des normes, des règlements, des lois. Les processus de mise en conformité mis en place par les autorités européennes ou les entreprises, telles que l'« Ethics review » ou l'« Ethics self assessment » par exemple ne sont pas de l'éthique à proprement parler.

Elle cite la définition du dictionnaire de l'Académie française qui établit que l'éthique est une « réflexion relative aux conduites humaines et aux valeurs qui les fondent, menée en vue d'établir une doctrine, une science de la morale ». On ne peut donc pas, par exemple, qualifier un produit d'« éthique », cet adjectif signifiant « qui a rapport aux conduites humaines et aux valeurs qui les fondent ».

Catherine Tessier renvoie d'autre part à la définition de l'éthique produite par le CNPEN dans son *Manifeste pour une éthique du numérique*. « L'éthique est une réflexion continue, évolutive, nourrie par l'histoire de la pensée et liée à une culture. Elle identifie et interroge les valeurs et les normes, met en évidence leur éventuels conflits, pour éclairer des choix individuels ou collectifs. Un questionnement éthique sur les sciences et les technologies peut se rapporter à des moments singuliers de l'existence humaine comme la procréation ou la mort, mais aussi concerner tout moment du quotidien. C'est le cas de l'éthique du numérique qui interroge en permanence nos valeurs à l'aune de situations inédites d'usage des technologies, avec une dimension radicalement nouvelle d'ubiquité et d'universalité de leurs effets. »

« L'éthique n'est pas le droit, n'est pas la déontologie, n'est pas un règlement ou une série de normes, n'est pas un ensemble de valeurs même si on les utilise, n'est pas la morale même si on l'utilise, n'est pas une déontologie mais une réflexion et une démarche dynamiques qui peuvent aboutir à des recommandations. » C. Tessier.

3. Muscler le cerveau : s'exercer à la délibération éthique

La priorité de Catherine Tessier est d'initier ses élèves à la délibération éthique : écouter l'argument de l'autre, produire des arguments, prendre en compte tous les facteurs, s'habituer à ce qu'il n'existe pas une « bonne réponse ». Les enseignements de C. Tessier sont souvent donnés à des étudiant·e·s pour qui l'éthique est une notion nouvelle ou qui en ont une vision imprécise.

« À mon avis, pour les ingénieurs, on peut en venir directement au fait sans passer par la culture générale ou l'histoire de l'éthique, ou seulement dans un deuxième temps. On s'adresse à une population qui a bien souvent oublié la philosophie depuis le lycée. Il faut les amener directement dans la pratique en leur présentant, par exemple, des situations de dilemmes. » C. Tessier

Catherine Tessier commence son cours par déjouer les conceptions de ce qu'est l'éthique et de ce qu'elle n'est pas comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent. Elle évoque aussi la notion de progrès : est-ce qu'un progrès technique est un progrès moral ? Après ces mises au point, elle expose les principaux cadres de philosophie morale : déontologisme, conséquentialisme, éthique des vertus, afin d'outiller ses élèves à la délibération éthique. Elle insiste sur l'importance de donner ces cadres de la philosophie morale avant d'aborder les dilemmes afin que les élèves sortent de la simple pensée conséquentialiste qui semble s'imposer de façon naturelle aux étudiant·e·s lorsqu'ils ou elles n'ont pas d'autres références. L'expérience de pensée bien connue

du dilemme du tramway est souvent employé par C. Tessier pour illustrer les cadres moraux. Il s'agit d'apprendre à réfléchir aux valeurs et principes éthiques lorsqu'ils sont mis en tension dans une situation afin d'être à même de les hiérarchiser en fonction des cas.

Les élèves sont ensuite divisés en deux groupes, chacun invité à discuter d'un dilemme réel ou très réaliste. Les élèves disposent d'une demi-heure de réflexion. Il est important que la parole soit ouverte au maximum, que les élèves se sentent libres de débattre et d'exposer des avis divergents. La demi-heure passée, il·elle·s doivent restituer le cas et leurs réflexions à l'autre groupe.

Catherine Tessier propose des repères historiques et philosophiques dans les annexes de sa formation, pour ceux ou celles qui voudraient aller plus loin.

4. Former à l'éthique avant de former à l'éthique du numérique ou de l'IA

Pour Catherine Tessier, il n'y a pas, en théorie, besoin d'une formation à l'éthique spécifique pour les ingénieur·e·s des sciences informatiques car la pratique de la réflexion éthique, en tant que méthode de réflexion, s'applique à tous, ingénieur·e·s et non-ingénieur·e·s. Cependant, elle note que chaque discipline ayant ses formatages, l'approche des formations peut nécessiter des adaptations sectorielles.

« Proposer aux gens ce qui les intéresse et ce qu'ils attendent n'ouvre pas forcément l'esprit. » C. Tessier.
--

Cependant, les éventuelles approches sectorielles sont aux yeux de C. Tessier moins importantes que le fait d'ouvrir l'esprit des élèves. Elle prend l'exemple des formations des doctorant·e·s à l'éthique de la recherche et à l'intégrité scientifique proposées à l'Université de Toulouse. Le fait que les doctorant·e·s viennent de disciplines et d'horizons très différents génère des discussions de grande qualité et poussent chacun et chacune à se confronter à des modes de pensée différents. Cela lui semble préférable au fait de proposer des formations calibrées pour les attentes spécifiques d'un groupe homogène.

« Le rôle de l'éthique est aussi de bousculer les façons communes de penser. » C. Tessier

5. Ressentez-vous une défiance particulière des ingénieur·e·s à l'égard de l'éthique ?

Pour Catherine Tessier, la défiance ne vient pas tant des étudiant·e·s que des institutions d'enseignement à former les ingénieur·e·s à la réflexion éthique, notamment là où elle enseigne à Toulouse. Ce phénomène peut s'expliquer à l'aune de deux préjugés qui consistent à penser que l'éthique n'est pas une matière « sérieuse » et qu'elle peut être un frein à l'action, notamment dans les entreprises. Pour elle, comme nous le verrons dans le paragraphe 9, l'éthique n'est pas un frein à l'action mais un recul nécessaire qui l'accompagne.

C. Tessier note que l'appétence des étudiant·e·s pour les questions d'éthique est d'autant plus palpable aujourd'hui qu'elle fait écho aux problématiques environnementales. En revanche, elle expose le fait que l'apprentissage de la pratique éthique chez les ingénieur·e·s peut être source de frustration, voire de colère. Habitué·e·s à la recherche de solutions, les ingénieur·e·s ont parfois

du mal avec des dilemmes éthiques qui ne débouchent pas sur une réponse tranchée. Cette réaction, parfois épidermique, est un signe de l'acquisition du processus de délibération éthique où il s'agit de relever les tensions entre les notions plutôt que de tenter de les neutraliser.

6. Quelles valeurs pour l'éthique du numérique ?

Catherine Tessier s'interroge sur la pertinence des valeurs utilisées dans les délibérations éthiques dans le domaine du numérique. Citant un article de Raja Chatila²⁴, elle évoque la genèse des processus éthiques actuels et le fait qu'ils soient hérités de la bioéthique, fondée sur les principes du rapport Belmont : non-malfaisance, bienfaisance, autonomie et justice. Ces valeurs sont-elles toujours pertinentes à considérer telles quelles quand on parle du numérique ? À ce titre, elle cite la valeur d'autonomie, très souvent remise en question dans le domaine de l'intelligence artificielle. À quel point, par exemple, un praticien médical est-il encore autonome lorsqu'il fonde ses décisions sur les prédictions d'un algorithme ?

7. Intégrer la valeur financière et l'innovation parmi les valeurs à prendre en compte dans le monde de l'entreprise

La création de valeurs financières est la raison d'être de l'entreprise. Les ingénieurs, qui seront amenés à travailler dans le monde de l'entreprise, ne peuvent faire l'économie de cette valeur dans leur réflexion éthique et doivent la mettre en balance avec d'autres valeurs.

À propos de l'innovation, Catherine Tessier pose la question de savoir si on peut la considérer comme une valeur. Si tel était le cas, il faudrait la prendre en compte comme une valeur parmi d'autres dans le cadre de l'entreprise.

8. Poser la question de la finalité

Pour Catherine Tessier, si comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, les valeurs de profit et d'innovation peuvent être pensées comme opérantes dans le cadre de l'entreprise, d'autres questionnements, moins consensuels, doivent être abordés et principalement la question de la finalité, du pourquoi on fait les choses que l'on fait. À quelle fin mon produit est-il destiné ? Répond-il à un besoin social ou au besoin du marché ? Qui va l'acheter ? Pour quoi faire ? La transposition des savoirs dans ce domaine particulier est-elle souhaitable ou peut-elle être dangereuse ?

S'appuyant sur l'exemple du *dead bot*²⁵, Catherine Tessier pose la question suivante : le besoin est-il toujours utile ? Dans le cas du *dead bot*, l'outil correspond certes au besoin de personnes confrontées au manque d'une personne disparue, cependant ce besoin contrevient à la définition même de la mort comme absence irrémédiable et donc à la question du deuil comme fondement de notre condition humaine.

²⁴ « Bioéthique et éthique du numérique. Une hybridation paradoxale. » *Pour une éthique du numérique*. CNPEN. Coordonné par Éric Germain, Claude Kirchner et Catherine Tessier. Ed. Puf. 2022.

²⁵ Voir à ce sujet l'avis N°3 du CNPEN : « Agents conversationnels : enjeux d'éthique ».

« Il faut réfléchir collectivement et de manière globale, car c'est un fait, nous n'allons plus pouvoir continuer comme ça. Il va falloir faire évoluer nos modes de vie. Ce constat pèse sur les épaules de ceux qui créent, les ingénieurs qui vont certainement devoir inventer différemment, c'est-à-dire en se posant les bonnes questions. » C. Tessier

9. La formation à l'éthique peut-elle être un levier d'innovation ?

Catherine Tessier expose toujours dans ses formations qu'à son avis la réflexion éthique n'est pas un obstacle au faire et qu'au contraire, elle peut mener à aller plus loin du point de vue technique.

Pour la formation à l'ISAE-SUPAERO, elle s'est appuyée cette année sur la consultation du CNPEN relatives aux *chatbots* en extrayant quelques questions. Par exemple, un *chatbot* peut-il mentir ? Un *chatbot* peut-il répondre à une insulte par une insulte (et comment serait définie scientifiquement une insulte ? (voir par exemple celles que profère le Capitaine Haddock).

« La réflexion éthique n'est pas un obstacle. Au contraire, le fait de se poser des questions, de mettre sur la table tous les arguments, de regarder les tensions, peut permettre d'identifier des dilemmes qui n'avaient pas été identifiés puis, éventuellement d'essayer de les résoudre par des solutions techniques. Se poser des questions éthiques peut mener à aller plus loin du point de vue technique. » C. Tessier.

10. Esprit critique et éthique

Catherine Tessier trouve la question posée intéressante : « Quelle est la différence entre esprit critique et éthique ? ». C. Tessier, elle-même très sensible à la question de l'esprit critique, constate que pour mener une réflexion éthique, il faut de l'esprit critique afin d'être en mesure d'envisager des arguments que l'on ne défend pas soi-même, de pouvoir critiquer de manière constructive, d'argumenter son désaccord.

Elle indique que l'esprit critique devrait être la démarche naturelle de tout scientifique capable de critiquer constructivement les thèses des autres mais aussi de se critiquer lui-même. À ce propos, elle invite ses doctorant·e·s à intégrer à leur thèse « un pas de côté » : une analyse éthique. Cette analyse porte sur les impacts de leur recherche, le questionnement des choix scientifiques qui ont été faits, les limites, etc. Ses doctorant·e·s sont invité·e·s à exposer dans une partie spécifique les réponses à des questions telles que : Ai-je eu recours à des simplifications ? Certaines hypothèses ont-elles été implicites ? En quoi les idées que je développe dans ma thèse ont-elles été influencées ou limitées par mes financements ? Ou bien par les méthodes ou la littérature que j'ai utilisées ?

« Dans les articles scientifiques, à mon avis, il devait y avoir ce genre de pas de côté : demander aux chercheurs d'avoir un regard critique sur ce qu'ils font ». C. Tessier.

Cet effort d'envisager sereinement les limites de son travail, de prendre du recul par rapport à ce que l'on a produit, peut être la première distinction entre esprit critique et éthique. Plutôt que de parler d'analyse éthique du travail, peut-être pourrait-on ici parler d'esprit critique ou de recul critique. En effet, cette démarche, si elle aborde des problématiques ayant trait à l'éthique du

chercheur, n'entre pas dans le cadre du dilemme éthique où la délibération éthique prime tel que nous l'avons développé dans le paragraphe 2 de ce document.

11. Quelle serait la formation idéale à votre avis ?

Pour Catherine Tessier, l'objectif principal de la formation à l'éthique est de donner des outils pour montrer ce qu'est une délibération éthique et de faire en sorte que les élèves se l'approprient et la pratiquent, qu'elle devienne une « *habitude* ».