

quelle éthique pour l'ingénieur ?

Laure Flandrin et Fanny Verrax

QUELLE ÉTHIQUE POUR L'INGÉNIEUR ?

ÉDITIONS Charles Léopold Mayer

38 rue Saint-Sabin 75011 Paris/France
Tél. et fax: 33 [0]1 48 06 48 86/www.eclm.fr

Maison d'édition de la Fondation Charles Léopold Mayer pour le Progrès de l'Homme (FPH), les **Éditions Charles Léopold Mayer** (ECLM) publient des ouvrages sur la transition écologique, économique et sociale. Elles accompagnent les acteurs de la transition afin qu'ils puissent développer, mettre en forme et diffuser leur plaidoyer par l'intermédiaire du livre. Association française à but non lucratif, les ECLM existent depuis 1995 et disposent de plus de 400 titres à leur catalogue. Elles publient aujourd'hui une dizaine de titres par an.

Les ECLM sont membres de la Coredem (communauté de sites ressources pour une démocratie mondiale: www.coredem.info) et de l'Alliance internationale des éditeurs indépendants (www.alliance-editeurs.org).

Vous trouverez des compléments à cet ouvrage sur le site de la maison d'édition: www.eclm.fr

© Éditions Charles Léopold Mayer, 2019

ISBN: 978-2-84377-218-4

DD n° 235

Mise en pages: La petite Manufacture – Delphine Mary

Conception graphique: Nicolas Pruvost

Les auteurs

Laure Flandrin est maîtresse de conférences en sciences sociales à l'École Centrale de Lyon et chercheuse associée au Centre Max Weber.

Fanny Verrax est philosophe. Elle travaille comme consultante et chercheuse indépendante dans le domaine des humanités environnementales et de l'éthique professionnelle.

Partenaires de diffusion

L'**École Centrale de Lyon** diplôme chaque année près de 350 élèves-ingénieurs et 50 docteurs. La formation dispensée bénéficie de l'excellence de la recherche de six laboratoires CNRS présents sur son campus, du rayonnement de deux unités mixtes de recherche et de six laboratoires internationaux associés. Dans un esprit d'ouverture commun à l'ensemble des établissements du Groupe des Écoles Centrale, son enseignement généraliste de très haut niveau en fait une école reconnue au niveau national et international par de nombreuses entreprises et des universités prestigieuses avec lesquelles elle a signé des accords de doubles-diplômes.

www.ec-lyon.fr

Créée en 1982, **Ingénieurs sans frontières** (ISF) est la première initiative de solidarité internationale puis d'éducation populaire provenant des milieux ingénieurs en France. Nous sommes une fédération constituée d'une trentaine d'associations étudiantes implantées partout en France, auxquelles s'ajoutent les groupes thématiques et les équipes de la coordination nationale. La finalité de notre projet associatif est la prise de conscience de la responsabilité particulière de l'ingénieur.e dans la construction d'un monde plus juste, par un questionnement du sens de la technique et une pratique critique de la démarche de l'ingénieur. Comment former des ingénieur.es citoyen.nes à même de tourner leur action vers l'intérêt général? Quelle gouvernance et quels outils pour y parvenir? Voici quelques questions auxquelles ISF tente de répondre collectivement depuis de nombreuses années.

www.isf-france.org

Sciences Citoyennes a pour objectif de favoriser et prolonger le mouvement actuel d'appropriation citoyenne et démocratique de la science, afin de la mettre au service du bien commun. Elle se donne notamment pour objectifs:

- L'accroissement des capacités de recherche et d'expertise de la société civile, des forces associatives, consuméristes, syndicales et citoyennes. Nous appuyerons la constitution d'un tiers secteur scientifique, répondant mieux à des besoins sociaux et écologiques croissants et négligés par les orientations scientifiques dominantes, qu'elles soient le fait de l'État ou de l'industrie privée.
- La stimulation de la liberté d'expression et de débat dans le monde scientifique, l'appui aux lanceurs d'alerte et le développement de controverses publiques et de « forums hybrides » sur les enjeux à forte technicité scientifique.

Loin des peurs frileuses des interventions du public et des logiques technocratiques, le pluralisme et la controverse sont la source non seulement d'une meilleure exploration des mondes possible et, partant, de meilleures décisions, mais aussi d'une appropriation active des connaissances scientifiques par le public.

– De promouvoir l'élaboration démocratique des choix scientifiques et techniques. Nous favoriserons la mise en débat public des politiques publiques en matière de recherche, de technologie et d'organisation de l'expertise. Nous mènerons également l'analyse vigilante des nouveaux dispositifs délibératifs qui se multiplient afin de soutenir ceux qui favorisent une véritable démocratie technique.

<https://sciencescitoyennes.org>

L'Union des Professeurs de Langues des Grandes Écoles d'Ingénieur et de Management (UPLEGESS) est une association 1901 fondée en 1975 et représentant une communauté de pratiques d'une centaine d'enseignants. L'UPLEGESS est membre de la Conférence des Grandes Écoles. Elle a pour vocation de promouvoir un enseignement des langues et des cultures de qualité qui prend en compte la richesse plurilingue de l'humanité et la dimension interculturelle de toute interaction humaine. Elle soutient le développement des « projets de recherche-action » de ses membres et constitue un réseau d'échanges entre les enseignants et les chercheurs des universités et des grandes écoles par l'intermédiaire de journées d'études, de séminaires et d'un congrès annuel. Dernière publication: *L'ingénieur citoyen*, Presses des Ponts, 2018.

www.kanas.com/uplegess

REMERCIEMENTS

Nous remercions les ingénieurs qui ont conçu les ordinateurs sur lesquels cet ouvrage a été écrit et ceux qui ont participé à la construction des bibliothèques et des bureaux dans lesquels nous avons travaillé. Nous remercions également tous les ingénieurs qui ont doté la France d'un maillage ferroviaire dense et de trains globalement sûrs et presque ponctuels, permettant de nous rencontrer. De façon plus générale, que tous les ingénieurs qui ont contribué à faciliter la vie aux xx^e et xxi^e siècles soient ici remerciés.

Nous saluons également les élèves-ingénieurs rencontrés à l'École centrale (ECL) et à l'Institut national des sciences appliquées (INSA) de Lyon. Leurs interrogations, parfois formulées à partir de l'intuition que le monde a moins besoin d'être techniquement réparé que politiquement transformé, ont largement motivé l'écriture de cet ouvrage.

Nous remercions pour terminer tous ceux dont l'aide s'est révélée précieuse pour la rédaction et la relecture de cet ouvrage, et notamment Christelle Didier, pionnière de l'éthique de l'ingénieur en France. À titre personnel, nous remercions Corinne Bonafoux, Marie Darrason, Michel Puech, Paul Verrax et Cédric Quartier pour leur soutien constant tout au long de ce projet.

SOMMAIRE

Introduction	11
Redéfinir l'éthique au-delà de l'anthropologie néolibérale	18
L'ingénierie comme profession-frontière	20
À propos de la démarche suivie dans l'ouvrage	22
Première partie - Une éthique intégrée à l'entreprise	27
Chapitre 1 - Les dilemmes de l'ingénieur en entreprise	31
Première figure du dilemme : le choix d'un domaine d'activité	32
Deuxième figure du dilemme : l'alerte éthique	44
Troisième figure du dilemme : le mensonge professionnel	69
Chapitre 2 - Les ingénieurs, acteurs de la responsabilité sociale de l'entreprise (RSE)	79
La responsabilité sociale de l'ingénieur manager dans l'entreprise	80
Refonder l'entreprise au-delà de la RSE	96
Deuxième partie - L'ouverture de l'éthique de l'ingénieur aux enjeux sociotechniques	107
Chapitre 1 - Les responsabilités des ingénieurs dans le développement technique	111
L'ingénieur déresponsabilisé vis-à-vis du développement technique	112
Incarner les valeurs du progrès et de l'innovation	123
Co-décider des techniques et les diffuser : les ingénieurs comme activistes du développement sociotechnique	127
Chapitre 2 - Les ingénieurs, partie prenante de la démocratie technique	149
Politique de la technique	150
L'automatisation des techniques et la mise hors circuit du politique	152
Le modèle de la diffusion des connaissances scientifiques et techniques	157
Le modèle du débat public	165
Le modèle de la co-production des savoirs	170

Troisième partie - L'extension de l'éthique de l'ingénieur aux enjeux environnementaux	185
Chapitre 1 - Les ingénieurs au chevet de la planète : des responsabilités environnementales nouvelles	189
Bienvenue dans l'Anthropocène	190
Le pari de l'économie circulaire : transformer le modèle d'utilisation des ressources en amont	205
Le pari du verdissement de l'ingénierie : réparation écologique et géo-constructivisme en aval	217
Chapitre 2 - Les ingénieurs partie prenante de la transition écologique	225
Les impasses du verdissement de l'ingénierie : le cas de la transition énergétique	226
Le dépassement des limites de l'ingénierie par la démocratie écologique	232
Décentrer l'éthique au-delà d'un anthropocentrisme étroit	240
Conclusion - Portrait de l'ingénieur vertueux en gardien du pluralisme	257

INTRODUCTION

Depuis la seconde moitié du xx^e siècle, la libération du rythme de la croissance économique et l'accélération du progrès technique ont transformé les sociétés occidentales. Jamais dans l'histoire humaine les existences individuelles et collectives n'ont été à ce point conditionnées par l'économie et traversées par les techniques. Mais les possibilités émancipatrices des réalisations de l'ingénierie humaine se retournent aujourd'hui en véritables menaces : désormais déployées à l'échelle planétaire, elles mettent en danger les équilibres socio-environnementaux et parfois même l'avenir de l'humanité. Alors que certains chercheurs mettent en cause la différenciation historique des rôles entre savant et politique, revendiquant des formes d'expertise plus ouvertes, les ingénieurs demeurent attachés à l'évidence du progrès technique et constituent une classe de scientifiques faiblement mobilisés au regard d'enjeux qui engagent pourtant l'hospitalité terrestre.

De quelle éthique personnelle, professionnelle et sociale pourraient-ils se réclamer pour légitimer d'éventuelles interventions dans le champ socio-politique ? À quel socle de pratiques et de valeurs pourraient-ils se référer pour revendiquer une responsabilité vis-à-vis de la qualité du développement socio-technique ? Les ingénieurs français sont traditionnellement peu impliqués dans le questionnement éthique et les écoles qui les forment n'ont promu que très récemment cet enseignement. Si l'éthique de l'ingénieur reste à définir par les ingénieurs eux-mêmes, cet ouvrage propose néanmoins d'en explorer les principaux enjeux.

La pertinence d'une éthique de l'ingénieur ne va pourtant pas de soi, parce qu'elle présuppose l'existence de responsabilités qui lui seraient imputables de manière spécifique. Ce problème mérite d'être posé sur trois niveaux.

Au niveau individuel, la responsabilité personnelle de l'ingénieur est d'emblée limitée par sa condition salariale et le rapport hiérarchique qu'elle implique, entraînant une forme de « soumission » vis-à-vis des « dirigeants de l'entreprise¹ ». Si la voie de l'entrepreneuriat est aujourd'hui de plus en plus valorisée dans les écoles d'ingénieurs, conformément à l'esprit du capitalisme néolibéral qui ambitionne de révéler en chacun un entrepreneur potentiel, plus de trois ingénieurs sur quatre demeurent salariés. Cette statistique, répertoriée par les enquêtes menées par la Société des ingénieurs et scientifiques de France (IESF)², est constante à long terme : démarré à la fin du xix^e siècle, le mouvement de salarisation des ingénieurs n'est pas près de s'infléchir. De toute évidence, cette dépendance hiérarchique des ingénieurs aux managers, et de manière plus lointaine aux propriétaires du capital qui les mandatent, affaiblit leur marge de manœuvre au sein des organisations, d'autant qu'elle s'inscrit dans un modèle de division du travail qui renforce la dilution des responsabilités personnelles.

1. David F. Noble, *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*, Oxford University Press, 1979.

2. Société des ingénieurs et scientifiques de France, 28^e enquête nationale sur les ingénieurs, 2017. Pour aller plus loin : www.iesf.fr/

Cette première approche du métier de l'ingénieur, dite « déterministe », présente d'indéniables mérites : elle met l'accent sur les contraintes organisationnelles et marchandes qui sous-tendent l'ordinaire des activités d'ingénierie et qu'il serait très imprudent d'ignorer au profit du mythe de l'individu libre et autodéterminé, capable de se donner à lui-même sa propre éthique. Mais elle ne rend pas complètement justice à la réalité des pratiques, car cette « agentivité » supposée des ingénieurs masque la coupure fondamentale, interne au groupe des ingénieurs, entre techniciens exécutants, d'une part, et dirigeants généralistes ou cadres au niveau d'éducation et de responsabilité plus élevé, d'autre part³. La responsabilité doit donc s'entendre ici moins comme la contrepartie d'une liberté que comme celle d'un pouvoir que les travaux des sciences sociales ont abondamment documenté. Par ailleurs, l'approche déterministe pourrait conduire à manquer trois possibles moments clés de la trajectoire des ingénieurs, où le discernement moral peut avoir un sens, du moins sous certaines conditions que cet ouvrage propose d'éclairer. Le premier concerne le choix d'un secteur d'activité plus ou moins contributeur au bien commun. L'importance de ce choix a été rappelée par la grande crise financière de 2008, qui a révélé l'attrait de la finance privée auprès des meilleurs élèves des plus grandes écoles d'ingénieurs et relancé le débat autour d'une mauvaise allocation des talents dans les différents secteurs industriels. Le deuxième moment désigne, cette fois-ci en aval et non plus en amont, la possibilité toujours ouverte de refuser de prendre part à un projet de l'entreprise pour des raisons de convictions personnelles, voire de démissionner pour faire connaître un désaccord et de changer d'entreprise et/ou de secteur industriel. Entre l'amont et l'aval se joue un troisième moment de responsabilisation pour les ingénieurs sur la façon de conduire certains projets et d'affirmer une capacité de force de proposition. 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 succès⁴. 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.

Au niveau intermédiaire, la responsabilité professionnelle des ingénieurs, pris en tant que communauté, ne présente pas plus de consistance que leur responsabilité personnelle du fait d'un déficit d'organisation professionnelle. La déontologie professionnelle des ingénieurs est en effet très faiblement institutionnalisée en France, si bien que le premier code d'éthique du Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France (IESF) ne date que de la fin des années 1990 et ne revêt aucun caractère d'obligation juridique ou morale (voir charte en annexe disponible sur le site www.eclm.fr). Cette situation contraste avec celle des ingénieurs qui travaillent à l'étranger, notamment dans les pays

3. Ivan Sainsaulieu et Dominique Vinck, *Ingénieur aujourd'hui*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2015.

4. Voir par exemple Michael Braungart et William McDonough, *L'Upcycle. Au-delà de la durabilité – Concevoir pour l'abondance*, Gallimard Alternatives, 2016.

anglo-saxons, où les groupes socioprofessionnels sont bien mieux reconnus qu'en France et ont contribué à la diffusion de nombreux codes d'éthique. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si l'éthique de l'ingénieur, l'*engineering ethics*, s'y est développée comme discipline universitaire à partir des années 1980, tandis qu'elle peine encore à émerger en France.

La tradition historique française bloque toute construction de l'identité des ingénieurs en tant que profession, alors que celle-ci constitue un support indispensable à l'institutionnalisation d'une déontologie. À l'origine de cette exception française, plusieurs explications prédominent, notamment la dissolution des corporations et le refus des professions organisées lors du passage du féodalisme au capitalisme, particulièrement brutal en France. Par ailleurs, au XIX^e siècle, alors que les ingénieurs civils s'imposent en Grande-Bretagne et aux États-Unis et se constituent en professions autonomes, en France dominent les grands corps, « qui forment une véritable "technocratie d'État" dotée d'une autorité et d'un pouvoir considérables⁵ ». Si les ingénieurs accèdent alors à une place centrale dans la société, ils ne l'obtiennent pas en tant que profession autonome, séparée de l'État, mais plutôt en tant que hauts fonctionnaires portés par le service du progrès humain, et paradoxalement dispensés du questionnement éthique puisque supposés d'emblée vertueux. Dans la seconde moitié du XX^e siècle, l'activisme des ingénieurs du corps des Mines dans le développement de l'énergie nucléaire en France, devenu l'un des pays les plus nucléarisés du monde, en constitue sans doute l'une des illustrations les plus frappantes⁶. En 2009, sur l'ensemble des dirigeants français des sociétés du CAC 40, 18% sont diplômés de l'École polytechnique, devant HEC (10%), ce qui manifeste bien que les chances d'accéder aux positions dominantes du champ économique sont encore largement conditionnées par l'appartenance aux grandes écoles d'ingénieurs⁷. Alors même que les ingénieurs français bénéficient d'une maîtrise considérable dans la gestion de l'économie et la diffusion des techniques, cette puissance des ingénieurs demeure paradoxalement sans contrepartie en termes de responsabilité et de visibilité politiques.

Par ailleurs, le mouvement de salarisation des ingénieurs civils dans les entreprises privées, au cours du XX^e siècle, opacifie encore davantage cette invisibilité, de sorte que « la plupart des ingénieurs ont peu de choses à voir avec les célèbres auteurs de grandes réalisations techniques comme le mécanicien Gustave Eiffel, l'électricien Zénobe Gramme, le thermicien Rudolf Diesel ou l'aérodynamicienne Sébastienne Guyot (première ingénieure de l'École centrale de Paris, sortie en 1921 ; elle inventa un hélicoptère adopté par l'armée

5. François Jarrige, *Technocritiques. Du refus des machines à la contestation des technosciences*, La Découverte, 2014.

6. Sezin Topçu, *La France nucléaire. L'art de gouverner une technologie contestée*, Seuil, 2013.

7. François-Xavier Dudouet, Éric Grémont, Hervé Joly et Antoine Vion, « Retour sur le champ du pouvoir économique en France. L'espace social des dirigeants du CAC 40 », *Revue française de socio-économie*, n° 13, 2014.

française en 1939)⁸ ». Aux figures individuelles héroïques et prométhéennes de la modernité, identifiables par des chefs-d'œuvre d'ingénierie remarquables et relativement délimités (ponts, routes, barrages, etc.), succède un acteur dispersé et multisectoriel, en charge de la conception et du déploiement de technologies réticulaires et immatérielles, qui peine à se constituer comme profession. Enfin, les ingénieurs français sont les seuls dont la formation n'est pas prise en charge par les universités, mais majoritairement par les écoles (à 80 %), qui entretiennent entre elles des relations de concurrence (historiquement entre les ingénieurs d'État et les ingénieurs civils, mais aussi entre les ingénieurs généralistes et les ingénieurs spécialisés, etc.) de nature à affaiblir ce qu'il peut rester de sentiment d'appartenance professionnelle. À l'éthique professionnelle la tradition française a substitué l'esprit de corps que ne manque pas de sécréter une « forte hiérarchisation interne du groupe des ingénieurs au regard d'une seule norme d'excellence définie par la référence au modèle de la grande école⁹ ».

Des tentatives existent pourtant pour la faire exister, depuis la constitution de la Société des ingénieurs civils en 1848, ancêtre de l'IESF, jusqu'à la proposition de création d'un ordre des ingénieurs, ou du moins d'un syndicat professionnel, lancée par Julien Roitman, actuel président de l'IESF. Cette dernière initiative est symptomatique de l'intégration progressive des enjeux socio-éthiques du métier d'ingénieur par les ingénieurs.

Au niveau sociétal, la responsabilité collective des ingénieurs dans les grandes orientations de la cité n'est pas non plus clairement perceptible. Invisibles dans la sphère économique et technique elle-même, les ingénieurs le sont aussi dans la sphère publique. À la fin des années 1970, l'ingénieur américain Samuel Florman assume cette invisibilité et estime que « la place de l'ingénieur n'est ni dans l'arène politique ni dans la cacophonie de l'opinion publique¹⁰ ». Mais l'entrée postérieure dans la « société du risque¹¹ » et la prise de conscience des impacts à long terme des actions techniques sur la société et la nature changent la donne : en 2012, Julien Roitman déplore que « le corps professionnel des ingénieurs, qui pèse 4 % de la population active, brille par son absence des instances nationales¹² » de la République. On ne dénombre alors que 8 ingénieurs à l'Assemblée nationale, 7 au Sénat, et pas un seul à la tête d'un ministère. Leur nombre n'a grimpé qu'à 14 députés dans la nouvelle Assemblée nationale élue au printemps 2017, pourtant plus représentative des professions intellectuelles supérieures du secteur privé qu'elle ne l'a jamais été auparavant. Plus surprenant encore, la présence des ingénieurs dans l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques (OPCST) est minimale, puisqu'il ne comprend que

8. Ivan Sainsaulieu et Dominique Vinck, *Ingénieur aujourd'hui*, op. cit., p. 10.

9. Paul Bouffartigue et Charles Gadéa, « Les ingénieurs français. Spécificités nationales et dynamiques récentes d'un groupe professionnel », *Revue française de sociologie*, vol. 38, n° 2, 1997, p. 304.

10. Samuel Florman, "Moral Blueprint", *Harpers' Magazine*, vol. 257, n° 1541, 1978.

11. Ulrich Beck, *La Société du risque. Sur la voie d'une autre modernité* [1986], Aubier, 2001.

12. Julien Roitman, « Des ingénieurs pour quoi faire ? », *La Revue parlementaire*, 2 octobre 2012.

6 ingénieurs de profession sur un total de 36 membres. Cette faible visibilité des ingénieurs dans la sphère publique française contraste avec le rôle qu'ils jouent dans les grands pays industriels, en Allemagne par exemple, mais plus encore en Chine, où 75 % des hauts dirigeants affichent une formation d'ingénieur.

Cette situation d'invisibilité politique propre à la France s'explique sur le plan socioculturel et philosophique. Sur le plan sociologique, le moment de la formation en école d'ingénieurs est décisif : l'indéniable densité de l'activité associative y est essentiellement centrée sur les activités sportives et non politiques, et l'association de solidarité internationale Ingénieurs sans frontières, qui milite pour la « prise de conscience de la responsabilité particulière de l'ingénieur dans la construction du développement durable¹³ », fait encore figure d'exception. Par ailleurs, les élèves-ingénieurs ne sont pas sélectionnés sur des critères extrascientifiques et ne se préparent pas à assumer un rôle dans la société puisque la culture de l'ingénieur qui se transmet dans ces lieux est résolument « techno-solutionniste¹⁴ » : dans cette vision du monde, il n'existe pas de problème humain qui n'ait d'abord sa solution dans le champ de l'ingénierie. Alors que le travail de l'éthique consiste moins à résoudre des problèmes qu'à en poser, l'ingénierie est majoritairement pensée comme une activité purement rationnelle de résolution de problèmes et de conception de solutions innovantes. Sur le plan philosophique, l'ingénierie se présente d'ailleurs comme une activité de moyens qui ne vise rien d'autre que l'efficacité de la décision et de la technique, et non pas comme une activité délibérative concernant les fins. Ce thème très ancien, dit de la « neutralité morale de la technique », limite drastiquement la possibilité de réfléchir aux valeurs et aux obligations morales de l'ingénieur et dépolitise le projet technique des sociétés.

Ces trois niveaux de la responsabilité de l'ingénieur ouvrent un questionnement fondamental sur la légitimité même de l'éthique de l'ingénieur. C'est d'ailleurs un premier objet de controverses au sein même de ce champ disciplinaire entre ceux qui pensent que l'éthique de l'ingénieur n'a tout simplement pas de sens tant sont forts les déterminants organisationnels qui le contraignent¹⁵ ; et ceux qui soutiennent au contraire qu'une prise en charge des enjeux socio-éthiques du métier d'ingénieur est nécessaire¹⁶, à l'instar du philosophe

13. www.isf-france.org/histoire-vision-valeurs

14. Philippe Bihouix, *Le bonheur était pour demain. Les rêveries d'un ingénieur solitaire*, Seuil, 2019.

15. Voir par exemple : Ralf Nader, "The Engineer's Professional Role: Universities, Corporations and Professional Societies", *The Journal of Engineering Educations*, vol. 57, février 1967, p. 450-457 ; John Ladd, "The quest for a code of professional ethics. An intellectual and moral confusion", in Rosemary Chalk, Mark S. Frankel, Sallie B. Chafer (dir.), *AAAS Professional Ethics Project: Professional Ethic Activities in the Scientific & Engineering Societies*, Washington DC, American Association for the Advancement of Science, 1980 ; ou encore Armin Grunwald, "Against Over-Estimating the Role of Ethics in Technology Development", *Science and Engineering Ethics*, vol. 6, n° 2, 2000.

16. Voir par exemple : Mike Martin et Roland Schinzinger, *Ethics in Engineering*, New York, McGraw-Hill, 1983 ; Carl Mitcham, *Thinking Ethics in Technology: Hennebach Lectures and Papers, 1995-1996*, Colorado, Colorado School of Mines, 1997.

américain Michael Davis qui estime que si l'ingénieur semble ne poursuivre aucun idéal dans sa pratique professionnelle (à l'inverse du médecin qui soigne ou du juge qui rend la justice), sa responsabilité est néanmoins engagée vis-à-vis du bien-être humain¹⁷.

REDÉFINIR L'ÉTHIQUE AU-DELÀ DE L'ANTHROPOLOGIE NÉOLIBÉRALE

Ces deux positionnements en apparence opposés se rejoignent implicitement sur l'idée contestable que l'éthique ne pourrait concerner que des individus libres de leurs actions, et partant responsables à titre personnel ou professionnel de leurs conséquences. Ils font tous deux l'impasse sur les traditions de l'éthique pour lesquelles la liberté relève moins d'une évidence que d'une conquête tout à la fois individuelle et collective.

Dans le capitalisme néolibéral contemporain, les thèmes de la liberté et de l'éthique ont été noués de manière si serrée qu'il n'apparaît plus possible de les défaire : nous serions libres, ou du moins condamnés à l'être du fait du délitement des autorités traditionnelles (l'État, l'Église, etc.) et des entités collectives (les classes sociales, la famille, etc.), et de cette liberté supposée pourraient être dérivées nos responsabilités insubstituables. Le fait que l'éthique elle-même se présente le plus souvent comme individuelle (voir encadré ci-après) ajoute à cette croyance. L'interprétation des problèmes sociopolitiques, des affaires et des scandales qui rythment l'actualité, par le seul biais de l'immoralité des individus, s'est imposée comme une évidence, si bien que toute tentative de régulation du capitalisme prend désormais l'allure d'une croisade morale¹⁸. Des individus privés jusqu'aux entreprises, invitées à éditer chartes éthiques, codes de conduite et autres rapports sur la responsabilité sociale et environnementale, les appels à la vertu se multiplient. Cette nouvelle demande sociale d'éthique fait proliférer les « responsables », comme si les individus étaient libres de choisir le bien en toutes circonstances par l'exercice responsable de la liberté. Si la question des contraintes structurelles qui pèsent sur l'action humaine est écartée d'un revers de main, cette éthique très à la mode a toutes les chances de fonctionner comme une parure d'acceptabilité sociale pour notre misère morale. Alors que le besoin d'un contrôle normatif des interventions économiques et techniques sur la société et dans la nature n'a jamais été aussi pressant, comment les ingénieurs peuvent-ils entendre et prendre en considération cette demande sociale d'éthique sans l'instrumentaliser à leur tour et gâcher ainsi le nouvel intérêt porté aux règles de l'agir humain dans la période contemporaine ?

17. Michael Davis, *Thinking Like an Engineer. Studies in the Ethics of a Profession*, New York, Oxford University Press, 1998.

18. Frédéric Lordon, *Et la vertu sauvera le monde... Après la débâcle financière, le salut par l'éthique ?*, Montréal, Liber, 2003.

Cet ouvrage propose de rattacher ses analyses à une définition de l'éthique à la fois plus modeste, puisqu'elle ne se prononce pas *a priori* sur des questions métaphysiques telles que la liberté des sujets, et plus rigoureuse, puisqu'elle prend appui sur des études de cas, nourries de données empiriques, pour reconstituer les contextes socio-historiques dans lesquels peuvent surgir des problèmes d'ordre éthique (voir les doubles pages consacrées à un domaine de l'ingénierie, un métier particulier ou une étude de cas, insérées dans chaque chapitre). Cette définition travaille la question des valeurs plutôt que celle de la liberté. Quand le sociologue allemand Max Weber étudie l'« éthique protestante » des premiers hommes du capitalisme industriel, il met au jour les hiérarchisations implicites de valeurs qui orientent leurs actions, le sens qu'ils en retirent pour eux-mêmes et pour les autres, mais ne manque jamais de rappeler que ces hommes s'activent dans l'enfermement d'une « cage d'acier¹⁹ », à la manière des poissons « libres » de nager dans leur bocal. Dans le même esprit, on ne peut pas prendre prétexte des rapports de domination dans lesquels sont indéniablement pris les ingénieurs pour refuser d'emblée toute réflexion sur la signification éthique de l'ingénierie. Certes, les ingénieurs travaillent en contexte fortement réglementé, dans un environnement de travail régulé par des procédures impersonnelles, assorti de jeux de pouvoir, modelé par la pression des actionnaires, mais la pertinence de l'éthique est moins liée au fait que nos actions soient libres qu'à ce fait qu'il est toujours possible d'intervenir dans la chaîne des événements au nom de ce qui constitue un bien ou un moindre mal, c'est-à-dire une valeur.

Dans un sens beaucoup plus précis, on peut dire de l'éthique qu'elle est un savoir pratique nécessaire toutes les fois que l'incertitude ou la complexité des situations introduisent une indécision et un trouble tels qu'un examen rationnel des conflits de valeurs révélés par ces situations s'impose avant d'agir. Ces conflits proviennent le plus souvent de ce que l'action proprement humaine affronte plusieurs dimensions : individuelle et collective ; privée et institutionnelle ; personnelle et structurelle ; mais aussi passée, présente et à venir ; sociale et naturelle. Mais l'éthique ne se contente pas de faire émerger des valeurs en conflit, elle ambitionne également de questionner les fins de l'action humaine. Pour ces raisons, la définition que donne de l'éthique la philosophe Cécile Renouard – « Je définis l'éthique comme la recherche déterminée, personnelle et collective, de la vie bonne, aujourd'hui et demain, dans des institutions justes, au service du lien social et écologique²⁰ » – paraît tout à fait adéquate et stimulante.

19. Max Weber, *L'Éthique protestante et l'esprit du capitalisme*, Pocket, 1991.

20. Cécile Renouard, *Éthique et entreprise*, Éditions de l'Atelier, 2015.

L'éthique et la morale : quelles différences ?

Pour de nombreux auteurs, à l'instar de Paul Ricœur, l'éthique et la morale sont distinctes mais complémentaires²¹ : la morale indique des normes du comportement, liées à une culture et à une époque, rapportées à un groupe social ; l'éthique, elle, relève de choix personnels qui correspondent au sens que l'individu donne à son action et à son existence. L'éthique prend donc d'abord appui sur des valeurs (personnelles) plutôt que sur des obligations (collectives). Mais on comprend dès lors que cette première distinction de la morale et de l'éthique s'adosse à une opposition ancienne, entre la société et l'individu, que les sciences sociales ont contestée de longue date en montrant que l'individu est socialement fabriqué²². Sous cet aspect-là, l'opposition de la morale et de l'éthique ne se révèle donc pas aussi pertinente qu'elle en a l'air.

La question de l'incertitude de l'action trace une différence bien plus robuste entre les deux : l'éthique vient en compensation de la perte des grandes références religieuses, morales et politiques, comme sources de légitimité *a priori*, et se trouve donc nécessaire toutes les fois que les grands principes moraux socialement reconnus sont mis en suspens par la complexité des situations. L'éthique est fondamentalement liée à l'agir incertain : elle intervient notamment dans des cas particuliers, souvent des dilemmes, où il faut décider du comportement à adopter en l'absence de certitude sur l'issue de la situation. L'éthique ne peut donc que recommander, sans visée déterminée ; quand la morale, elle, aimerait plutôt commander de manière impérative et institutionnaliser les décisions, à la manière du droit. La colonisation actuelle de la société par la morale et le droit, sous la forme de la judiciarisation des rapports sociaux, menace constamment de faire passer l'éthique au second plan.

Si l'éthique désigne bien ce type de connaissance pratique, le problème fondamental qui se pose est donc celui de savoir où se situent, pour les ingénieurs, les expériences de dissonance entre les grands principes moraux admis comme allant de soi, les conflits de valeurs que l'éthique prend traditionnellement pour objet. Dans quelles communautés morales l'ingénieur ancre-t-il ses obligations éthiques, y compris de manière implicite, et dans quels cas particuliers les valeurs portées par ces différents pôles entrent-elles en contradiction ? S'il est possible de montrer que ces situations existent de manière spécifique pour les ingénieurs, alors ceux-ci pourraient avoir besoin d'une éthique qui leur soit propre.

L'INGÉNIEURIE COMME PROFESSION-FRONTIÈRE

Il se trouve que l'ingénieur est un professionnel qui occupe une position tout à fait spécifique, située aux interfaces entre plusieurs entités qui, en première analyse, fonctionnent comme des communautés morales autonomes dont les conceptions du bien peuvent sembler autant de maux aux autres.

D'abord, l'ingénieur travaille à la frontière entre les différentes parties prenantes, internes et externes, d'une organisation (une entreprise le plus souvent, mais pas nécessairement) : les actionnaires, l'employeur ou l'équipe dirigeante,

21. Paul Ricœur, « L'éthique, la morale et la règle », *Autres temps. Les Cahiers du christianisme social*, n° 24, hiver 1989-1990.

22. Voir par exemple : Pierre Bourdieu, *Les Méditations pascaliennes* [1997], Points, 2003.

les salariés, les clients, les fournisseurs, les usagers, les riverains de l'entreprise, etc., sont autant d'acteurs aux intérêts potentiellement divergents qu'il a la charge de concilier. Historiquement, c'est d'ailleurs bien autour de l'articulation de leurs intérêts que s'est structurée l'éthique de l'ingénieur comme discipline universitaire. Le cas classique du *whistleblowing* (littéralement, le fait de « tirer la sonnette d'alarme »), ou alerte éthique, par exemple, en tant que dilemme moral repéré dans la littérature comme un problème spécifique aux ingénieurs, exprime un conflit de valeurs entre, d'une part, la loyauté due à l'entreprise et, d'autre part, le respect des clients de l'entreprise ou plus largement du public utilisateur des équipements d'ingénierie ; autrement dit, une tension morale entre les valeurs de l'entreprise et les valeurs professionnelles d'efficacité et de sécurité de l'action technique.

Ensuite, à un niveau plus global, l'ingénieur apparaît comme un passeur entre les sciences, les techniques et la société. L'approche centrée sur les parties prenantes de l'entreprise est beaucoup trop étroite et condamne à ne voir dans l'ingénieur qu'un salarié ou un manager, alors qu'il est aussi un acteur majeur du développement sociotechnique.

Enfin, il faut poursuivre le mouvement d'élargissement engagé plus haut et considérer que l'ingénieur déploie ses activités au contact de l'entreprise, de l'environnement sociotechnique, mais également de la nature. L'impact de l'activité industrielle et technique ne se mesure pas qu'à ses seuls effets sur la société et il convient de ne pas détacher les hommes de leur environnement naturel. La crise écologique convoque ainsi les non-humains pour les réintégrer dans une communauté morale et politique dont ils ont été artificiellement séparés dans la modernité²³.

De cette situation carrefour naissent les conflits de valeurs, justifiant une éthique, qu'affrontent quotidiennement les ingénieurs. La nature de l'ingénierie est fondamentalement hybride : elle est économique et sociale, technique et écologique. Matthieu Hubert et Dominique Vinck avancent ainsi le concept d'« ingénierie hétérogène » pour « rendre compte de la grande diversité des pratiques » au travers desquelles les ingénieurs façonnent le monde sociotechnique²⁴. Christelle Didier évoque elle aussi un « métier impur²⁵ » : l'ingénieur n'est ni un pur manager, ni un pur savant, ni un pur marchand, ni un pur technicien, etc. En tant que groupe socioprofessionnel, les ingénieurs présentent donc cette spécificité remarquable de se situer au croisement d'une triple transformation – économique, technique et écologique – majeure pour les sociétés contemporaines et dont les implications éthiques sont considérables. C'est le paradoxe d'un groupe tout à la fois décisif pour cette mutation et peu engagé dans le questionnement éthique que cet ouvrage propose d'examiner.

23. Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, La Découverte, 2006.

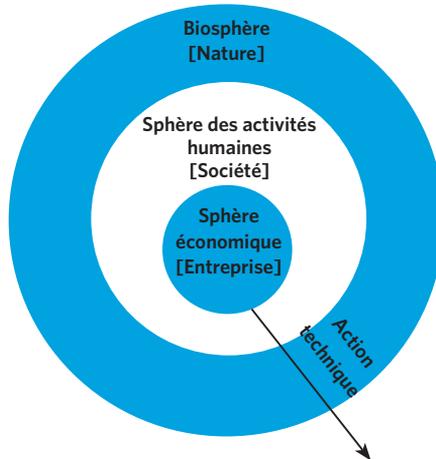
24. Matthieu Hubert et Dominique Vinck, « Des pratiques d'ingénierie aux transitions sociotechniques. Retour sur la notion d'ingénierie hétérogène dans le cas des micro- et nanotechnologies », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 8, n° 2, 2014.

25. Christelle Didier, *Penser l'éthique des ingénieurs*, PUF, 2008.

À PROPOS DE LA DÉMARCHE SUIVIE DANS L'OUVRAGE

Une division en trois grandes parties dans une logique d'«expanding circle» (Peter Singer)

Le mouvement esquissé plus haut (de l'entreprise à la nature en passant par la sphère des activités humaines) suit l'élargissement des communautés éthiques où l'ingénieur est inévitablement appelé à ancrer ses valeurs: il déploie logiquement la trame d'un plan articulé en trois parties. Cet élargissement manifeste l'évolution contemporaine du rôle et des responsabilités des ingénieurs au-delà de la fonction économique étroite de maximisation du profit pour l'entreprise. L'ingénieur est de plus en plus sommé, y compris à titre individuel, de rendre des comptes: souvent malgré lui, il passe de la « discrétion » à l'exposition²⁶. Pour autant il ne s'agit pas ici de s'interroger cyniquement sur la façon de prévenir les risques de mise en cause, mais bien de s'interroger éthiquement sur les implications morales de l'action de l'ingénieur. On retrouve alors la progression concentrique de l'éthique chère au philosophe australien Peter Singer²⁷, de la famille à la tribu jusqu'à la nation et à l'espèce humaine, en passant par la prise en compte des femmes et des différentes « minorités »; et plus particulièrement pour l'ingénieur, la recommandation du philosophe américain des techniques Langdon Winner d'élargir la focale vers les différents contextes de son action technique²⁸ (voir schéma ci-dessous).



26. Henri Lasserre, *Le Pouvoir de l'ingénieur*, L'Harmattan, 1989.

27. Peter Singer, *The Expanding Circle. Ethics, Evolution, and Moral Progress*, Princeton University Press, 2011.

28. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur. À la recherche de limites au temps de la haute technologie*, trad. Michel Puech, Éditions Charles Léopold Mayer, 2002.

En convoquant des entités morales de taille progressivement croissante, l'objectif est bien de comprendre comment émergent les conflits de valeurs qu'affrontent les ingénieurs, mais aussi de leur donner un vis-à-vis qui permette d'opérer un décentrement par rapport aux objectifs marchands à court terme et d'imaginer des alternatives. Les techniques conçues par les ingénieurs dans le cadre de l'entreprise (ou d'une organisation publique²⁹), du fait de leur diffusion et/ou de leurs conséquences parfois gravement nocives, sont transversales aux trois sphères que forment l'entreprise, la société et la nature. L'ingénierie recompose en permanence les frontières entre ces communautés dotées d'intérêts, de désirs et de valeurs différents, au risque d'en nier l'autonomie. En ce sens, si la responsabilité des ingénieurs doit avoir un sens, elle ne porte pas seulement sur l'acte technique en tant que tel, mais bien sur les conséquences de l'acte technique en tant qu'il déborde nécessairement vers un contexte socio-environnemental plus large. Elle change alors de signification : la responsabilité, qui se définit classiquement par l'obligation de « répondre de ses actes (passés) », doit désormais se tourner vers l'avenir pour en assurer la possibilité même. Elle est moins rétrospective que prospective.

Cette démarche possède des implications méthodologiques fortes et ce manuel propose ainsi d'articuler les questions éthiques avec des champs disciplinaires qui font d'ordinaire l'objet d'analyses séparées : la sociologie des organisations, l'économie de l'entreprise, la philosophie des sciences et des techniques, les sciences de l'environnement, l'éthique de l'environnement et de la nature, pour l'essentiel. Il ne propose donc pas une synthèse systématique du champ de production scientifique en éthique de l'ingénieur puisque des ouvrages de référence existent déjà, mais un examen des problèmes réels qui s'imposent concrètement à l'ingénieur.

À l'intérieur de chaque partie, un même principe de division

À l'intérieur de chaque grande partie, pour chacune des trois communautés morales examinées, deux chapitres répètent le même raisonnement interne :

1. Le premier chapitre propose de repérer les frontières des responsabilités des ingénieurs et de leur attribuer des contenus concrets. Dans l'entreprise, vis-à-vis de l'environnement sociotechnique ou de la nature, quels sont les contenus de responsabilité propres aux ingénieurs ? Ce premier travail de repérage n'est pas simple : les responsabilités sont de plus en plus diffuses et liées à des phénomènes émergents qui résultent d'actions combinées³⁰. Il se complexifie encore davantage quand il s'agit d'établir la responsabilité

29. Les historiens des techniques ont très bien montré l'importance des organisations militaires, notamment dans les situations de guerre, pour la sélection, la diffusion et le perfectionnement des techniques. Voir par exemple : Lewis Mumford, *Technique et civilisation*, Seuil, 1950.

30. Hannah Arendt et Gunther Anders ont entrevu dans ce phénomène le propre du mal moderne. Voir par exemple : Hannah Arendt, *Eichmann à Jérusalem* [1961], Folio, 1997 ; Gunther Anders, *La Menace nucléaire. Considérations radicales sur l'âge atomique* [1958-1965], Serpent à plumes, 2006.

des conséquences d'actions techniques dont les ingénieurs n'étaient le plus souvent pas conscients, soit qu'ils ne les aient pas imaginées en l'état de la science dont ils disposaient, soit que, de manière plus tragique, ils les aient espérées bonnes. Ce premier chapitre se situe néanmoins au niveau individuel ou professionnel et donne à voir des ingénieurs plus puissamment actifs qu'on ne le croit souvent dans le développement économique et technique, et donc aussi, logiquement, plus responsables à la fois des principes de l'action et de ses conséquences.

2. Le second chapitre affronte un problème central pour l'établissement de la pertinence de l'éthique de l'ingénieur : une fois ces responsabilités dégageées, reste en effet la question de savoir si les ingénieurs disposent réellement des moyens pour les exercer pleinement. Il déplace ainsi l'analyse du niveau individuel (où les effets structurels de l'action sont nécessairement limités) vers le niveau collectif et aménage une place centrale à la composante institutionnelle de l'éthique pour inscrire les responsabilités sur le fond de considérations plus larges. L'ingénieur se confronte à des enjeux qui excèdent de très loin les moyens d'appréhension d'individus isolés : il a besoin d'un cadre institutionnel et politique adéquat pour assumer ses responsabilités. C'est ce cadre qu'il s'agit d'esquisser.

L'éthique et la politique : quelles différences ?

L'éthique et la politique ont idéalement en commun la capacité de délibérer, d'argumenter et de justifier une prise de décision, à ceci près que l'éthique tente de concilier cette rationalité avec la subjectivité de la décision prise, quand la politique se situe à un niveau plus collectif. En plus d'une méthode, elles partagent aussi l'espace commun des finalités de l'existence. Enfin la politique, comme déterminant des manières qu'ont les hommes d'agir collectivement et de gouverner leurs rapports entre eux, n'est pas sans incidence sur leur qualité morale : les « vices n'appartiennent pas tant à l'homme qu'à l'homme mal gouverné », dit Jean-Jacques Rousseau³¹.

Reste tout de même une différence très importante entre l'éthique et la politique : l'éthique questionne et met en doute, sans apporter de réponse, et ne se confond pas avec la prise de décision. Si l'éthique peut préparer la délibération et le choix politique, elle ne s'y réduit pas. Il faut donc la comprendre comme un espace-temps interstitiel entre le niveau technique des débats (science, technique, droit, etc.) et le niveau proprement politique de la décision.

L'enquête nationale de l'IESF de 2011 fait état d'un constat majeur : les ingénieurs sont conscients d'avoir des responsabilités mais ne savent pas comment les assumer³². La première responsabilité des ingénieurs serait de faire profiter l'ensemble de la société de leurs compétences tout en se préoccupant des impacts environnementaux de leur activité. En effet, les répondants plébiscitent à 91 % le deuxième article de la charte de l'ingénieur (voir charte en annexe disponible

31. Jean-Jacques Rousseau, préface, *Narcisse, ou l'Amant de lui-même* [1754], Desjonquères, 2008.

32. Société des ingénieurs et scientifiques de France, 22^e enquête nationale sur les ingénieurs, 2011.

sur le site www.eclm.fr) qui stipule que « l'ingénieur diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la société », et à 89 % le quatrième qui indique que « l'ingénieur doit inscrire ses actes dans une démarche de développement durable ». L'éthique de l'ingénieur doit donc toujours rendre compte des efforts du droit et des évolutions institutionnelles et politiques pour rendre possible l'exercice de la responsabilité personnelle et collective.

Pour produire une théorie morale complète, il faut donc articuler les volets individuel et institutionnel et refuser la « division du travail moral » entre l'éthique individuelle et l'éthique institutionnelle³³. La célébration contemporaine de l'autonomie individuelle risque de faire passer à côté de la composante institutionnelle de l'éthique, et l'exigence de responsabilisation menace de devenir une norme à la fois forte dans son statut et faible dans son contenu si les cadres institutionnels pour exercer la responsabilité demeurent inexistantes. L'éthique de l'ingénieur ne doit donc pas opposer les échelles d'action, l'individuel et l'organisationnel, le local et le global, mais plutôt penser une synergie possible entre ces différents niveaux.

33. Christian Arnsperger et Philippe Van Parijs, *Éthique économique et sociale*, La Découverte, 2003.

PREMIÈRE PARTIE
UNE ÉTHIQUE
INTÉGRÉE À
L'ENTREPRISE

En tant que salarié, l'ingénieur se rattache d'abord à l'espace de l'entreprise dont il est invité à faire siennes les valeurs. Le partage traditionnel entre le monde de l'entreprise et le monde des valeurs est contesté depuis très longtemps par les sciences humaines et sociales. L'entreprise n'est pas seulement le lieu d'une froide rationalité économique : dans la mesure où elle doit justifier les rapports sociaux qu'elle organise en son sein et les produits qu'elle commercialise au dehors, elle ne cesse d'élaborer des systèmes de normes qui socialisent ses parties prenantes. Dans les premiers travaux de l'*engineering ethics*, l'ingénieur est d'ailleurs présenté comme un professionnel loyal vis-à-vis de son employeur et c'est d'abord vis-à-vis de l'entreprise qu'il doit définir ses valeurs. La question de la responsabilité des ingénieurs aux prises avec la qualité du développement technique et ses impacts socio-environnementaux ne sera que très lentement prise en charge au cours du xx^e siècle. Il reste alors à identifier les valeurs attendues par l'entreprise et à repérer les cas dans lesquels ces valeurs peuvent dissonner avec celles qui sont revendiquées par l'ingénieur à titre privé ou professionnel. Cette approche fait ainsi émerger des cas de conscience qui peuvent amener les ingénieurs à s'interroger sur les finalités de l'ingénierie.

Cette première partie s'articule en deux chapitres : le premier propose d'identifier les responsabilités personnelles et professionnelles des ingénieurs en tant que salariés d'une entreprise. Le second chapitre revient sur l'idée que l'exercice de ces responsabilités n'est pas séparable de l'éthique socio-économique qu'ils mettent en œuvre au niveau organisationnel. La question de savoir comment les ingénieurs doivent se comporter individuellement ou professionnellement dans l'entreprise n'évacue pas, en effet, celle de savoir comment ils peuvent, sur le plan institutionnel et politique, définir collectivement les moyens et les finalités auxquels les activités de l'entreprise doivent se soumettre. Dans le premier chapitre, les ingénieurs sont prioritairement envisagés comme des salariés subordonnés confrontés au retour de leur système de valeurs privé et/ou professionnel ; dans le second chapitre, ils sont davantage considérés comme des managers disposant d'un réel pouvoir sur les finalités de l'entreprise.

CHAPITRE 1

LES DILEMMES DE L'INGÉNIEUR EN ENTREPRISE

Quelles sont les interrogations d'ordre éthique qu'affrontent les ingénieurs et pourquoi se présentent-elles le plus souvent sous la forme d'un dilemme à l'intérieur de l'entreprise ? En quoi ces situations mettent-elles en jeu la responsabilité personnelle et/ou professionnelle des ingénieurs concernés et comment permettent-elles d'en repérer les principaux enjeux ? Les convictions personnelles de l'ingénieur et/ou les pratiques professionnelles des ingénieurs peuvent entrer en conflit avec les normes des organisations qui les emploient : l'ingénieur refuse alors d'être associé à des pratiques qu'il juge délictueuses et qui vont à l'encontre de son système de valeurs. La santé des utilisateurs des équipements d'ingénierie et l'environnement de l'entreprise, par exemple, constituent par excellence des biens socialement valorisés que les ingénieurs peuvent avoir à cœur de préserver, tandis que les entreprises peuvent ne pas avoir internalisé le coût de leur dégradation. L'historien américain David Noble, sceptique quant à la pertinence d'une éthique de l'ingénieur, concède néanmoins l'existence de ces « contradictions inhérentes à la profession d'ingénieur¹ ».

Ces paradoxes révèlent des affrontements, parfois violemment vécus, entre divers principes moraux : respect des ordres donnés par les supérieurs hiérarchiques et moralité personnelle ; loyauté au groupe et exigence d'un code de déontologie professionnelle ; efficacité entrepreneuriale et sécurité technique ; carrière personnelle et conscience citoyenne ; mensonge et vérité ; respect du secret professionnel et espionnage industriel, etc.². C'est à l'occasion de ces cas de conscience que l'ingénieur, potentiellement clivé entre les missions du manager et celles de l'ingénieur professionnel, doit clarifier la nature des devoirs et des responsabilités qui s'imposent à lui. Ce premier chapitre propose d'examiner trois dilemmes symptomatiques des conflits de valeurs qu'ont à arbitrer les ingénieurs : le choix d'un domaine d'activité, l'alerte éthique et le mensonge professionnel.

1. David F. Noble, *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*, op. cit.

2. Pour une approche synthétique de ces différents dilemmes, voir Gail D. Baura, *Engineering Ethics: An Industrial Perspective*, San Diego, Elsevier Academic Press, 2006.

PREMIÈRE FIGURE DU DILEMME : LE CHOIX D'UN DOMAINE D'ACTIVITÉ

Le philosophe américain Langdon Winner considère que le premier dilemme qu'affrontent les ingénieurs est celui du choix d'un travail, et plus précisément d'un secteur d'activité et d'une entreprise³. S'il est vrai que « la règle générale semble être que plus un travail bénéficie clairement aux autres, moins il est rémunéré⁴ », ce premier dilemme décrit une tension possible entre la carrière individuelle et le caractère socialement utile du travail.

Un dilemme entre satisfaction de l'intérêt personnel et contribution au bien public

Dans un texte intitulé « Une critique de l'utilitarisme » (1973), le philosophe anglais Bernard Williams propose d'examiner le cas de George, un ingénieur chimiste qui éprouve beaucoup de difficulté à trouver du travail pour des raisons dont on comprend qu'elles sont moins directement économiques (le chômage des travailleurs qualifiés est généralement peu important⁵) que morales (il cherche à s'investir dans un métier qui ait du sens)⁶. Sur le plan personnel, la femme de George doit beaucoup travailler, ce qui complique la garde des enfants qu'ils ont en commun. Informé de cette situation familiale, un chimiste plus âgé confie à George qu'il peut lui trouver un travail décentement rétribué dans un laboratoire qui fait des recherches en matière de guerre biologique et chimique. L'exemple peut surprendre compte tenu du caractère dépassé de ce type d'armes, à la fois très anciennes et interdites après la Première Guerre mondiale, mais ces armes sont aussi potentiellement les plus innovantes, et les récentes avancées en matière de convergence des domaines biologique et chimique font d'ailleurs craindre que les restrictions imposées à l'usage de ces armes ne s'atténuent. George prétend ne pas pouvoir accepter un tel travail car il est pacifiste. Son ami lui rétorque que son refus ne supprimera ni le laboratoire ni le travail en question. En outre, si George refuse le poste, il sera certainement attribué à une personne que de tels scrupules n'arrêteront pas et qui conduira les recherches avec beaucoup plus de zèle qu'il ne le ferait. La femme de George, arguant qu'il s'agit seulement d'un laboratoire d'études, le pousse à prendre le poste. Que doit faire George ? Et par ailleurs, quelle que soit l'option retenue pour sortir de ce dilemme, comment parviendra-t-il à la justifier d'un point de vue moral ?

3. Langdon Winner, "Engineering ethics and political imagination", in Paul T. Durbin (dir.), *Broad and Narrow Interpretations of Philosophy of Technology*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1990, p. 53-64.

4. David Graeber, *Bullshit Jobs*, Les Liens qui libèrent, 2018, p. 16.

5. D'après l'enquête IESF 2018, le taux de chômage des ingénieurs atteint le très faible niveau de 3,4 %, quasiment trois fois inférieur au taux de chômage national.

6. Bernard Williams, « Une critique de l'utilitarisme », in John J. C. Smart et Bernard Williams, *Utilitarisme. Le pour et le contre* [1973], Genève, Labor et Fides, 1997.

À bien des égards, George se trouve dans une situation de dilemme (voir encadré ci-après) qu'expérimente tout jeune ingénieur sorti de l'école: il est face au choix de privilégier (ou non) un poste qui ait du sens par rapport à un salaire et à une carrière personnelle. Certes, le métier d'ingénieur présente toutes les caractéristiques d'une profession non vocationnelle: les bons lycéens se retrouvent moins en écoles d'ingénieurs par conviction que parce qu'elles sont réputées « ouvrir toutes les portes », mais le cynisme ou l'opportunisme marchand ne constituent pas pour autant le comportement modal de tous les ingénieurs. Le dilemme persiste et il faut donc en explorer les polarités.

D'une part, accordant la priorité aux intérêts de sa famille et à la satisfaction de son ami, George pourrait choisir d'accepter le poste. Mais ce choix n'est pas sans coût pour lui: au fil du temps, George pourrait avoir du mal à assumer de contribuer à l'élaboration de nouvelles armes dont les usages sont porteurs de dommages pour autrui et pour l'environnement. Par ailleurs, un doute pourrait l'envahir quant aux intentions réelles de son entourage: son ami n'est-il pas un manipulateur? Sa femme ne vise-t-elle pas son confort personnel? Ses enfants seront-ils mieux élevés grâce à l'argent gagné?

D'autre part, George pourrait refuser ce poste par fidélité à ses convictions personnelles. Mais sa famille pourrait alors lui reprocher d'avoir sacrifié son bien-être au profit d'une philosophie qui n'engage que lui et qu'il n'est même pas certain de voir triompher, puisque le poste vacant sera aussitôt attribué à un autre chimiste qui, lui, pourrait s'acquitter de sa tâche avec zèle.

Ce que George expérimente est typique de la structure des problèmes éthiques: des deux options qui s'offrent à lui, aucune ne parvient à apaiser son malaise car il lui est impossible d'identifier clairement où se situent le bien et le mal.

Qu'est-ce qu'un dilemme ?

Le dilemme ne s'apparente pas à une résolution de problème classique. Dans un dilemme, un cas singulier et/ou une urgence se présentent à un individu qui ne peut pas ne pas choisir entre plusieurs options, alors même qu'il n'y a pas de choix non coûteux pour lui. Une chose et son contraire apparaissent légitimes: il y a conflit sans bonne solution, mais surtout sans instance transcendante pour décider de son issue. C'est alors sa propre conscience que l'individu affronte (on parle aussi de « cas de conscience »). En règle générale, le regret ensuite éprouvé par l'agent constitue l'un des critères les plus sûrs pour repérer un dilemme moral.

Dans *Le Laboratoire des cas de conscience*⁷, Frédérique Leichter-Flack explore un dilemme fameux tiré du *Choix de Sophie*, un roman de William Styron de 1979, dans lequel l'héroïne Sophie, polonaise catholique, est contrainte par un médecin sadique de choisir un de ses deux enfants à son arrivée à Auschwitz, avec la menace qu'il tue les deux si elle refuse ce choix. Dans ce cas limite, toute décision ne peut être que sidérante: le partage traditionnel du bien et du mal s'annule au profit d'un « choix » inévitable entre deux maux également épouvantables. Un mal est accepté, commis ou provoqué, pour prévenir un plus grand mal encore.

7. Frédérique Leichter-Flack, *Le Laboratoire des cas de conscience*, Alma, 2012.

L'expérience du pluralisme moral

Dans ce type de situation complexe, trois grilles d'analyse de l'action peuvent éclairer le discernement moral de George (voir tableau n° 1, p. 38). Pour prendre une bonne décision, il faut en effet commencer par clarifier l'interprétation de la situation. Or, selon que l'on fait porter le jugement moral sur l'agent, l'acte ou ses conséquences, on ne valorise pas les mêmes critères moraux et le sens des pratiques varie.

La première tradition de l'éthique, dite de l'« éthique des vertus » parce qu'elle est centrée sur l'exercice pratique des vertus (honnêteté, courage, etc.), remonte à la sagesse grecque, et plus spécifiquement à la philosophie aristotélicienne. C'est une éthique aristocratique qui valorise la manière d'être (*l'ethos*) de l'agent et pour laquelle la valeur morale d'une action dépend du sens qu'il lui donne. L'action vertueuse est celle que choisirait un être vertueux, capable de délibérer sur ce qui est bon ou mauvais pour lui, et qui contribue à la réalisation de la vie heureuse. L'éthique ne suppose pas d'emblée l'existence du bien et l'attention à la singularité des situations prévaut sur toute forme d'abstraction. L'agent peut se tromper, les conséquences de son action peuvent le décevoir, mais il demeure le référent ultime

Si l'éthique des vertus peut demeurer pertinente dans notre modernité, c'est parce qu'elle fait valoir que l'agent n'est pas la somme de ses actions et que la vie ne se résume pas à une série de rôles successivement endossés. L'agent est sa vie tout entière et précède ses actes. Or la division du travail toujours plus poussée de la vie moderne amène les individus à séparer ce qu'ils font dans la sphère professionnelle de ce qu'ils sont dans le reste de l'existence, au risque d'une perte du sentiment de personnalité. L'éthique des vertus inviterait donc George à refuser le clivage entre ce qu'il pense en tant que personne et ce qu'il fait en tant qu'ingénieur chimiste, pour s'interroger sur ce que ferait, à sa place, un individu vertueux aspirant au bonheur. Elle structure par exemple le raisonnement des étudiants qui ont rédigé le *Manifeste étudiant pour un réveil écologique* et qui se demandent à juste titre: « À quoi cela rime de se déplacer à vélo, quand on travaille par ailleurs pour une entreprise dont l'activité contribue à l'accélération du changement climatique ou de l'épuisement des ressources? [...] Le système dont nous faisons partie nous oriente vers des postes souvent incompatibles avec le fruit de nos réflexions et nous enferme dans des contradictions quotidiennes⁸. »

Le philosophe français de la technologie Michel Puech fait revivre la tradition de l'éthique des vertus en proposant une liste de six vertus fondamentales caractéristiques du technicien vertueux: la conscience, l'autonomie, l'harmonie, l'humilité, la bienveillance et le courage⁹. La conscience désigne la prise

8. Voir le *Manifeste étudiant pour un réveil écologique*, signé par 25 % des élèves-ingénieurs de Polytechnique, disponible sur <https://pour-un-reveil-ecologique.fr/>

9. Michel Puech, *The Ethics of Ordinary Technology*, Londres, Routledge, 2016, p. 22.

de conscience du contexte socio-environnemental dans lequel naît et que fait naître la technologie. L'autonomie signifie le fait de ne pas accepter de déléguer son autonomie normative et de comparer ce que l'entreprise demande avec ses propres valeurs. L'harmonie implique des pratiques de non-confrontation et de non-violence. L'humilité consiste à reconnaître la légitimité des savoirs autres que les siens, et notamment des savoirs non techniques. La bienveillance repose sur une disposition générale à éliminer (ou à réduire, faute de mieux) les nuisances provoquées (de la même façon que les médecins, lorsqu'ils promettent de respecter les principes du serment d'Hippocrate, jurent d'abord de ne pas nuire) et à souhaiter le bien d'autrui. Enfin, le courage désigne une capacité à accueillir la peur quand elle est légitime, tout en étant capable d'agir dans les moments opportuns.

Dans la deuxième tradition, dite de l'« éthique déontologique » car la morale se définit ici par le caractère d'obligation du devoir (*deon* signifie devoir), les actions justes portent leurs normes en elles-mêmes, indépendamment de leurs conséquences. La morale consiste à accomplir ou à s'interdire d'accomplir, en toutes circonstances, des actes d'un certain type, et c'est la conformité de ces actes à des principes universels (« Tu ne tueras point », « Tu ne porteras pas de faux témoignage », etc.) qui les rend moralement acceptables. Ces règles générales, indépendantes de toute évaluation, tirent leur autorité d'une instance normative ultime : ce peut être Dieu, la loi naturelle ou encore la raison pratique. Le philosophe allemand Kant (1724-1804) est considéré comme un représentant majeur de l'éthique déontologique moderne. Un acte est pour lui moral lorsqu'il remplit deux critères. D'abord, l'acte moral est nécessairement désintéressé. Alors que les Grecs supposent une nature humaine fondamentalement bonne, les Modernes admettent une anthropologie pessimiste qui met au jour dans l'homme une propension naturelle à l'égoïsme. En se donnant une morale, l'être humain s'assume comme un être d'anti-nature puisqu'il s'arrache à ses déterminismes par une décision de la liberté. D'autre part, l'acte moral est universel : « Agis de telle sorte que la maxime de ton action soit susceptible d'être appliquée universellement¹⁰ », écrit Kant dans une formule canonique. Pour que la loi que la volonté se donne à elle-même soit morale, elle doit valoir pour tous. L'action sera morale si la règle adoptée par l'agent peut devenir une loi pour tous. Si le crime est immoral, c'est parce qu'aucune société ne peut reconnaître le crime comme sa loi générale sans se contredire par l'autodestruction. La morale kantienne est une morale moderne et démocratique : il ne s'agit plus, comme dans le monde grec aristocratique, de rapporter l'acte à la qualité naturelle de l'agent, mais d'examiner l'action pour elle-même, détachée de l'agent qui la met en œuvre, et d'en déterminer la valeur morale intrinsèque. Pour autant, cet impératif catégorique met moins en valeur l'action, au sens d'un contenu particulier, qu'une manière de vouloir, et donc une intention.

10. Emmanuel Kant, *Fondements de la métaphysique des mœurs*, Delagrave, 1978 [1785].

Il n'est pas certain que George puisse refuser le poste qui lui est proposé par son ami au nom de cette morale déontologique, car il lui faudrait alors démontrer que les recherches sur la guerre chimique et biologique constituent un mal en soi et que les intentions de ceux qui les mettent en œuvre sont fondamentalement mauvaises.

La troisième tradition, dite de l'« éthique conséquentialiste », « utilitariste » ou « pragmatique », lie la moralité de l'action à ses conséquences prévisibles. On en trouve les premières formulations chez des philosophes anglais tels que Jeremy Bentham (1748-1832) et John Stuart Mill (1806-1873), deux auteurs qui, comme Kant, sont ancrés dans le rationalisme des Lumières. Ces formulations ont été prolongées par des auteurs contemporains tels que Peter Singer. Après la guerre civile anglaise, constatant l'impossibilité de parvenir à un accord sur une conception commune du bien, Jeremy Bentham propose la grille de l'utilité, une sorte d'arithmétique des plaisirs et des peines, comme méthode pour clarifier les discussions morales et politiques. Un individu éprouve des plaisirs et des peines, un autre en éprouve d'autres : leur contenu qualitatif peut très largement différer sans qu'il soit possible de les hiérarchiser, mais il reste que la maximisation de l'utilité (l'évitement des peines et la poursuite des plaisirs) sera commune à ces deux individus, si dissemblables soient-ils. Alors qu'il revient à chaque individu d'identifier ce qui pour lui constitue un bien, l'utilité est aussi, paradoxalement, ce à partir de quoi il redevient possible de faire monde commun car la recherche de sa maximisation est commune à tous, et une action sera jugée bonne si elle permet d'atteindre le plus grand bonheur du plus grand nombre. Moyennant quoi, la maximisation de l'utilité collective peut aussi s'opérer par la réduction du niveau d'utilité d'une minorité : l'éthique utilitariste, très critiquée sur ce point, répond à une logique « sacrificielle ». Le philosophe américain John Rawls déplore ainsi que la croissance des Trente Glorieuses, pilotée par le Welfare State américain, se soit accommodée du non-respect des droits humains fondamentaux des minorités constituées par les femmes, les Noirs, les Latinos¹¹, etc. Mais des trois éthiques évoquées, elle est sans doute celle que notre modernité techno-scientifique rend la plus nécessaire, car elle tient compte de l'avenir, pour autant qu'il dépend de nous d'y faire face, et encourage pour cette raison même les vertus prévisionnelles. Au-delà du seul évitement du danger, l'éthique utilitariste invite à tenir compte des contraintes et des incertitudes du réel.

Ce positionnement est une critique des deux éthiques examinées précédemment : aux partisans de l'éthique des vertus, il est opportunément rappelé que « l'enfer est pavé de bonnes intentions » et que la pureté des mobiles ne suffit jamais à empêcher le pire. Par ailleurs, le conséquentialisme ne s'intéresse pas au fait de savoir qui réalise l'action : seul compte l'état du monde en tant que conséquence de ce que fait l'agent. Le conséquentialisme implique alors l'existence d'une responsabilité « négative », l'agent pouvant être moralement responsable de ce qu'il ne fait pas, pour autant que cette inaction ait un effet sur

11. John Rawls, *Théorie de la justice* [1971], Seuil, 2009.

l'état du monde. Aux partisans de l'éthique déontologique, l'utilitarisme oppose qu'on ne sait pas toujours distinguer clairement le bien du mal. L'éthique utilitariste est une « éthique de la responsabilité¹² » : elle veut que nous répondions non seulement de nos intentions ou de nos principes, mais également des conséquences de nos actes. Si on prend en compte les effets immédiats de l'action, George affecte le niveau de bien-être de son entourage proche en refusant le poste qui lui est proposé : son ami sera inévitablement déçu, sa femme et ses enfants en paieront sans doute le prix du fait d'une vie quotidienne rendue plus difficile. Si l'on prend maintenant en compte des effets plus éloignés de l'action, il n'est pas certain que cette désutilité familiale et amicale puisse être compensée par le déplaisir évité aux individus susceptibles d'être touchés par ces armes, car le poste finira par être occupé. Se pose alors la question de savoir si le plaisir que George retirera de son intégrité pourra jouer ce rôle de compensation. C'est bien sûr possible, mais il risque également, à plus long terme, d'être affecté par la tristesse de ses proches selon un mécanisme bien connu de mimétisme affectif.

Ces trois formes d'éthique sont rationnelles même si elles ne le sont pas au sens de la rationalité scientifique : leurs partisans sont capables d'argumenter, de justifier telle décision dans une situation singulière et de concilier rationalité et subjectivité de la décision. Mais si les trois traditions de l'éthique permettent d'examiner et de rationaliser le dilemme dans lequel George se débat, il demeure complexe de savoir où se situent le bien et le mal, et davantage encore de prendre une décision tranchée. Dans tous les cas, les différences de positionnement éthique expriment un conflit d'interprétation sur le sens des actes ou des faits et révèlent qu'ils ne sont jamais des données brutes, mais impliquent toujours des valeurs à clarifier. Le choix moral que George devra retenir ne peut pas se prévaloir d'une rationalité intégrale. L'éthique utilitariste elle-même, dite « pragmatique », engage dans un calcul qui régresse potentiellement à l'infini, tant s'avèrent floues les notions d'« état du monde » et de « plus grand nombre possible ». D'autres facteurs, et d'abord tous ceux qui ont à voir avec la socialisation (on est de toute façon « choisi par le métier » bien plus qu'on ne le choisit), vont de toute évidence participer à la formation de sa décision : l'intellectualisme moral, qui requiert de déterminer les faits et de travailler sur les concepts, atteint très rapidement ses limites.

12. Selon la caractérisation du sociologue Max Weber, la morale kantienne est une « éthique de la conviction », par opposition à l'« éthique de la responsabilité » : voir Max Weber, *Le Savant et le Politique* [1917-1919], 10/18, 2002.

Tableau n° 1 : Le conflit des éthiques

Périodes historiques	Types d'éthique	Auteurs de référence	Questions éthiques principales	Sur quoi porte le jugement moral ?	Thèses principales
L'éthique des Anciens Une éthique du particulier	1. Éthique des vertus	Aristote	Qu'est-ce qu'une vie bonne ? Quel genre de personne dois-je être ? Quel genre de caractère (<i>ethos</i>) est-il bon de posséder ?	L'agent L'éthique des vertus évalue le caractère moral de l'agent (ce qu'Aristote appelait son <i>ethos</i>).	Être vertueux (sage, prudent etc.) est le but ultime de l'éthique et non pas seulement un moyen d'agir justement ou de faire qu'il y ait le plus de bien possible dans l'univers. C'est un <i>bien en soi</i> . Cette éthique cherche à réaliser un bien dans l'agent même. C'est une éthique adossée au souci de soi et des autres, l'ami des vertus étant dirigé vers lui-même et ses proches. Elle donne priorité au bien sur le juste (l'égalité entre les hommes).
	2. Éthique déontologique (du grec <i>deon</i> , devoir) Une éthique des devoirs	Kant	Que dois-je faire ?	L'action Les actes ont une valeur intrinsèque : ils sont bons ou mauvais en eux-mêmes, indépendamment des sujets et des conséquences.	Une action est moralement bonne si elle est accomplie par devoir ou par respect de la loi morale. L'éthique déontologique suppose l'existence objective et <i>a priori</i> de certaines obligations morales universelles (ne pas mentir, ne pas tuer, tenir ses promesses, etc.). Elle prescrit de respecter <i>personnellement</i> certaines <i>règles générales</i> , même lorsque c'est au détriment de nos désirs ou de nos intérêts matériels et quelles que soient les conséquences sur l'état du monde en général. C'est une « éthique de la conviction ».

Périodes historiques	Types d'éthique	Auteurs de référence	Questions éthiques principales	Sur quoi porte le jugement moral?	Thèses principales
L'éthique des Modernes Une éthique du général	3. Éthique utilitariste Une éthique pragmatique	Jeremy Bentham John Stuart Mill Henry Sidgwick Peter Singer	À quel genre de monde est-ce que mon action participe? Quel est le meilleur état du monde?	Les conséquences de l'action La pureté morale de chacun en particulier, ou des actes posés, ne compte pas.	Une action est moralement bonne lorsqu'elle maximise le bonheur et le bien-être (utilitarisme hédoniste) ou la satisfaction des préférences (utilitarisme des préférences) du plus grand nombre (une minorité peut ainsi être sacrifiée si ce sacrifice permet d'accroître le volume total de bien-être). Cette éthique prescrit d'œuvrer à la promotion du plus grand bien possible dans le monde. C'est une « éthique de la responsabilité » : si, en ne respectant pas personnellement les règles d'action que l'éthique déontologique prescrit, on aboutit à plus de bien ou à moins de mal dans le monde en général, alors il est juste de ne pas les respecter.

Dans un contexte de pénurie, des ingénieurs mal répartis entre les différents secteurs économiques ?

Chaque année, environ 35 000 élèves-ingénieurs sortent diplômés des écoles et des facultés d'ingénierie. En regard du « stock d'ingénieurs » disponible, soit environ un million d'ingénieurs répartis dans toute l'économie française, ce flux demeure encore trop faible. Sur le plan conjoncturel, la reprise européenne, après la grande crise du début des années 2010, fait apparaître un déficit de main-d'œuvre qualifiée, et notamment d'ingénieurs, en rapport avec les besoins des entreprises. Sur le plan structurel, la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI) souhaiterait porter le niveau d'ingénieurs formés chaque année à 50 000 élèves. « Le monde manque déjà d'ingénieurs, et il en faudra davantage face aux mutations économiques, sociales et environnementales à venir : pour nourrir et soigner les populations de la planète, assurer l'accès à l'eau potable, bâtir des villes durables, etc. », alerte François Cansell, le président de la CDEFI¹³. Le mouvement de départs en retraite des baby-boomers, enclenché depuis déjà une décennie, et les nombreuses mutations économiques, technologiques et écologiques en cours justifient de toute évidence ce besoin d'ingénieurs.

Cette pénurie d'ingénieurs est d'autant plus problématique que la société civile les attend en masse dans les secteurs d'avenir pour assurer la transition écologique (agroécologie, énergies « vertes », génie civil, informatique, etc.). Les entreprises s'estiment traditionnellement en droit d'attendre des ingénieurs qu'ils occupent les postes qu'elles leur proposent et qu'ils y fassent correctement leur travail : parmi l'ensemble des sortants du système éducatif, les diplômés des écoles d'ingénieurs sont ceux qui obtiennent le plus rapidement un emploi et, trois ans après l'obtention de leur diplôme, présentent le taux de chômage le plus faible et le salaire médian le plus élevé¹⁴. Mais on oublie souvent que les ingénieurs diplômés constituent également le corps professionnel le plus cher à former (l'investissement par élève et par an s'élève à 11 000 euros en France), si bien que la société est également en droit d'attendre d'eux qu'ils se montrent soucieux de l'intérêt général.

L'effet dommageable de la pénurie d'ingénieurs est renforcé par leur répartition entre les différentes branches industrielles. Les jeunes ingénieurs vivent actuellement un tournant environnemental¹⁵ et l'éthique se joue d'abord pour eux au travers de l'identification de quelques secteurs repoussoirs tels que les industries extractives (minières et gazières), accusées de concentrer tous les maux (impacts dommageables sur la santé, l'environnement, les droits sociaux

13. www.lemonde.fr/campus/article/2017/02/26/les-ecoles-d-ingenieurs-alertent-sur-le-manque-de-diplomes_5085806_4401467.html

14. Céreq, « Génération 2010 : enquête 2013 », 2014.

15. Voir le *Manifeste étudiant pour un réveil écologique*, op. cit. ; ou encore le vaste écho médiatique reçu par le discours de Clément Choisine (2018), élève-ingénieur de l'École centrale de Nantes, pointant la responsabilité des ingénieurs qui se font volontairement les « porte-flingues » des firmes qui pratiquent l'obsolescence programmée des objets techniques. (Sur la notion de « porte-flingues », voir David Graeber, *Bullshit Jobs*, op. cit.)

et politiques des populations locales, etc.), l'industrie du tabac ou encore l'armement. « De manière remarquable, ce sont [aussi] les activités commerciales et financières qui sont le plus souvent pointées du doigt [par les ingénieurs eux-mêmes] pour leur manque d'éthique¹⁶. » Ces secteurs n'apparaissent plus aujourd'hui comme des espaces évidents où déployer une « bonne ingénierie » et certaines entreprises, au premier rang desquelles figurent les grands énergéticiens, se trouvent confrontées à une crise de recrutement. Les métiers du nucléaire peinent par exemple à attirer les jeunes ingénieurs, alors même que le secteur nécessite de plus en plus de compétences en ingénierie, y compris pour piloter les colossaux chantiers de prolongement ou de démantèlement des centrales en fin de vie. Ce refus de se laisser aller là où les industries expriment les tensions les plus fortes est historique : traditionnellement, l'ingénieur est le produit d'une sélection scolaire (par les classes préparatoires aux grandes écoles, majoritairement, et par les disciplines abstraites au détriment des savoirs sociaux) et d'une formation (par les grandes écoles) qui renforcent le potentiel de docilité attendu par les entreprises. Il est pris très au sérieux par les écoles d'ingénieurs, qui font valoir auprès de leurs étudiants l'idée qu'ils ont également vocation à faire évoluer les secteurs les plus socialement contestés « de l'intérieur ».

Malgré ces évolutions qui concernent surtout les jeunes ingénieurs, il reste que le poids des structures économiques conditionne les recrutements et écrase en grande partie les choix éthiques personnels. Historiquement, le système de formation des ingénieurs par les grandes écoles, alliées à l'industrie, a permis de légitimer des domaines d'activité, tels l'armement ou le nucléaire, et promu un modèle de l'ingénieur français peu enclin à se situer dans une éthique utilitariste d'anticipation des conséquences de son activité pour le plus grand nombre. L'armée française, pour laquelle les premiers ingénieurs du roi ont construit des fortifications et des arsenaux militaires, est une « Grande Muette » où prédominent le secret défense, l'obligation de loyauté et le devoir de réserve. Les ingénieurs du corps des Mines, autre exemple, ont contribué au prestige du secteur du nucléaire sans parvenir à prendre en compte une contestation publique contre l'atome, pourtant vigoureuse dans les années 1970, autrement qu'en développant des dispositifs faussés de participation citoyenne¹⁷.

Pour la période contemporaine, le recrutement des ingénieurs se partage majoritairement entre industrie et services. Sur environ 113 000 ingénieurs recrutés en 2016 (voir tableau n° 2), 34 750 l'ont été dans l'industrie, et pour l'essentiel d'entre eux dans des industries polluantes. Les effectifs concentrés dans les industries du transport, responsables du tiers des émissions sectorielles de gaz à effet de serre, sont d'ailleurs en constante augmentation.

16. Ivan Sainsaulieu et Dominique Vinck, *Ingénieur aujourd'hui*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2015, p. 51.

17. Sezin Topçu, *La France nucléaire. L'art de gouverner une technologie contestée*, Seuil, 2013.

Tableau n° 2 : Recrutements des ingénieurs selon les grands secteurs économiques en 2016

Secteurs d'activité	Effectifs recrutés en France et à l'Étranger	Rappel 2010 (lorsque les chiffres sont disponibles)
Agriculture, sylviculture et pêche	2 550	
Industrie	34 750	
Industries extractives, raffinage	750	
Industrie agroalimentaire	2 900	
Industrie chimique	2 850	
Industrie pharmaceutique	2 150	
Plastique, produits non métalliques	1 350	
Sidérurgie, fonderie	1 900	
Produits électroniques, optiques	2 800	
Équipements électriques	900	
Machines, armement	3 850	2 870
Industrie du transport	11 000	4 620
<i>Aéronautique</i>	3 850	
<i>Spatial</i>	1 150	
<i>Automobile</i>	4 300	
<i>Ferroviaire</i>	950	
<i>Autre industrie du transport</i>	750	
Autres industries	4 300	
Électricité, gaz	3 900	
Eau, assainissement, gestion des déchets	1 700	
Construction, BTP	8 300	4 230
Activités tertiaires (hors sociétés de services)	36 900	
Commerce, réparation	1 600	
Transports, logistique et entreposage	1 500	
Télécommunications	3 400	
Banques, assurances, établissements financiers	4 500	2 430
Sociétés de conseil (stratégie...)	7 650	
Enseignement et recherche	5 550	
Administration (hors enseignement, recherche)	6 800	
Autre activité tertiaire	5 900	
Sociétés de services et logiciels	24 850	
Conseil, logiciel et services informatiques	13 750	9 830
Sociétés d'ingénierie	11 100	
Ensemble en activité professionnelle	112 950	

 Source: Société des ingénieurs et scientifiques de France, 28^e enquête nationale, 2017, p. 14.

Mais les plus gros effectifs, recrutés dans les services, témoignent surtout de l'adaptation des ingénieurs aux mutations contemporaines de l'économie : la désindustrialisation ayant conduit les entreprises à externaliser certaines de leurs fonctions de production, les ingénieurs ont bénéficié d'une diversification de leurs perspectives professionnelles vers les secteurs des services. Les secteurs du conseil, du marketing et de la finance attirent à eux les jeunes talents et profitent ainsi du modèle français de l'ingénieur généraliste (à la différence des *engineers* anglo-saxons, qui sont des experts techniques). Autrefois apogée des écoles les plus prestigieuses, ce modèle se démocratise et s'applique à présent aux formations de moindre renommée, mais aussi aux institutions traditionnellement plus techniques, telle l'École nationale supérieure des arts et métiers (ENSAM), l'un des temples des ingénieurs, où près de 40 % des jeunes diplômés choisissent le conseil, l'audit ou la finance, où le niveau des salaires est plus élevé.

Le cas des ingénieurs recrutés par le secteur bancaire et financier est particulièrement emblématique de cette évolution. Ces deux dernières décennies, les meilleurs ingénieurs ont accompagné la mutation du capitalisme vers des formes de plus en plus financiarisées et la progression des recrutements en finance est une des plus spectaculaires. Le sociologue Olivier Godechot, dans *Working rich*, a mis au jour ce recrutement très élitiste du secteur financier à partir des plus grandes écoles d'ingénieurs¹⁸. Dans une perspective éthique, Cécile Renouard ajoute que, « depuis vingt ans, des étudiants d'écoles de commerce et d'ingénieurs choisissent chaque année la filière finance uniquement en raison des rémunérations proposées aux traders et autres opérateurs financiers ; ces revenus exorbitants contribuent ensuite à bloquer toute réflexion critique de la part des gagnants » et la financiarisation « contribue largement à la perte de repères éthiques¹⁹ ». De fait, les ingénieurs en finance peuvent prétendre à des salaires relatifs bien plus élevés que la moyenne : 78 000 euros de salaires médians annuels contre 56 400 euros pour l'ensemble des ingénieurs.

L'utilité sociale de l'activité financière n'est pas en cause en tant que telle, puisque la finance permet de rapprocher des apporteurs de capitaux (des investisseurs) et des demandeurs de capitaux (des entreprises, des banques ou des ménages), et d'allouer utilement les ressources rares des premiers (le capital) à la réalisation des projets des seconds susceptibles de générer la valeur anticipée la plus forte. Mais la taille du secteur financier actuel et l'artificialité de la sphère financière (par rapport à l'économie réelle), ainsi que l'irresponsabilité des acteurs financiers constituent des problèmes éthiques et politiques (voir double page ci-après) à traiter.

18. Olivier Godechot, *Working rich. Salaires, bonus et appropriation du profit dans l'industrie financière*, La Découverte, 2007.

19. Cécile Renouard, *Éthique et entreprise*, Éditions de l'Atelier, 2015, p. 30.

L'éthique de l'ingénieur dépend d'abord du choix du domaine d'activité où il exerce dans la mesure où l'ingénieur est salarié. Ce choix peut prendre schématiquement la forme d'un dilemme premier, en amont du travail lui-même, entre production d'externalités positives et carrière individuelle, entre bien commun et intérêts privés.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- En fonction de quels critères (financiers, sociaux, environnementaux, etc.) ai-je choisi mon domaine d'activité ?
- Ai-je vécu ce choix comme un dilemme entre ma carrière personnelle (perspective d'ascension sociale, salaire, etc.) et une contribution au bien commun ?

DEUXIÈME FIGURE DU DILEMME : L'ALERTE ÉTHIQUE

L'alerte éthique (*whistleblowing* en anglais : *to blow the whistle* signifie littéralement « le fait de souffler dans le sifflet »), ou encore la désobéissance organisationnelle, décrit une situation de dilemme entre l'obéissance due à l'organisation dont l'ingénieur est salarié et la responsabilité engagée envers la société et l'environnement. C'est un cas d'école de l'*engineering ethics*, qui présente cette situation de « loyautés divisées²⁰ » comme la matrice même des problèmes moraux qui se posent à l'ingénieur.

Le devoir de loyauté de l'ingénieur

La loyauté : valeur morale de l'ingénieur en tant que salarié subordonné

L'ingénieur est le plus souvent un salarié. Or la contractualisation du rapport salarial implique que le salarié obtient un salaire et une protection sociale en échange d'une soumission et d'un respect des ordres venus du management. À bien des égards, l'ingénieur est un salarié comme un autre : il n'a d'intérêts à servir, ni de comptes à rendre, qu'à son employeur. Faute d'autonomie, l'espace moral de la délibération et de la décision se rétrécit considérablement et l'ingénieur peine à mettre en œuvre une véritable éthique personnelle, voire professionnelle. À la fin des années 1960, le philosophe américain Ralph Nader écrit : « Fondamentalement, quelle liberté un ingénieur a-t-il dans le cadre de la gestion d'une grande entreprise dont la première mission est la maximisation du profit à travers tous les raccourcis possibles et dont la structure bureaucratique pose de réels problèmes à l'expression individuelle ainsi qu'à l'initiative, que ce

20. Voir l'ouvrage de référence : Robert M. Anderson, Robert Perrucci, Dan E. Schendel et Leon E. Trachtman, *Divided Loyalties: Whistle-Blowing at BART*, West Lafayette, Purdue University, 1980.

soit en matière de compétence ou de conscience²¹ ? » Pour lui, deux aspects du travail de l'ingénieur limitent d'emblée sa responsabilité personnelle. D'abord, comme on l'a dit, l'ingénieur est salarié d'une organisation qui n'aspire qu'à générer du profit. En ce sens, la situation de l'ingénieur contraste par rapport à celle de l'avocat ou du médecin, qui bénéficient de la déontologie la plus ancienne parmi les professions. Ensuite, Ralph Nader évoque aussi le fait que l'ingénieur est salarié par une structure « bureaucratique » qui ne permet pas d'assumer une responsabilité personnelle. Si la formation de l'ingénieur entretient le mythe de « l'ingénieur qui résout seul (ou au sein d'un petit groupe de pairs) des problèmes complexes d'ordre technique et solubles par le calcul²² », la réalité de l'ingénierie est tout autre : elle ne s'inscrit pas dans une relation bilatérale de face-à-face entre un professionnel et un usager/client, mais d'abord dans une division du travail et un cloisonnement des fonctions qui dévitalisent d'emblée la responsabilisation personnelle. Le politiste américain Dennis Thompson évoque à ce propos le problème moral du *many hands*²³ : dès lors que l'on n'est responsable que d'une tâche précise au sein de l'entreprise et que l'on n'est pas incité à élargir la réflexion aux effets de sa propre action en interne et en externe, la fermeture du champ d'analyse est quasiment fatale.

Sur le plan moral, aux aspects contractuels de la relation salariale se superposent les valeurs de confiance et de loyauté. Si ces valeurs conditionnent la conservation de l'entreprise et garantissent plus généralement la réciprocité de tout lien social, elles peuvent aussi impliquer un recentrage des finalités sur l'employeur. Dans les années 1980, Stephen Crawford a mené une enquête dans deux entreprises françaises, une société métallurgique traditionnelle et une entreprise d'électronique, d'où il ressort que les ingénieurs ne sont pas disposés à remettre en question le système d'autorité car celui-ci leur semble utile à la réalisation de leurs tâches professionnelles autant qu'à leurs objectifs de carrière²⁴. Les ingénieurs estiment à 80 % que l'objectif principal de l'ingénieur est de satisfaire les clients ou les usagers de l'entreprise, dont les figures se sont opportunément substituées à celles des managers ou des actionnaires. Ils se sentent d'abord partie prenante de l'entreprise pour laquelle ils travaillent, avant même de se sentir partie prenante d'un groupe professionnel ou de toute autre communauté morale plus large.

21. Ralph Nader, "The Engineer's Professional Role: Universities, Corporations and Professional Societies", *The Journal of Engineering Education*, vol. 57, février 1967.

22. Dominique Vinck, « Pratiques d'ingénierie. Les savoirs de l'action », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 8, n° 2, 2014.

23. Dennis Thompson, "Moral responsibility of Public Officials: The Problem of Many Hands", *American Political Science Review*, vol. 74, n° 4, 1980.

24. Stephen Crawford, *Technical Workers in an Advanced Society. The Work, Careers and Politics of French Engineers*, New York, Cambridge University Press, 1989.

Ingénieur financier : trois enjeux éthiques

Si l'approche de la finance par l'immoralité individuelle des acteurs financiers avides d'accumulation se révèle le plus souvent ridicule, la finance n'en pose pas moins des problèmes éthiques de premier plan. Le premier problème éthique soulevé par la finance est celui de la démesure de la taille du secteur financier par rapport à l'économie réelle. Depuis quarante ans, le capitalisme s'est en effet très fortement financiarisé : le volume des actifs financiers classiques (crédits, dépôts bancaires, actions et dettes publiques) représente aujourd'hui environ quatre fois le PIB mondial, alors que les deux volumes coïncidaient encore au début des années 1980. Les ingénieurs financiers recrutés par les grandes banques d'affaires, tel l'ingénieur centralien Fabrice Tourre pour Goldman Sachs, ont participé à l'extension de cette sphère financière en fabriquant des produits financiers toujours plus sophistiqués. Les produits dits « dérivés » (actifs qui permettent de se couvrir contre un risque de crédit ou de variation de prix) représentent désormais plus de quinze fois le PIB mondial, avec une part écrasante d'opérations spéculatives sur les opérations de couverture réelle. Par ailleurs, la finance constitue une enclave de rentabilité qui offre des standards de rentabilité sans équivalent avec le reste de l'économie réelle (la fameuse norme des 15% de rentabilité des capitaux propres exigée par les actionnaires). Ce problème de démesure pointe la déconnexion de la sphère financière et de la sphère réelle, la seconde étant annexée par la première alors que la finance devrait être un instrument au service de l'économie réelle.

Le deuxième problème éthique est celui de l'artificialité de la sphère financière. La vocation des marchés financiers est d'organiser la négociabilité des actifs en permanence : à tout moment, un investisseur peut acheter et vendre pour récupérer du cash. Cette liquidité des actifs est ambivalente : elle est utile car elle libère la prise de risque des investisseurs (qui n'ont pas à subir une immobilisation de leurs capitaux), mais également perverse puisque les titres financiers peuvent alors être utilisés comme de purs supports de rendement (ils sont achetés dans la perspective d'être revendus). Alors que l'économie réelle se présente comme un univers de long terme, caractérisé par la relative inertie de ses structures productives, la finance est un espace de court terme où la vitesse de circulation du capital est sans commune mesure avec l'effort de mise en valeur réelle du capital. Cette artificialité de la finance par rapport à l'économie réelle n'en produit pas moins des effets très concrets : la liquidité encourage les comportements spéculatifs et l'instabilité financière, puisque les investisseurs se détournent de la valeur fondamentale des actifs (la série anticipée des dividendes qui s'associe à la détention d'une action, par exemple) pour s'intéresser au seul prix de revente. La crise de 2007-2008, qui constitue l'un des plus gros sinistres de toute l'histoire du capitalisme financier, illustre l'extension du domaine de la liquidité : avec les subprimes, ces titres financiers adossés à des créances immobilières détenues sur des ménages américains insolubles, les ingénieurs financiers ont transformé des crédits hypothécaires, qui demeurent normalement immobilisés dans les bilans bancaires, en titres financiers liquides, avec l'argument de renforcer la solidité des banques... à ceci près que les banques rachetaient elles aussi ces titres qu'elles savaient risqués puisque leurs cours étaient orientés à la hausse ! Fondamentalement, la liquidité repose sur un phénomène de croyance collective et, si la confiance vient à se rompre, elle peut s'effondrer très rapidement et provoquer des crises majeures.

Le troisième problème éthique est celui de l'irresponsabilité des acteurs du secteur financier en cas de crise, bien connu des économistes sous le nom d'*aléa moral* : il est impossible de ne pas sauver le secteur financier quand il menace de s'effondrer, et pour autant ce sauvetage garanti, qui équivaut à une assurance implicite des États, est précisément ce qui incite les acteurs financiers à prendre toujours plus de risques. Le sauvetage des banques était nécessaire : les banques gèrent de manière privée les deux biens publics fondamentaux que sont l'intégrité du système de paiement et le crédit. Laisser les banques faire faillite, conformément à la doxa libérale, serait revenu

à ignorer les leçons tirées des années 1930, où le régulateur n'était pas intervenu pour les recapitaliser. Et pour autant, le sauvetage des banques constitue un scandale politico-moral de première grandeur : la finance prend des risques avec les bénéficiaires si tout va bien, et avec le sauvetage garanti des États, c'est-à-dire des contribuables, si les choses tournent mal. Les banques diront qu'elles ont remboursé les prêts que la puissance publique ou les banques centrales leur ont octroyés, mais c'est ignorer le coût caché de la crise : la crise financière met en panne le crédit et les effets d'entraînement sur le reste de l'économie peuvent alors se révéler catastrophiques, puisque, n'ayant plus accès au crédit, les entreprises cessent au mieux d'embaucher et licencient massivement dans le pire des cas. Par ailleurs, le sauvetage des banques s'est effectué quasiment sans contrepartie, et la re-régulation de l'activité bancaire est aujourd'hui jugée très insatisfaisante par les économistes critiques²⁵.

Outre ces trois problèmes éthiques demeurent des problèmes structurels qui appellent une réponse proprement politique. La fréquence et l'ampleur des crises financières sont accrues dans le capitalisme financier, qui ne parvient pas à s'ajuster vers l'équilibre stable, et il convient alors de se demander s'il est réellement prudent de situer ce type d'institutions, fondamentalement instables, au cœur de la régulation des économies modernes.

25. Jézabel Couppey-Soubeyran, *Blablabanque. Le discours de l'inaction*, Michalon, 2015.

Les premiers codes d'éthique des ingénieurs, essentiellement parus dans les pays anglo-saxons où la pratique de formalisation de l'éthique par les associations d'ingénieurs est plus ancienne, mentionnent presque toujours la nécessité pour les ingénieurs de se soumettre avec loyauté à leurs employeurs. Dans le code d'éthique de l'American Institute of Electric Engineers, paru en 1912, il est écrit par exemple que : « L'ingénieur devrait considérer la protection d'un client ou les intérêts de l'employeur comme sa première obligation professionnelle, et par conséquent éviter tout acte contraire à son devoir. » Cette obligation à l'égard de l'employeur s'oppose à l'exercice d'une responsabilité à l'égard de la société. Certes, en 1926, l'American Association of Engineers affirme que « l'ingénieur devait considérer ses obligations à l'égard du bien public comme supérieures à toute autre obligation », mais cette association éphémère n'a eu que peu d'impact sur la profession. De manière tout à fait paradoxale, ces codes, qui ont été écrits pour légitimer la profession moderne d'ingénieur et promouvoir le prestige de la profession, font l'impasse sur la question de l'autonomie professionnelle. L'éthique s'en trouve ainsi instrumentalisée car, sur le strict plan moral, le fait qu'un supérieur demande à l'ingénieur de faire quelque chose ne suffit pas à justifier cette action.

Tout au long du xx^e siècle, le profond mouvement de transformation du louage de service en droit du travail a néanmoins permis aux ingénieurs d'accéder au statut de salarié autonome. Il faut donc à présent examiner ces stratégies d'autonomisation des ingénieurs par rapport à l'entreprise, qui pour l'essentiel se sont déployées dans deux directions principales (un appui sur les professions et un appui sur la société civile) et complémentaires.

Une autonomisation appuyée sur la professionnalisation dans les pays anglo-saxons

La professionnalisation du corps des ingénieurs pour accéder à une certaine autonomie et à une capacité d'autorégulation est l'option retenue dans les pays anglo-saxons, mais aussi dans certains pays européens de tradition moins fortement étatisée que la France (comme la Belgique et dans une moindre mesure les Pays-Bas ou l'Italie). Au-delà de la simple occupation, la profession garantit l'accès à un statut social élevé du fait de la détention d'une expertise et d'une compétence rares et utiles, et désigne surtout un type de métier assorti de droits et de devoirs spécifiques, comparables à ceux des professions libérales de la médecine et du droit²⁶. À propos de la profession médicale, par exemple, le sociologue américain Talcott Parsons écrit que, lorsque le patient engage une relation

26. Sur les enjeux liés à la professionnalisation des ingénieurs et à la distinction entre profession et occupation, voir Christelle Didier, "Professional Ethics Without a Profession. French View on Engineering Ethics", in Ibo Van de Poel et David E. Goldberg (dir.), *Philosophy and Engineering: An Emerging Agenda*, New York, Springer, 2010, p. 161-174 ; mais aussi le chapitre 1 de son ouvrage *Les Ingénieurs et l'éthique. Pour un regard sociologique*, Hermès-Lavoisier, 2008.

avec un professionnel, « il n'a pas qualité pour juger sur le plan technique, ni en général, ni en particulier²⁷ ». Les devoirs du professionnel (respect, transparence, confiance, obtention d'un consentement éclairé, etc.) se déduisent alors de cette situation d'autorité par rapport aux usagers, incompetents et impuissants. Ils peuvent s'organiser sous la forme d'un ensemble de règles que la profession s'impose à elle-même : entre la composante individuelle et la composante institutionnelle de l'éthique, la déontologie professionnelle vient ainsi constituer un corpus intermédiaire auquel doivent se rattacher les professionnels (voir encadré ci-après).

La reconnaissance de l'ingénierie comme profession remonte à la création de l'American Society of Civil Engineers (ASCE) en 1852 : les ingénieurs du génie civil sont alors les premiers à se doter d'une organisation propre aux États-Unis²⁸. Mais « presque immédiatement, écrit l'historien des techniques David Noble, ils commencèrent à être confrontés aux contradictions inhérentes à la professionnalisation : se battre pour obtenir une autonomie professionnelle et définir des codes d'éthique et de responsabilité sociale dans le contexte d'une pratique professionnelle qui exige la soumission aux dirigeants des entreprises²⁹ ». La prise en charge de cette contradiction requiert alors de hiérarchiser ces deux principes d'action que sont la loyauté due à l'entreprise et la défense de l'intérêt général. Dans les années 1940, la question de l'intérêt public émerge ainsi dans la déontologie professionnelle des ingénieurs américains ; puis dans les années 1960, c'est au tour des valeurs de santé et de sécurité de faire leur entrée ; enfin, dans les années 1970, la prise en compte de l'environnement vient couronner cet élargissement progressif des responsabilités assumées par les ingénieurs. Si ces valeurs sont d'abord intégrées de manière prudente, la majorité des codes d'éthique actuels mentionne l'obligation de mettre au premier plan la protection de la santé, de la sécurité et du bien-être publics. Un exemple récent est donné par l'ASCE qui évalue depuis trente ans l'état des infrastructures du pays : l'abandon par l'État de l'entretien de ces protections collectives, particulièrement importantes face aux risques d'inondation qui se multiplient en contexte de dérèglement climatique, est régulièrement pointé.

27. Talcott Parsons, *Éléments pour une sociologie de l'action*, Plon, 1955.

28. Pour une analyse détaillée de l'organisation professionnelle des ingénieurs américains à partir de la création d'associations, voir Christelle Didier, *Penser l'éthique des ingénieurs*, op. cit.

29. David F. Noble, *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*, op. cit., p. 35.

La déontologie et l'éthique : quelles différences ?

Au sens strict, la *déontologie* suppose : 1) un corpus de valeurs identifiées relativement figé et une définition claire de la faute et des manquements ; 2) une instance de régulation identifiée qui dispose de moyens de sanctions légaux, mais aussi d'un aspect juridique opposable. La déontologie désigne un ensemble de règles qui peut comporter des dérogations au droit commun, comme le secret professionnel. L'orientation prescriptive est forte, avec une primauté des devoirs de la profession consignés dans des codes. Au Québec, par exemple, il existe un ordre des ingénieurs qui peut radier ceux-ci en cas de manquement à la déontologie. La surveillance légale de l'Office des professions, un organisme gouvernemental, veille en effet à ce que les ordres professionnels garantissent la protection du public. Un code des ingénieurs, ayant force de loi, assure le professionnalisme de ses membres. Les ingénieurs sont donc autant responsabilisés que les médecins le sont en France.

Dans le contexte de l'individualisme moderne, l'*éthique* personnelle est au contraire désinstitutionnalisée : personne d'autre que l'individu n'est l'auteur de son existence et seule sa conscience morale peut valoir comme instance de contrôle interne du comportement. L'individu est appelé à se donner des règles d'action et à se restreindre dans ses comportements, le plus souvent au bénéfice d'autrui. La déontologie, qui exerce une forme de contrôle moral institutionnel, ne peut donc pas se substituer à l'éthique personnelle. Certains auteurs, tel John Ladd, estiment d'ailleurs pour cette raison que les codes d'éthique des professions constituent une « erreur morale³⁰ ».

Le philosophe américain Michael Davis, spécialiste d'éthique de l'ingénieur, invite alors à reconsidérer la relation contractuelle de subordination passée entre l'employeur et l'ingénieur³¹. La professionnalisation garantit une responsabilité inconditionnelle de l'ingénieur dans la priorité qu'il est censé accorder à la qualité et à la sécurité d'un produit, y compris quand ces exigences entrent en conflit avec les ordres reçus, et l'employeur ne peut l'ignorer quand il recrute un ingénieur. Dans ces conditions, le contrat qui lie les deux parties est donc moins un contrat de subordination classique qu'un « contrat d'Ulysse » : tel Ulysse se faisant délibérément attacher au mât par ses matelots pour ne pas succomber au chant des sirènes, l'employeur qui embauche un ingénieur le ferait en partie pour se protéger de lui-même. L'ingénieur l'oblige ainsi à ne pas transiger avec une exigence de sécurité et de qualité, quelles que soient les contraintes de délai et de budget à respecter du point de vue de l'entreprise.

Si la professionnalisation permet de responsabiliser l'ingénieur, elle menace en retour de déresponsabiliser le public qu'il est censé protéger. Samuel Florman, ingénieur civil américain, humaniste, se montre ainsi très critique à l'égard des nombreux codes promulgués par les associations d'ingénieurs de son pays. Il est sceptique face à l'obligation faite aux ingénieurs à travers ces codes, tout au moins les plus récents, de protéger le public contre les effets potentiellement néfastes des développements techniques. Selon lui, les ingénieurs ne sont pas

30. John Ladd, "The Quest for a Code of Professional Ethics: an Intellectual and Moral Confusion", in Deborah G. Johnson (dir.), *Ethical Issues in Engineering*, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1991.

31. Michael Davis, *Thinking Like an Engineer. Studies in the Ethics of a Profession*, New York, Oxford University Press, 1998.

plus qualifiés que les autres citoyens pour déterminer ce qui est le meilleur intérêt de tous. Ils n'ont par conséquent pas de responsabilité particulière dans la protection du public. « Heureusement, écrit-il, les ingénieurs ne sont pas plus reconnus pour déterminer comment organiser le monde que ne le sont les politiciens, les romanciers, les dentistes ou les philosophes³². » Il revient donc aux citoyens de la démocratie technique d'en décider (voir partie II, chapitre 2).

En France, les ingénieurs ne se sont pas véritablement constitués en profession, malgré des tentatives avortées de professionnalisation dans l'entre-deux-guerres, et spécialement sous Vichy, pourtant favorable au retour aux corporations (contre les syndicats) et à la création d'ordres. Peu désireux de revendiquer une indépendance réelle face au patronat, les ingénieurs français choisissent alors un modèle d'organisation professionnelle reposant sur une régulation par le marché et se reconnaissent dans une identité professionnelle avant tout salariée. Il n'existe donc pas d'organisation susceptible de se porter garante de leur déontologie, à l'instar de l'Ordre national des médecins. Le Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France (CNISF) représente officiellement les ingénieurs français auprès des pouvoirs publics, mais il ne dispose pas des pouvoirs traditionnellement associés à un ordre. Dans une enquête de 1999³³, la sociologue Christelle Didier a soumis l'idée d'un ordre professionnel à 3 900 ingénieurs : elle ne rencontre alors l'adhésion que d'une minorité de répondants (39 % se déclarent d'accord, dont moins de 10 % tout à fait d'accord). Interrogés sur les missions qu'un tel organisme pourrait avoir s'il venait à s'institutionnaliser, les ingénieurs citent dans l'ordre le fait de « donner des repères d'éthique professionnel pour les ingénieurs » (47 %), de « contrôler les formations » (36 %), de « représenter les ingénieurs auprès des pouvoirs publics » (22 %), de « diffuser auprès du public et des décideurs les connaissances techniques » (13 %), de « défendre les ingénieurs auprès de leurs employeurs » (12 %), de « décerner l'habilitation à exercer le métier » (11 %), de « donner des conseils techniques à ses membres » (10 %) et enfin de « protéger la valeur du titre en limitant le nombre » (10 %). Si les ingénieurs ne sont pas professionnalisés, les considérations d'ordre éthique les intéressent malgré tout.

La charte de 2001 du CNISF, dont une première version est adoptée en 1997 sous la forme d'un « code de déontologie », introduit une véritable innovation puisqu'elle a vocation à devenir une référence pour le comportement professionnel des ingénieurs. Dans l'enquête de l'IESF de 2011, il apparaît que plus de la moitié des répondants voient dans le code d'éthique un moyen permettant de donner des repères dans les situations délicates (66 %), alors même que la référence à un code d'éthique ne fait pas partie de la culture des ingénieurs français. La formalisation de cette charte par l'IESF poursuit également l'objectif d'aider les élèves-ingénieurs à se préparer à l'exercice de leur métier. La Conférence

32. Cité par Christelle Didier, « Les ingénieurs et l'éthique. Un débat qui s'ouvre à peine », *CFDT-Cadres*, n° 401-402, novembre 2002, p. 28.

33. Voir Christelle Didier, *Les Ingénieurs et l'éthique. Pour un regard sociologique*, op. cit.

des directeurs d'écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI) a réalisé fin 2009 une enquête par questionnaire auprès de 3 589 étudiants issus de 106 écoles afin de savoir s'ils avaient connaissance de son existence, comment leur école participait à sa diffusion, à quel point ils adhéraient aux termes de ce document et s'ils trouvaient la charte compatible avec le métier d'ingénieur. 38 % des répondants connaissaient la charte par l'intermédiaire de leur école avant l'enquête (34 % l'avaient reçue à leur entrée dans l'école, dont 3 % dans le cadre d'une présentation). Les 62 % restants l'avaient découverte par l'enquête.

Une autonomisation appuyée sur les attentes de la société civile

Au-delà de la profession proprement dite, c'est aussi sur une communauté plus large que les ingénieurs prennent appui pour s'autonomiser des directives des organisations qui les emploient : la société civile, comprise comme une communauté politique non étatisée, intermédiaire entre le marché, où interviennent les entreprises, et l'État proprement dit.

La Seconde Guerre mondiale a constitué un tournant majeur dans la prise de conscience des effets désastreux de la loyauté aveugle et de la soumission à l'autorité organisationnelle³⁴. La philosophe Hannah Arendt voit dans Eichmann, logisticien pour le compte de l'État nazi et de sa politique d'extermination des Juifs, une incarnation du mal moderne et de la raison humaine qui ne pense pas au-delà de son intérêt propre. Figé dans un rôle d'homme-appareil, Eichmann n'envisage jamais les conséquences de son action du point de vue des victimes, pour s'en remettre exclusivement à des procédures bureaucratiques désincarnées³⁵. De manière plus générale, le rôle très important des ingénieurs allemands pendant la guerre témoigne de leur vulnérabilité face au pouvoir de l'organisation et de leur difficulté à mettre en cause la définition organisationnelle des situations. Le besoin de protéger la responsabilité des individus contre la discipline des organisations apparaît comme légitime et nécessaire.

L'ethnologue Évelyne Desbois s'est intéressée à l'exercice du métier d'ingénieur sous l'occupation allemande dans les mines de charbon du Nord - Pas-de-Calais, et en particulier aux commissions d'épuration et aux procès pour collaboration économique organisés à la Libération³⁶. Pendant la guerre, les ingénieurs ont produit le charbon dont les militaires et les industriels avaient besoin, et ceux qui occupaient les fonctions les plus hautes se sont montrés particulièrement zélés en poussant à la production de charbon. À la fin de la guerre, les ingénieurs apparaissent donc comme un « sujet collectif coupable », notamment pour la CGT et sa base. Cette mise en accusation ne vise pas seulement la collaboration des ingénieurs en tant que telle, mais aussi le fait qu'avant la guerre, dans un contexte de crise financière et de concurrence avec l'Allemagne, les ingénieurs ont été

34. Voir par exemple : Stanley Milgram, *Expérience sur l'obéissance et la désobéissance à l'autorité*, Zones, 2013 ; Michel Terestchenko, *Un si fragile vernis d'humanité*, La Découverte, 2007.

35. Hannah Arendt, *Eichmann à Jérusalem* [1961], Folio, 1997.

36. Évelyne Desbois, « Des ingénieurs perdus. Le procès de l'exercice du métier d'ingénieur dans les mines sous l'Occupation », *Culture technique*, n° 12, 1984.

les maîtres d'œuvre d'une politique de rationalisation du travail et d'augmentation des cadences. Mais dans le même temps, les dirigeants communistes de la Libération ont besoin d'eux pour gagner la « bataille du charbon » qui s'engage pour la reconstruction du pays, de sorte que les ingénieurs et les directeurs sont hâtivement blanchis par la justice. Si le problème juridique est réglé dans l'urgence de considérations sociopolitiques prioritaires, la question morale demeure. Un des ingénieurs interviewés par Évelyne Desbois admet qu'« il faut reconnaître quand même que, lorsqu'on fait un métier, on est facilement polarisé là-dessus. On fait un peu facilement abstraction de toutes les circonstances extérieures, même si celles-ci sont beaucoup plus importantes que le métier lui-même ». C'est dans la non-prise en compte du contexte plus large de l'action, et même dans la recherche d'une certaine attitude de neutralité de la part de ces ingénieurs des Mines, que s'enracine leur immoralité. Ce n'est donc pas tant des actes criminels qui doivent être jugés que « la pratique normale du métier d'ingénieur dans une situation anormale », si bien que du point de vue des mineurs, la Libération « ce n'était pas seulement être libérés de l'occupant, mais aussi de leurs chefs qui, indifférents aux régimes politiques successifs, exerçaient de manière identique leurs fonctions de commandement ». Les agents de maîtrise et certains ingénieurs ont conservé pendant la guerre un comportement semblable à celui qu'ils avaient auparavant, et s'en tenant à une recherche de résultats. Ni la situation de guerre ni la sous-alimentation des mineurs n'ont dissuadé les ingénieurs d'accomplir des actes qui sont fondamentalement posés comme des actes techniques, donc moralement neutres et non pas politiques (voir partie II, chapitre 1).

Cette responsabilisation des ingénieurs auprès de tous ceux dont le bien-être peut être affecté par les décisions de l'entreprise s'amplifie après la Seconde Guerre mondiale. Plusieurs mouvements de la société civile font alors évoluer la déontologie des ingénieurs : les mouvements citoyens contre les armes nucléaires (années 1950), les mouvements de consommateurs (années 1960), les discussions critiques sur les techniques (années 1970), les mouvements en faveur de la protection de l'environnement (années 1970) ou encore le renouveau des valeurs démocratiques (années 1970) amènent inévitablement les ingénieurs à se doter d'un référentiel d'objectifs élargis. Le thème de la protection du public apparaît en 1947 dans les codes d'éthique américains et se trouve revendiqué comme une priorité déontologique en 1974 : il est par exemple indiqué dans les codes d'éthique de l'IEEE (Institut of Electrical and Electronics Engineers) et de l'AIEE (American Institute of Electric Engineers) que « la responsabilité des ingénieurs à l'égard de leurs employeurs et de leurs clients est limitée par leur obligation de protéger la sécurité publique, la santé et le bien-être ». Une clause de l'AIEE, en 1990, exprime l'acceptation de « la responsabilité dans les décisions prises par les ingénieurs qui doivent être cohérentes avec la sécurité, la santé et le bien-être du public, et le dévoilement sans délai de facteurs qui

pourraient mettre en danger le public ou l'environnement³⁷ ». En France, la charte éthique de l'IESF demeure beaucoup plus ambiguë dans la protection des valeurs qui ne concernent pas directement l'entreprise et le refus de hiérarchiser clairement entre elles : « L'ingénieur prend en compte toutes les contraintes que lui imposent ses missions, et respecte particulièrement celles qui relèvent de la santé, de la sécurité et de l'environnement » (voir charte en annexe disponible sur le site www.eclm.fr).

Il n'empêche que le mouvement d'extension de la communauté morale, de l'entreprise vers la société civile et l'environnement, est clairement engagé. La montée des entreprises de services dans la seconde partie du xx^e siècle, qui font intervenir de manière plus évidente la relation de l'ingénieur au(x) client(s), a sans nul doute contribué à l'érosion de la loyauté aveugle des ingénieurs, mais ce sont surtout les attentes de la société civile qui ont été internalisées et utilisées comme un socle pour leur autonomisation.

La déontologie professionnelle des ingénieurs est donc d'abord pensée comme loyauté envers le client ou l'employeur, mais il apparaît progressivement que l'ingénieur doit assurer le fonctionnement et la sécurité des systèmes techniques et/ou la santé du public et la préservation de l'environnement. À la frontière entre ces différents régimes de valeurs, l'ingénieur s'expose au dilemme moral de l'alerte éthique quand se présentent des situations conflictuelles où il lui faut assumer une hiérarchisation explicite de ces valeurs.

L'alerte éthique, un conflit moral entre loyauté et protection du public

L'alerte éthique, cas d'école pour l'éthique de l'ingénieur

La pratique de l'alerte éthique constitue un enjeu majeur pour la constitution de l'éthique de l'ingénieur comme discipline autonome. Dans la mesure où les ingénieurs conçoivent, organisent et réparent le milieu technique dans lequel les populations sont immergées de manière quasi permanente, ils ont constamment à arbitrer entre des contraintes organisationnelles (coûts, délais, etc.) et la sécurité ou la santé de ces populations. L'alerte éthique, représentée par la figure du lanceur d'alerte, désigne alors des situations dans lesquelles apparaît un conflit moral entre la loyauté vis-à-vis de l'employeur et la protection due au public, la confidentialité et la publicisation, le secret professionnel et la révélation d'une information privée concernant une conception défectueuse, par exemple.

Pour le philosophe américain Carl Mitcham, le problème de l'alerte éthique est le premier problème éthique qui se pose de manière spécifique aux ingénieurs³⁸. En divulguant d'éventuels manquements à la sécurité, en désobéissant à son employeur pour préserver la sécurité et le bien-être des clients ou des utilisateurs, l'ingénieur lanceur d'alerte oppose à la valeur de loyauté au groupe une

37. Pour une analyse détaillée des codes d'éthique américains, voir Christelle Didier, *Penser l'éthique des ingénieurs*, op. cit.

38. Carl Mitcham, *Thinking Ethics in Technology: Hennebach Lectures and Papers, 1995-1996*, Colorado, Colorado School of Mines, 1997.

fidélité à des principes supérieurs et se constitue délibérément comme porteur d'un message éthique. Il rappelle alors à l'organisation qui l'emploie les valeurs qui prévalent à l'extérieur de l'entreprise : en donnant l'alerte, il politise la question de son appartenance et de sa dépendance à l'environnement.

Il est possible de dégager un mode opératoire commun aux lanceurs d'alerte. Confrontés à un acte délictueux et/ou à des négligences susceptibles de mettre en cause la santé et la sécurité publiques, ils tentent tout d'abord de prévenir leur supérieur hiérarchique³⁹. La prise de parole s'exprime ainsi depuis l'intérieur de l'entreprise pour apporter un diagnostic concurrent à la définition organisationnelle de la situation. Mais face à l'indifférence, et parfois même face à la volonté délibérée d'étouffer les faits, le lanceur d'alerte se réfère à lui-même et tente de délimiter une responsabilité : dans quelle mesure suis-je responsable de la situation ? Suis-je aussi responsable si je reste passif ? Le paradoxe veut que l'on puisse se sentir moralement responsable sans être matériellement ou juridiquement coupable. Hannah Arendt, instruite de la catastrophe morale du nazisme, indique qu'il existe une responsabilité, que l'on pourrait dire « négative », pour « des actes que nous n'avons pas commis », et qui correspond à une « façon d'endosser les conséquences d'actes dont nous sommes entièrement innocents [...] parce que nous ne vivons pas seuls, mais parmi d'autres hommes⁴⁰ ». Cette approche systémique de la responsabilité, propre au lanceur d'alerte, est souvent utilisée par les ingénieurs américains pour analyser les catastrophes industrielles⁴¹. Une prise de parole publique est alors assumée, mais la plupart des lanceurs d'alerte ne décident de révéler les informations sensibles qu'ils détiennent qu'en deuxième intention. Dans un troisième temps, la rupture du secret entraîne la fracture de la communauté qui le partage et la réponse institutionnelle est le plus souvent violente : mise au placard, pression à la démission, licenciement, etc., précipitent le lanceur d'alerte dans une « spirale descendante⁴² ». S'impose alors, le plus souvent, la nécessité de rechercher le soutien d'alliés extérieurs à l'organisation ou d'un public : il s'agit pour le lanceur d'alerte de trouver des relais (dans les médias, les associations, les think tanks, etc.) pour rompre la disproportion entre son isolement dans l'entreprise et l'ampleur de la cause qu'il aspire à porter. Cet appui peut désormais venir d'un collectif de lanceurs d'alerte, par exemple de la National Security Whistleblowing Coalition, association de lanceurs d'alerte du renseignement américain créée à l'initiative de Sibel Edmonds, ancienne traductrice du FBI licenciée en 2002 pour avoir révélé la présence d'un réseau d'espionnage et d'influence au sein de cet organisme. Le plus souvent, les lanceurs d'alerte ne se limitent pas à la défense d'une cause sectorielle : ils élargissent le débat et demandent à être mieux protégés dans le cadre d'une démocratie réellement participative.

39. Joyce Rothschild et Terance D. Miethe, "Whistle-blower Disclosures and Management Retaliation: The Battle to control Information about Organization Corruption", *Work and Occupations*, vol. 26, n° 1, 1999.

40. Hannah Arendt, « La responsabilité collective », in *Ontologie et politique*, Tierce, 1989, p. 184.

41. Voir par exemple l'ouvrage d'Earl Boebert et James Blossom, *Deepwater Horizon. A Systems Analysis of the Macondo Disaster*, Cambridge, Harvard University Press, 2016.

42. Nick Perry, "Indecent exposures: Theorizing Whistleblowing" [1947], *Organization Studies*, vol. 19, n° 2, 1998.

L'explosion de la navette *Challenger* (1986), un cas d'école en éthique de l'ingénieur

Le 28 janvier 1986, dans le ciel floridien de Cap Canaveral, la navette *Challenger* de la Nasa (National Aeronautics and Space Administration) explose soixante-treize secondes après sa mise à feu⁴³. Les sept membres d'équipage sont tués. Destiné à relancer l'intérêt de l'opinion publique américaine pour la conquête spatiale, ce lancement raté la traumatise durablement. Une commission d'enquête met très rapidement en cause la fragilité d'un joint d'étanchéité (*O-ring*) sur le propulseur à poudre (*booster*) droit : au moment du lancement, le joint ne s'est pas suffisamment dilaté du fait des températures anormalement basses de la région et des gaz se sont échappés à la jonction des cylindres.

La veille de la catastrophe, une téléconférence avait été convoquée entre les ingénieurs et les managers de la Nasa et ceux de la société Morton Thiokol (MTI), sous-traitant pour les *boosters*, qui dans un premier temps avaient émis une recommandation de non-lancement en raison du risque que représentait la température. Jerald Mason, vice-président de MTI, avait fait alors pression sur Bob Lund, vice-président *Engineering* de la compagnie : « C'est le moment d'enlever ton chapeau d'ingénieur et de mettre ton chapeau de manager ! ». Une manière de dire que le manager, contrairement à l'ingénieur, ne devait pas se limiter à la prise en compte des réalités physiques et devait intégrer dans le champ de ses considérations les conséquences économiques des décisions à prendre. Or le lancement de la navette avait déjà été retardé plusieurs fois et, face à l'ampleur des sommes englouties (400 000 dollars étaient perdus par jour de retard), une « décision (positive) de management » a été finalement rendue.

Roger Boisjoly, un ingénieur expérimenté de MTI, avait signalé le défaut de conception des joints dès juillet 1985, dans une note destinée à Mason où il indiquait très clairement qu'il pourrait entraîner « une catastrophe de la plus grande ampleur, avec perte de vie humaine ». Jusqu'à la veille du vol, il s'est déclaré hostile au lancement. Rétrogradé par la suite, soumis à d'intenses pressions, il est finalement contraint à la démission, mais collabore activement à la commission d'enquête, extérieure à son organisation, visant à établir les causes de l'accident. En 1988, il reçoit le prix de la responsabilité et de la liberté scientifique de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS). Devenu conférencier sur l'éthique en milieu professionnel, il fait valoir que la catastrophe aurait pu être évitée si toutes les recommandations d'experts avaient été respectées⁴⁴.

L'analyse de la catastrophe révèle une série de fautes professionnelles procédant de manquements (négligence, aveuglement aux conséquences de l'action, etc.) plutôt que de mauvaises intentions assumées. Mais l'approche par la faute est insuffisante si elle s'en tient au niveau des responsabilités personnelles. Il convient de resituer le cas *Challenger* à son niveau de tension systémique entre impératifs de sécurité technique, efficacité bureaucratique et responsabilité politique, largement incompatibles entre eux et qu'il n'était donc pas possible aux ingénieurs de la Nasa et de MTI d'articuler. Diane Vaughan montre ainsi comment les ingénieurs de la Nasa ont peu à peu délaissé l'impératif de sécurité technique, pourtant incontournable dans l'industrie spatiale, pour la « construction d'un risque perçu comme acceptable ». Les précédents vols de la navette ont bien révélé la déformation et l'érosion des joints, mais les ingénieurs demeurent convaincus que leur design est fiable et que la redondance du dispositif

43. Pour une analyse du cas *Challenger*, voir l'enquête exemplaire de Diane Vaughan, *The Challenger Launch Decision. Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA*, Chicago, University of Chicago Press, 1996 ; et l'ouvrage de Paul Mayer, *Challenger. Les ratages de la décision : la gestion manquée d'un risque majeur*, PUF, 2003.

44. Voir par exemple : www.onlineethics.org/cms/12703.aspx

garantit sa sécurité. Par ailleurs, tant que la navette vole avec succès (le dernier vol de *Challenger* n'est pas le premier), les écarts de performance sont normalisés et banalisés.

Au niveau bureaucratique, c'est un problème de circulation de l'information qui apparaît : la faiblesse des joints est connue, mais l'information est piégée dans la langue officielle de la Nasa, diluée dans une masse de paperasserie qui remonte difficilement jusqu'aux managers, pris par les complexités administratives de leur organisation, si bien que les signaux d'alerte s'affaiblissent avec le temps. Les astronautes eux-mêmes ne sont pas informés du dysfonctionnement des joints.

Au niveau politique, le cas *Challenger* doit être resitué dans le contexte de la guerre froide, où le développement spatial est au cœur de la rivalité géopolitique entre les États-Unis et l'URSS. En 1957, le succès du *Sputnik*, premier satellite artificiel en orbite autour de la terre, puis en 1961 l'exploit de Gagarine, premier homme à effectuer un voyage dans l'espace à bord de la fusée *Vostok*, ou encore, au début des années 1960, le développement des capsules Soyouz, premières structures habitées, ont tout d'abord positionné les Russes à l'avant-garde de la conquête spatiale. Le rattrapage technologique des États-Unis est néanmoins spectaculaire : l'efficacité de l'organisation industrielle acquise sur le projet *Manhattan*, à l'origine de la bombe nucléaire, est rapidement répliquée sur le programme *Apollo*, qui parvient à envoyer les premiers hommes sur la Lune en 1969. La Nasa en retire une arrogance qui confine à la croyance en l'infaillibilité de ses techniques. Sur la navette *Challenger*, aucun système de sauvetage des astronautes n'a d'ailleurs été pensé par les ingénieurs. Mais cette fuite en avant technologique contraste fortement avec la démonétisation de la politique spatiale par Nixon, dans les années 1970, au profit d'enjeux de sécurité intérieure. Le programme *Apollo* est interrompu et le programme STS (système de transport dans l'espace), auquel appartiennent les navettes *Columbia* et *Challenger*, n'est validé en 1972 qu'à la condition de faire ses preuves économiques : il doit coûter peu, rapporter beaucoup⁴⁵. La navette *Challenger* vient alors incarner ce passage de l'exploration à l'exploitation spatiale : elle se substitue aux capsules balistiques traditionnelles avec l'objectif d'installer et de réparer des satellites dans une visée commerciale. En 1981, l'arrivée de Reagan au pouvoir accentue les contraintes de coûts et de délais qui pèsent sur la Nasa, et les instances de surveillance et de contrôle se trouvent affaiblies par les économies budgétaires.

Les tensions structurelles entre ces trois logiques (technique, bureaucratique et politique) génèrent une très forte pression, qui s'atténue au prix d'une restriction de la culture technique traditionnelle des ingénieurs de la Nasa.

45. Arlène Ammar-Israël et Jean-Louis Fellous, *L'Exploration spatiale. Au carrefour de la science et de la politique*, CNRS Éditions, 2011.

Dans tous les cas, l'ambivalence de la qualification morale de l'acte du lanceur d'alerte, entre trahison et dénonciation, est remarquablement constante: Edward Snowden, le jeune ingénieur informatique chez un sous-traitant de la NSA qui a révélé au grand public l'ampleur de ses programmes de surveillance à partir de 2013, est tout à la fois perçu comme un traître aux États-Unis et un héros de l'autre côté de l'Atlantique. L'accusation de trahison vient du fait que «révéler un secret, quitter un groupe ou une organisation, se convertir, etc., ne sont pas seulement des actes que l'on peut assimiler à des ruptures "en soi": ce sont aussi des violations de la confiance et de la loyauté escomptées dans toutes les relations qui constituent un "Nous". Autrement dit, ce sont des atteintes aux attentes mutuelles, des violations des normes de réciprocité propres à tout ensemble social », tandis que les lanceurs d'alerte estiment, de leur côté, « œuvrer pour le bien public, travailler pour leur communauté, être loyaux envers leur patrie ou leur organisation. [...] Ils font donc l'expérience de l'effroi, d'un désastre menaçant aussi bien leur équilibre psychologique et leur identité que leurs ressources cognitives et sociales⁴⁶ ». Beaucoup de lanceurs d'alerte, en lutte pour faire requalifier leur acte comme alerte plutôt que comme dénonciation calomnieuse, déclarent d'ailleurs agir dans l'intérêt général, mais aussi pour le bien de l'entreprise qu'ils aspirent à servir loyalement⁴⁷. Ils déplorent que les institutions n'honorent pas les principes qui sont normalement les leurs et, de ce point de vue, ils leur retournent l'accusation de trahison. Snowden en appelle ainsi au respect de la Constitution américaine et des libertés individuelles comme principe supérieur⁴⁸. La responsabilité envers la société démocratique prévaut sur la loyauté au groupe national et à l'entreprise. Snowden revendique une appartenance à la démocratie plutôt qu'à un État et détache l'engagement politique de la question du lieu et de l'appartenance. L'appartenance de fait à un État n'implique ici aucune espèce d'obligation morale, pas même la sécurité de ses concitoyens.

Il existe donc un conformisme paradoxal du lanceur d'alerte: des ingénieurs et des scientifiques, mais aussi des médecins, des militaires, en somme des *insiders* qui n'ont rien de révolutionnaire, se retrouvent à la pointe d'une radicalité politique qui bien souvent les dépasse.

46. Sébastien Schehr, « L'alerte comme forme de déviance: les lanceurs d'alerte entre dénonciation et trahison », *Déviance et société*, vol. 32, n° 2, 2008.

47. Joyce Rothschild et Terence D. Miethe, "Whistle-blower Disclosures and Management Retaliation: The Battle to Control Information about Organization Corruption", art. cité.

48. Geoffroy de Lasgalerie, *L'Art de la révolte. Snowden, Assange, Manning*, Fayard, 2015.

La banalité du dilemme entre les exigences de l'employeur et les normes de la profession : témoignages d'ingénieurs

Au-delà des situations catastrophiques d'alerte, il existe aussi des situations banales qui mettent en jeu le dilemme quotidien des ingénieurs entre les exigences de l'employeur et les normes de la profession, comme en témoignent les extraits suivants, tirés d'une étude de Lyse Langlois portant sur des ingénieurs concepteurs dans une importante firme d'ingénierie de la province de Québec⁴⁹ :

« Je subis de la pression pour sortir le prototype le plus vite [possible], alors que je n'ai pas terminé mes tests ni géré les risques que le prototype final ne fasse pas le job » (ingénieur # 1707).

« Une de mes valeurs à laquelle je tiens vraiment, c'est l'intégrité. Je suis donc incapable d'être d'accord ou de travailler dans un contexte dans lequel je ne crois pas. J'ai aussi une autre valeur qui est le dévouement à l'équipe, la loyauté. Il y a une équipe ici dans notre organisation qui va prendre les décisions sur les directions qui devront être prises et si je suis en désaccord, mon intégrité va se sentir en conflit. J'avais certaines idées à l'égard des solutions et des approches qui devaient être suivies pour le bien du projet, mais elles entraînent en conflit avec l'équipe client qui voulait aller plus vite sans faire d'études » (ingénieur # 1807).

« Le dilemme est venu sur le type de matériau qu'il faudrait utiliser pour faire la fondation. Le client voulait absolument utiliser un minerai à moindre coût plutôt que d'utiliser la proposition initiale. Cette proposition prenait en compte les risques, la sécurité et le respect de l'environnement. Nous étions en accord avec nos valeurs professionnelles. La question que je me posais était la suivante : était-ce vraiment important que ce soit complètement étanche ou de plaire au client qui désire utiliser un matériau à faible coût ? Notre proposition demandait une baisse de production majeure, mais à long terme c'était sécuritaire et avait une durée de vie plus longue. Maintenant, on s'en va vers un système qui n'est pas vraiment étanche (choix du client en matière du minerai) et il y aura de l'eau qui va contaminer et circuler dans le sol » (ingénieur, # 1507).

La pression mise par l'entreprise sur le rendu des livrables, le manque de temps pour offrir des scénarios qui respectent au mieux les normes de sécurité, la réduction du temps requis pour mener à bien toutes les analyses, la sous-évaluation des risques sont des facteurs structurels qui expliquent que les ingénieurs assumant une « interprétation de la réalité organisationnelle qui fait sens », ou manifestant une éthique de conviction forte, sont une « infime portion de la population rencontrée » par l'enquêtrice. « Pour se justifier d'une telle option, [ces ingénieurs] invoquent le fait qu'ils doivent préserver leur emploi et certains ajoutent avancer dans la carrière », notamment les plus jeunes d'entre eux.

Dans le cas français, les sociologues Francis Chateauraynaud et Didier Torny ont montré que ce sont surtout les chercheurs et les scientifiques financés par le service public qui sont amenés à se constituer comme lanceurs d'alerte⁵⁰. Des chercheurs tels qu'André Cicolessa, ingénieur chimiste à l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), dénonçant les dangers des éthers de glycol (des solvants présents dans les lave-vitres ou les peintures) sur la santé dès les années 1990, Jacques Testart, Christian Vélot ou encore Gilles-Éric Seralini, mettant en cause la toxicité des OGM, se réclament tous en effet de la défense du service

49. Lyse Langlois, « Une éthique à deux vitesses : dangers et répercussions sur l'identité professionnelle », *Pyramides*, vol. 16, n° 1, 2008.

50. Francis Chateauraynaud et Didier Torny, *Les Sombres précurseurs. Une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*, Éditions de l'EHESS, 1999.

public. Des médecins également, prenant appui sur la déontologie médicale, assument à leur tour d'alerter le public sur les dangers de certains médicaments, comme Irène Frachon, pneumologue, qui a révélé le scandale du Mediator. Les ingénieurs, gestionnaires des risques technologiques, sont pourtant peu portés à assumer une confrontation ouverte avec leur employeur.

Pourquoi désobéir ?

La désobéissance est une préoccupation ancienne de la philosophie politique. La désobéissance civile désigne notamment une tradition d'action politique où une personne s'oppose aux lois démocratiquement votées par la majorité⁵¹. Elle exprime alors le refus d'appliquer une loi inacceptable par l'expression d'une revendication personnelle pacifique. Elle se met hors la loi de façon délibérée, publique voire médiatique, pour faire réexaminer le caractère injuste d'une loi ou d'une réglementation. À la séparation du légal et de l'illégal, elle substitue celle du légitime et de l'illégitime. Aux États-Unis, où s'est inventée la démocratie libérale, se détachent les figures inaugurales et dissidentes d'Emerson (1803-1882) et d'Henry David Thoreau (1817-1862). Ces philosophes ne se reconnaissaient pas dans la guerre conduite au Mexique (1846-1848) par leur pays, l'esclavagisme des Noirs, ou encore le génocide des Indiens. Dans *La Désobéissance civile* (1849), Thoreau fait valoir une résistance individuelle face à un gouvernement qu'il juge injuste. Ne payant plus ses impôts, il vit retranché dans les bois pour ne pas profiter des services publics que finance la fiscalité nationale. Cette solitude romantique exprime la construction de la subjectivité individuelle, et sa non-violence manifeste *a contrario* la violence répressive de l'État.

Cette tradition de la désobéissance civile se déploie véritablement dans la seconde partie du xx^e siècle et prolifère dans la séquence contemporaine : des universitaires contestent l'évaluation de la LRU ; le réseau Éducation sans frontières protège des enfants sans papiers ; des militants aident les migrants de Calais ; des infirmiers soignent des malades sans couverture santé aux États-Unis ; des militants et des chercheurs arrachent des plans d'OGM, etc. Qu'est-ce qui légitime ces actes de désobéissance civile ? Le fait même de se situer dans l'illégalité au nom de la défense des personnes exposées et d'être sanctionné pour cette désobéissance donne-t-il une légitimité immédiate à la cause mise en avant ? Tous les acteurs de la désobéissance civile ont en commun le refus du cadre démocratique comme cadre prédéterminé et la remise en cause de la loi de la majorité. Ils font valoir que, dans le cadre du pluralisme démocratique, il n'y a jamais de légitimité préalable à toute réflexion et à toute action. Mais ce principe s'applique aussi bien à leur propre cause, si bien qu'il n'y a pas non plus d'instance transcendante qui viendrait fonder la désobéissance. L'adresse au public, l'audience qu'elle parvient (ou non) à faire émerger, devient le critère *a minima* en l'absence du tout fondement.

51. Sandra Laugier et Albert Ogien, *Pourquoi désobéir en démocratie ?*, La Découverte, 2011.

L'alerte éthique, comprise comme désobéissance organisationnelle, est en première analyse l'équivalent du droit de désobéissance civile dans le domaine professionnel. Trois points de convergence peuvent apparaître en effet : d'abord, aucun trait sociologique ou psychologique particulier ne semble distinguer les lanceurs d'alerte⁵² et les désobéissants civils. Le philosophe Michel Terestchenko note qu'une vie intérieure morale forte est nécessaire pour résister à la soumission à l'autorité, mais que ces « résistants » sont en quelque sorte des « héros sans héroïsme⁵³ ». Ensuite, les désobéissances civile et organisationnelle interviennent toutes les deux dans des situations d'urgence et tentent de focaliser l'attention publique sur la gravité des risques encourus. En ce sens, l'alerte vise des comportements à risques plutôt que des individus. Enfin, dans les deux cas, le caractère disproportionné des sanctions à l'endroit de celui qui désobéit, le déchaînement de l'appareil répressif des États ou des entreprises est d'autant plus remarquable qu'en face d'eux les actions se veulent pacifiques. Pour Sébastien Schehr, « la systématisme et l'ampleur des représailles dont [les lanceurs d'alerte] sont l'objet, de même que la variété et la violence des sanctions formelles et informelles que ceux-ci doivent endurer (parfois des années après), nous montre que de telles pratiques ne sauraient être seulement analysées comme des "réponses institutionnelles" à la mesure des dommages causés. En effet, s'il est indéniable que les révélations dont les lanceurs d'alerte sont les auteurs peuvent avoir des conséquences extrêmement négatives sur la réputation de l'organisation ou sur sa "santé" économique dans le cas des entreprises, plusieurs études montrent non seulement que ce n'est pas toujours le cas, mais surtout, que les sanctions sont généralement excessives au regard des préjudices réellement subis au sens juridique⁵⁴ ». L'exclusion du lanceur d'alerte ne suffit donc pas : l'atteinte à l'ordre symbolique dont il se rend coupable déclenche une mise en scène de l'humiliation et du sacrifice, comme un avertissement contre les trahisons possibles adressé à tous⁵⁵. Anticipant cette réponse sociale disproportionnée, le désobéissant et le lanceur d'alerte, confrontés au problème de la légitimité de leur action, peuvent avoir en commun la tentation de faire de leur propre martyre, de leur responsabilité assumée dans le cadre d'une morale sacrificielle, l'instrument de leur propre cause.

Si des convergences existent, des points de divergence forts entre les deux pratiques de désobéissance civile et organisationnelle demeurent et permettent d'éclairer comparativement leurs spécificités. Le premier tient au niveau, collectif ou individuel, de l'action engagée. Dans la désobéissance civile, le refus est exprimé en nom propre, mais l'acteur n'est pas seul et une action collective vient

52. Janet P. Near et Marcia P. Miceli, « Whistle-blowing : Myth and reality », *Journal of Management*, vol. 22, n° 3, 1996, p. 507-526.

53. Michel Terestchenko, *Un si fragile vernis d'humanité*, op. cit.

54. Sébastien Schehr, « L'alerte comme forme de déviance : les lanceurs d'alerte entre dénonciation et trahison », art. cité.

55. C. Fred Alford, *Whistleblowers: Broken Lives and Organizational Power*, Ithaca, Cornell University Press, 2002.

le ressaisir pour porter le problème à un plus haut niveau. Cette socialisation de la cause apporte à l'alerte une dimension civique qui permet de la distinguer de la vengeance ou de la délation personnelles. Au contraire, le paradoxe des lanceurs d'alerte est qu'ils se retrouvent le plus souvent seuls alors qu'ils prétendent se situer du côté de l'intérêt général. La protection de l'intérêt public est ici prise en charge par un individu et un seul. En ce sens, le lanceur d'alerte invente une forme de politique qui n'est pas nécessairement adossée à des collectifs : c'est une politique à l'échelle individuelle qui est assumée.

Pour autant, ce niveau individuel ne s'assortit pas d'une prise de responsabilité personnelle, et c'est alors une seconde distinction majeure entre les deux pratiques qui doit être introduite. Dans la désobéissance civile, l'action est menée en nom propre et l'individu désobéissant est invité à « prendre ses responsabilités » : en ce sens, il ne recherche absolument pas l'anonymat. L'espace démocratique classique formule une injonction à paraître publiquement et à se constituer comme *sujet*, c'est-à-dire à la fois comme personne et comme individu assujetti s'exposant à la répression. Dans la théorie classique de la démocratie, la règle impose de s'avancer en personne dans l'espace public pour faire connaître une revendication. Dans la désobéissance organisationnelle, au contraire, le devoir de publicité est moins systématique et les protections juridiques du lanceur d'alerte qui ont été institutionnalisées après de grands scandales garantissent quasiment toutes l'anonymat ou la confidentialité, dans la mesure où la publicité de la personne peut exercer des effets de censure. En ce sens, les désobéissants organisationnels se rapprochent davantage des nouvelles formes de subjectivité politique qui revendiquent l'anonymat. Le lanceur d'alerte peut évidemment recourir aux médias, mais le secret des sources protège en théorie son identité personnelle. Si l'injonction de publicisation propre au champ démocratique peut exercer des effets de censure, l'anonymat permet ici d'abaisser les coûts de la publicisation. Ce nouveau répertoire d'action entre en rupture avec une conception traditionnelle qui lie la démocratie à l'espace public et à la responsabilité personnelle. Pour cette raison aussi, ces lanceurs d'alerte s'exposent plus facilement à la diffamation publique et à l'accusation de lâcheté. La fuite et l'exil, dans les cas de Snowden et d'Assange par exemple, rompent délibérément avec le devoir d'assumer la responsabilité juridique de ses actes en comparaisant devant la justice. Pour Geoffroy de Lagasnerie, ces lanceurs d'alerte d'un genre nouveau refusent de payer de leur personne pour révéler des dysfonctionnements dont ils ne s'estiment pas responsables⁵⁶. Ils rompent avec une vision maximaliste de la responsabilité individuelle qui invite à considérer que, à partir du moment où l'individu peut intervenir dans la chaîne des événements, il endosse une responsabilité (même s'il ne fait rien, en fait il est responsable de n'avoir rien fait).

56. Sur les cas de Snowden, Assange et Manning, voir Geoffroy de Lagasnerie, *L'Art de la révolte. Snowden, Assange, Manning*, op. cit.

Les mises en œuvre de la protection juridique du lanceur d'alerte

À la suite de l'accident de la navette *Challenger* (1986), le Congrès américain vote à l'unanimité le Whistleblower Protection Act (1989), garantissant une protection légale aux lanceurs d'alerte travaillant au sein de l'Administration fédérale. Cette loi marque un tournant dans la prise en compte de la nécessité de protéger certains types de divulgation d'informations. Des mécanismes d'alerte ont également été introduits dans le cadre légal occidental, avec l'objectif d'obtenir que la citoyenneté puisse être reconnue sur le lieu de travail comme un droit à intervenir et à prendre l'initiative, ce qui peut mener au droit de refuser ou de s'opposer, sans représailles ni sanctions organisationnelles.

Le Sarbanes-Oxley Act américain : un principe de transparence financière dans l'intérêt des actionnaires

Dans les années 1980-1990, la financiarisation des entreprises provoque la multiplication des affaires frauduleuses. Les pays anglo-saxons, où la dérégulation financière a été la plus forte et où la transparence financière est considérée comme un pilier central de la bonne gouvernance d'entreprise, prennent l'initiative de la protection juridique de l'alerte éthique pour permettre de révéler ces fraudes en interne. Le Sarbanes-Oxley Act, dit « loi SOX », est voté par le Congrès américain en 2002 suite aux scandales financiers d'Enron et de WorldCom, dans le but de protéger les investisseurs par la transparence des rapports financiers.

La loi SOX prévoit deux grandes catégories de moyens. Elle oblige d'abord les sociétés américaines et étrangères cotées aux États-Unis, ainsi que leurs filiales à l'étranger, à se soumettre à un audit indépendant. Elle leur impose ensuite de mettre en place un code d'éthique ainsi qu'un dispositif (numéro de téléphone, formulaire en ligne, adresse électronique dédiée) permettant aux salariés de rapporter anonymement les renseignements concernant des comportements contraires aux règles éthiques et les fraudes et malversations comptables et financières dont ils ont eu connaissance, par exemple quand des employeurs dépensent des budgets inopinément, ne respectent pas les règles en matière d'appels d'offres, détournent des fonds à leur profit, etc. L'article 806 contient par ailleurs une disposition visant à garantir la protection des salariés de sociétés qui fournissent des preuves de fraude contre les représailles prises à leur égard. Il faut enfin remarquer que le lanceur d'alerte n'est pas rémunéré pour l'alerte qu'il donne afin de préserver la valeur incitative du dispositif : si elle est évidemment encouragée, l'alerte demeure facultative.

La loi SOX opère deux déplacements majeurs par rapport à l'alerte éthique proprement dite. Premièrement, la loi SOX ne concerne que le domaine des infractions financières et se réfère au modèle de capitalisme de gouvernance actionnariale qu'il ne met pas en cause⁵⁷. Dans ce modèle, le contrôle des

57. Pour une analyse détaillée de ce modèle, voir Michel Aglietta et Antoine Rebérioux, *Les Dériveres du capitalisme financier*, Albin Michel, 2014.

entreprises et de leurs équipes dirigeantes est assuré en théorie par les actionnaires, propriétaires de parts de l'entreprise. Alors qu'ils avaient été délégitimés pendant la crise des années 1930, ils retrouvent ici leur souveraineté. C'est la fin du mode de régulation fordiste, dans lequel le contrôle des entreprises avait été internalisé et s'exerçait *via* la technostucture de l'entreprise. Dans les faits, les actionnaires délèguent la gestion de l'entreprise à des professionnels (managers et/ou ingénieurs) et n'impriment une ligne politique à l'entreprise qu'à travers les votes en assemblée générale. Ils ne disposent donc que d'une connaissance imparfaite du terrain. Leur position liquide sur le marché est structurellement incompatible avec le contrôle exécutif de l'entreprise. Un problème d'asymétrie d'information émerge fatalement : tout ce que peut savoir un actionnaire, c'est l'équipe dirigeante qui le lui dit. L'enjeu majeur de la loi consiste alors à protéger les actionnaires des malversations éventuelles des dirigeants et à pallier les faiblesses du contrôle financier externe (auditeurs indépendants, agences de rating et analystes financiers, etc.) par la possibilité laissée aux salariés de faire remonter en interne des informations importantes sur la santé comptable de l'entreprise. Les domaines des relations de travail, de la santé, de la vie démocratique et de l'environnement ne sont pas concernés. Deuxièmement, la loi SOX crée un ensemble de procédures permettant au dénonciateur potentiel de signaler les problèmes en interne avant de se constituer en lanceur d'alerte au sens strict. C'est donc une tentative pour internaliser le « signalement ». Le système s'appuie sur un numéro vert ou l'intranet que les employés utilisent anonymement afin de dénoncer des pratiques qui leur semblent frauduleuses.

Restrictive et peu ambitieuse sur le volet de la protection du public, la loi SOX n'en détient pas moins une portée extraterritoriale en rendant obligatoire l'implantation de mécanismes d'alerte dans toutes les entreprises cotées aux États-Unis.

Les réticences françaises à l'institutionnalisation de l'alerte éthique

La France se caractérise par une certaine réticence à adopter les systèmes d'alerte professionnelle. Des raisons culturelles peuvent être invoquées, et notamment le souvenir de la Seconde Guerre mondiale et l'expérience traumatique de la dénonciation, d'autant plus forte que l'environnement économique est plus concurrentiel.

Avant les discussions autour de l'adaptation, dans le droit français, des dispositions américaines de l'alerte éthique, le cadre légal des lois Auroux de 1982 permet déjà à la représentation syndicale, notamment au niveau du comité d'entreprise ou du CHSCT, d'entrer dans un dialogue autour de « faits de nature à affecter de manière préoccupante la situation économique de l'entreprise » (art. L. 2323-78). Il ne s'agit pas encore d'un droit d'alerte en tant que tel, dans l'esprit individualiste des lois anglo-saxonnes, puisque les formes collectives d'alerte en matière de prévention des risques sont prioritairement explorées.

Au début des années 2000, l'initiative américaine de la loi SOX va amorcer la construction d'un nouveau régime juridique des lanceurs d'alerte en France. En 2005, la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL)

se prononce sur la conformité de l'alerte éthique aux lois françaises, les dispositifs d'alerte éthique mis en place dans les organisations devant être soumis à son autorisation préalable. En 2005, suite à des demandes d'autorisation de mise en œuvre de dispositif d'alerte des groupes McDonald's et CEAC (Compagnie européenne d'accumulateurs), deux refus sont ainsi émis par la CNIL, qui redoute un « système organisé de délation professionnelle » (délibération n° 2005-110 du 26 mai 2005). Après ces deux refus, un document d'orientation de la CNIL, daté du 10 novembre 2005, clarifie le cadre légal. Un régime d'autorisation unique est mis en place avec deux grands principes : une restriction du champ de l'alerte aux questions financières, comptables, bancaires et de lutte anticorruption ; une préférence pour la confidentialité plutôt que l'anonymat.

Mais c'est surtout la loi dite « Sapin 2 » du 9 décembre 2016, relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique, qui introduit pour la première fois un régime général pour la protection des lanceurs d'alerte. Six avancées majeures sont à noter :

1. La loi opte pour une définition relativement large du lanceur d'alerte. À l'exception du secret de la Défense nationale, du secret médical ou des relations avocats-clients, qui demeurent sanctuarisés, la révélation « d'une menace ou d'un préjudice grave pour l'intérêt général » n'est pas restreinte au seul domaine de l'entreprise. Il est en effet possible d'alerter sur « un crime ou un délit », ce qui couvre *a priori* la majorité de l'arsenal du droit pénal français. Cela dit, le lanceur d'alerte doit être « une personne physique », ce qui empêche toute personne morale, et notamment une institution représentative du personnel, d'accéder à la protection du statut. L'orientation individualiste du droit américain est donc retenue.
2. Elle prévoit une irresponsabilité pénale dans le cas des secrets normalement protégés par la loi (par exemple le secret professionnel).
3. Sauf en cas de danger grave et imminent, cette protection du salarié garantie par la loi dépend du respect d'une procédure progressive de signalement à trois paliers : alerter en interne un supérieur hiérarchique ; alerter une autorité compétente (juridique, par exemple) si cette première alerte n'a pas été traitée dans un délai raisonnable ; enfin alerter publiquement si les deux premières alertes n'ont pas abouti. Dans le cas d'une alerte hors du cadre du travail, la loi ne prévoit pas de procédure obligatoire.
4. Elle désigne une autorité indépendante, le Défenseur des droits, chargé d'orienter les lanceurs d'alerte et de protéger leurs droits et leurs libertés.
5. Elle garantit une protection contre toutes représailles et la nullité de toutes les représailles (avec réintégration du lanceur d'alerte en cas de licenciement, par exemple).
6. Elle prévoit des sanctions civiles et pénales pour obstacle au signalement.

Le droit d'alerte n'est pas une obligation, mais un droit offert à tout citoyen ou tout salarié d'exercer librement sa responsabilité.

Une directive européenne adoptée le 16 avril 2019 par le Parlement européen permet d'aller au-delà des dispositions françaises de la loi « Sapin 2 » sur deux fronts. Premièrement, la directive précise et renforce le champ de protection

des lanceurs d'alerte (les secteurs des services financiers et de la prévention du blanchiment de capitaux, la sécurité des transports et des produits d'alimentation dans l'Union européenne, etc., sont mentionnés). Deuxièmement, elle élargit le champ de protection des personnes susceptibles de se constituer comme lanceurs d'alerte (les travailleurs, mais également les anciens travailleurs, les sous-traitants, etc.).

En France, depuis le 22 octobre 2018, il existe une Maison des lanceurs d'alerte, mise en place à l'initiative de 17 organisations s'engageant à œuvrer conjointement à la protection des lanceurs d'alerte en les accompagnant au quotidien et à plaider pour une amélioration de leur protection.

Les limites des dispositifs encadrant l'alerte éthique en entreprise

Les critiques de l'alerte éthique telle qu'elle est encadrée aujourd'hui en entreprise sont nombreuses, mais toutes mettent en cause l'absence de rééquilibrage de l'asymétrie structurelle qui existe entre l'entreprise et ses salariés, alors même que la figure du lanceur d'alerte rappelle combien le rapport de force politique au sein de l'organisation leur est toujours défavorable.

Des dispositifs mis en place dans l'intérêt de l'entreprise plutôt que dans l'intérêt du public

Depuis son apparition dans les années 1970, le sens de l'alerte éthique a été déplacé, sinon dévoyé : alors que sa définition originelle désignait une situation de dévoilement public et introduisait surtout la notion d'un intérêt supérieur à celui de l'entreprise (pour la protection de la sécurité, de la santé, de la qualité démocratique des institutions et de l'environnement, par exemple), elle est devenue un simple outil de gestion des risques aux mains des entreprises. En mettant en évidence un conflit entre les entreprises et la société, les lanceurs d'alerte répondaient à un besoin social et accédaient à une fonction critique à l'égard du pouvoir économique. Leur démarche supposait toujours un conflit de loyautés et renvoyait au besoin de protéger la responsabilité des individus contre la discipline des organisations. Dans un esprit très différent, « les entreprises [qui] songent aujourd'hui à protéger les "dénonciateurs" de malversations internes ne sont pas animées exclusivement de scrupules moraux. Le contrôle par les employés pourrait devenir un moyen nécessaire de pallier les faillites des systèmes traditionnels d'alerte. Audit interne, audit externe, commissaires aux comptes, déontologues : les scandales financiers de ces dernières années ont prouvé les déficiences de ces instances de régulation en place⁵⁸ ».

La loi SOX procède d'une vision strictement actionnariale, et non partenariale, des dispositifs d'alerte éthique, avec un objectif de transparence pour les actionnaires. Elle exprime leur désir de réduire la latitude discrétionnaire

58. Christelle Didier, « Entre se soumettre ou se démettre : comment repenser les enjeux de la loyauté pour les ingénieurs ? », document du Cevipof, 2005.

des dirigeants et leur besoin de pouvoir compter sur la responsabilité des salariés qui font remonter les informations d'un terrain qu'eux, actionnaires, ne connaissent pas. En limitant le droit d'alerte aux infractions et aux fraudes relevant du domaine financier ou de la lutte anticorruption, elle laisse hors champ l'exercice du droit d'alerte dans les domaines de l'environnement, du respect des droits humains, etc.

En France, le rapport Antonmattei et Vivien de 2007 préconise l'élargissement des dispositifs d'alerte: l'alerte pourrait concerner des actes « contraires aux obligations législatives, aux droits des personnes et à la santé des salariés » ou « à des règles d'origine éthique ou professionnelle susceptibles de nuire gravement au fonctionnement de l'entreprise⁵⁹ ». La loi Sapin 2 se réfère, de manière très large, à la notion d'« intérêt général », sans restreindre le droit d'alerte à un domaine en particulier.

Ce n'est pas un hasard si l'institutionnalisation de l'alerte se réalise, de manière opportuniste, dans le droit fil de l'évolution des organisations: confrontées à une flexibilité, à une complexité et à une décentralisation croissantes, les entreprises sont plus dépendantes que jamais de la loyauté de leurs employés. Elles ont un besoin accru de pouvoir compter sur la responsabilisation individuelle de leurs salariés et d'être informées sur ce qui est susceptible de leur nuire, y compris en interne. Le transfert de la responsabilité aux individus privés réintroduit en sous-main une vision instrumentale de l'éthique comme outil d'individualisation parfaitement congruent avec un « nouvel art de gouverner néolibéral⁶⁰ ». Le glissement du registre du droit à celui du devoir n'est d'ailleurs pas impossible: dans le code de déontologie de France Télécom, il est écrit qu'« en tant qu'administrateur ou collaborateur, si j'ai connaissance d'infractions ou de fraudes commises au détriment du groupe ou de ses entités, je dois alerter... » l'instance adéquate. Le droit d'alerte, qui dérive alors en devoir de vigilance, crée une obligation nouvelle pour les employés, en charge de la moralité de l'organisation. Dans les faits, les salariés demeurent peu concernés par ces dispositifs: une étude de KPMG montre que seulement 25 % des fraudes découvertes dans les entreprises le sont grâce à un dispositif d'alerte éthique⁶¹.

Des dispositifs qui masquent la lecture structurelle des problèmes au profit d'une analyse morale

L'alerte éthique convoque l'imaginaire de l'individu seul contre l'institution, pris dans une situation d'urgence et de danger, et condamne l'ouverture du cadre de réflexion à des considérations collectives ou structurelles. D'une part,

59. Paul-Henri Antonmattei et Philippe Vivien, rapport au ministre délégué à l'Emploi, au Travail et à l'Insertion professionnelle des jeunes, *Charte éthique, alerte professionnelle et droit du travail français. État des lieux et perspective*, La Documentation française, 2007.

60. Émilie Hache, « La responsabilité, une technique de gouvernementalité néolibérale », *Raisons politiques*, vol. 28, n° 4, 2007.

61. Enquête de KPMG, citée par Tristan Boyer, « Les dispositifs d'alerte dans les entreprises : *whistleblowing* vs. droit d'alerte », *Management et avenir*, vol. 4, n° 62, 2013.

en effet, les systèmes d'alerte devraient être des « objets de dialogue social » qui impliquent les parties prenantes internes de l'entreprise, et notamment les syndicats, dans une logique de prévention. Une éthique de la discussion (voir troisième section de ce chapitre) est ici sous-jacente : s'il est impossible de décider seul, le recours à la discussion, qui ouvre un espace pour entendre les raisons que les uns et les autres donneront pour prendre telle ou telle décision, s'impose comme un moindre mal. L'enjeu est de prendre une décision juste dans un contexte caractérisé par le pluralisme des visions du monde.

D'autre part, la lecture individualisée des problèmes masque des facteurs structurels en tension, sur le double front des entreprises et des techniques, qui permettent néanmoins d'expliquer et d'anticiper la multiplication des cas. Du côté de l'entreprise, le changement de régime du capitalisme, sous une forme néolibérale radicalisée, renforce l'appel à la loyauté des salariés comme norme déontologique prioritaire⁶². La concurrence internationale accentue les dangers pour l'entreprise, qui se révèle tout à la fois puissante et affaiblie, et dont les salariés de haut niveau, détenteurs de secrets informationnels, deviennent des points vulnérables. Au nom de la protection du noyau vital des firmes, l'extorsion de la loyauté devient un élément stratégique. Qu'il soit professionnel, industriel et même d'État, l'espace du secret ne cesse de s'élargir compte tenu des mesures d'exception prises par les États (dans le contexte d'une « guerre contre le terrorisme ») et/ou les entreprises (dans le contexte de « guerre économique »). Paradoxalement, le capitalisme financier provoque l'affaiblissement des loyautés et des appartenances, du fait de l'externalisation et du recours à la sous-traitance, mais aussi, dans le cas spécifique des ingénieurs, du fait de la « managérialisation » des entreprises, qui implique pour eux plus de mobilité interentreprises et moins de carrière interne.

*Un dispositif qui inciterait à la surveillance,
voire à la dénonciation calomnieuse*

La sociologue Christelle Didier écrit que, « aujourd'hui, la protection des personnes donnant l'alerte, comme dans le cas de la loi SOX, est organisée dans l'intérêt des entreprises, au risque de transformer les organisations en "Panopticon"⁶³ ». La surveillance est d'autant plus encouragée que le champ d'extension de l'alerte est ouvert aux données biographiques des salariés. En 2005, par exemple, le dispositif d'alerte imaginé par McDonald's concerne aussi bien, par exemple, « la présomption d'un comportement susceptible d'être considéré comme un détournement de fonds », un fait de corruption, qu'un soupçon de harcèlement ou de discrimination, un problème de consommation d'alcool sur le lieu de travail ou encore un « décompte d'horaires incohérents », et menace de dériver vers un système de dénonciation exclu par la CNIL. Dans une délibération du 26 mai 2005, la CNIL fait savoir que les dispositifs d'alerte

62. Luc Boltanski et Ève Chiapello, *Le Nouvel Esprit du capitalisme* [1999], Gallimard, 2011.

63. <http://base.d-p-h.info/en/fiches/dph/fiche-dph-7201.html>

peuvent « conduire à des systèmes organisés de délation professionnelle », le risque de dénonciation étant d'autant plus fort qu'on garantit l'anonymat ou la confidentialité du lanceur d'alerte et qu'il bénéficie par ailleurs d'une protection inconditionnelle. Pour cette raison, la loi Sapin 2 conditionne cette protection à la « bonne foi » du lanceur d'alerte et aux situations de réalisation d'un « intérêt général ».

Reste que le dispositif d'alerte éthique peut être détourné pour développer une culture de la dénonciation calomnieuse : la fausse affaire d'espionnage économique chez Renault de 2011, où trois ingénieurs ont été injustement accusés de vendre des secrets industriels à la Chine sur le véhicule électrique, avait bien démarré par la réception d'un courrier anonyme de délation par quatre cadres dirigeants. À un niveau moins élevé, l'existence même d'un dispositif d'alerte peut être reçue comme un appel à se surveiller les uns les autres : c'est l'équivalent dans l'entreprise du « vigilants ensemble » dans le cadre de la lutte contre le terrorisme. Il s'agit de substituer un contrôle interne, celui des parties prenantes à l'intérieur de l'entreprise, au contrôle externe, et par là même d'imposer une représentation unitaire et homogène des groupes sociaux de nature à dépolitiser les lignes de traverse qui les fracturent, alors même que les valeurs et les normes du groupe ne sont jamais uniformément partagées.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- > Ai-je déjà eu à rapporter de « mauvaises nouvelles » à ma hiérarchie ? L'organisation qui m'emploie est-elle susceptible de les accueillir et de les traiter par des procédures internes dédiées ?
- > Mon éthique personnelle est-elle prioritairement orientée vers la loyauté due à mon employeur ou bien prend-elle en considération la profession des ingénieurs dans son ensemble et/ou les intérêts du public ?
- > Ai-je connaissance des modalités de protection du lanceur d'alerte prévues par la loi française ?

TROISIÈME FIGURE DU DILEMME : LE MENSONGE PROFESSIONNEL

Le cas du mensonge est différent de celui de l'alerte éthique puisque le mensonge suppose l'intention active de tromper son interlocuteur, quand l'alerte éthique pose le problème d'une éventuelle complicité passive pour des faits dont le lanceur d'alerte ne porte pas directement la responsabilité. Par ailleurs, dans le cas du mensonge industriel par exemple, les affaires sont le plus souvent révélées de l'extérieur (presse, ONG) plutôt que de l'intérieur. S'il n'est sans doute pas plus fréquent qu'auparavant, le mensonge est davantage manifeste, d'une part du fait de la démocratisation des moyens d'information, et d'autre part du fait de la demande sociale de transparence. Sur le plan moral, le mensonge de

l'ingénieur décrit le plus souvent un dilemme entre le respect d'un cahier des charges et la protection des intérêts de la firme, que cette dernière section propose d'examiner.

Le mensonge professionnel, un dilemme entre devoir de vérité et protection d'intérêts particuliers

L'interdiction du mensonge dans la déontologie professionnelle des ingénieurs

L'injonction de ne pas mentir (« Tu ne mentiras point ») est l'un des grands principes moraux de l'éthique déontologique des professions, dont les membres doivent se soumettre à un devoir de vérité pour ne pas dévoyer l'expertise qui fonde leur légitimité. Faire passer pour vrai ce que l'on sait être faux, ou bien faire passer pour certain ce que l'on sait être douteux, n'est tout simplement pas autorisé. La déontologie médicale, par exemple, interdit le mensonge : le médecin doit à son patient une information loyale, claire et appropriée sur son état et sur les soins proposés, même s'il demeure juge d'apprécier la manière d'informer son patient. Toutefois, lorsqu'une personne demande à être tenue dans l'ignorance d'un diagnostic ou d'un pronostic, sa volonté doit être respectée, sauf si des tiers sont exposés à un risque de contamination. Quant au pronostic fatal, il ne doit être révélé qu'avec circonspection, mais les proches doivent être prévenus, sauf exception ou si le malade a préalablement interdit cette révélation ou désigné les tiers auxquels elle doit être faite.

L'interdiction du mensonge professionnel est également présente dans la charte éthique des ingénieurs et scientifiques de France (voir charte en annexe disponible sur le site www.eclm.fr). Dans la rubrique « L'ingénieur et ses compétences », il est ainsi rappelé que « l'ingénieur est objectif et méthodique dans sa démarche et ses jugements. Il s'attache à expliquer les fondements de ses décisions » ; puis dans celle qui est intitulée « L'ingénieur et son métier », il est écrit que « l'ingénieur se comporte vis-à-vis de ses collaborateurs avec loyauté et équité sans aucune discrimination ». Le mensonge est un problème commun aux ingénieurs et aux scientifiques. En sciences, où le devoir de vérité paraît d'autant plus impératif, de nombreux articles sont pourtant retirés après publication du fait de mensonge, de triche ou de fraude dans les résultats⁶⁴. Les transformations du financement de la recherche privée mais aussi publique, réorientée vers une recherche de résultats à court terme, incitent à la falsification et/ou spectaculatisation des résultats.

L'économie du mensonge industriel

L'interdiction déontologique du mensonge tranche avec la réalité des pratiques des acteurs qui ont d'abord à servir des intérêts économiques. Il n'est

64. Brian C. Martinson, Melissa S. Anderson et Raymond de Vries, "Scientists behaving badly", *Nature*, vol. 435, n° 7043, 2005.

pas certain que les ingénieurs soient toujours libres de mentir ou non. Le mensonge ne constitue alors pas seulement un fait personnel, mais touche aussi les structures et les institutions et prend dès lors une ampleur systémique. Des industriels, aidés de certains scientifiques et ingénieurs, peuvent ainsi camoufler des preuves scientifiques de la nocivité de certains de leurs produits avec une volonté délibérée de falsifier la réalité. Un premier exemple fameux, développé par l'historien des sciences Robert Proctor, concerne l'industrie du tabac⁶⁵. Dans les années 1950, les scientifiques découvrent que le goudron dans les poumons provoque des tumeurs. Contre la science, l'industrie se mobilise en vue d'une production sociopolitique de l'ignorance publique, ce que Robert Proctor nomme l'« agnotologie » : une recherche de causalité alternative, notamment, est systématiquement entreprise pour diluer la perception des risques. Ce type de pratique se retrouve dans tous les domaines privilégiés de l'agnotologie : pluies acides, trous de l'ozone, DDT (un insecticide puissant), etc.

Comparant les stratégies de mensonge industriel du secteur des hydrocarbures à celles de l'industrie du tabac après la Seconde Guerre mondiale, les historiens américains des sciences Naomi Oreskes et Erik Conway ont bien mis au jour, eux aussi, les pratiques des industriels « marchands de doute⁶⁶ ». Dès 1977, onze années avant la création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), des chercheurs et des ingénieurs de l'industrie pétrolière produisent des rapports à destination de leur hiérarchie pour alarmer sur le réchauffement climatique. Des connaissances sont alors délibérément cachées au grand public, des résultats sont falsifiés, un lobbying est systématiquement orchestré pour obtenir une absence de réglementation contraignante et coûteuse (ExxonMobil est le principal financeur du mouvement climato-sceptique). Il est important de remarquer que les scientifiques et les ingénieurs qui se rendent coupables de ce type de pratiques ne sont pas seulement mus par des intérêts financiers, mais également par des convictions idéologiques : dans le sillage de la guerre froide, il s'agit pour certains d'entre eux de défendre le modèle capitaliste et d'établir un lien entre liberté économique et liberté politique. Lorsque la guerre froide se termine, l'ennemi extérieur, rouge et communiste, est internalisé et repeint en vert sous les traits de militants écologistes traités de « pasteques » (rouges à l'intérieur, verts à l'extérieur !).

65. Robert N. Proctor, *Cancer Wars: How Politics Shapes What We Know and Don't Know about Cancer*, New York, BasicBooks, 1995.

66. Naomi Oreskes et Erik N. Conway, *Les Marchands de doute*, Le Pommier, 2014.

Le scandale Volkswagen (2015), ou l'« utilisation à mauvais escient de l'ingénierie allemande⁶⁷ »

Une fraude massive et historique dans l'histoire de l'automobile

Le scandale planétaire de Volkswagen (VW) est révélé en septembre 2015 alors que ses principaux ressorts sont actifs dès 2009 : du fait de la culture du consensus qui prévaut dans les entreprises allemandes⁶⁸, aucun salarié ne s'est constitué lanceur d'alerte en interne. Par ailleurs, VW est un joyau historique de l'automobile allemande investi de fierté nationale, aucun média n'a donc le désir, ni même les ressources techniques, de contester la véracité des tests antipollution complexes auxquels doivent se soumettre les constructeurs automobiles. Ce n'est donc pas un hasard si le scandale est révélé à l'étranger, en l'occurrence aux États-Unis où la société civile et la presse contrôlent davantage les entreprises qu'elles ne le font en Europe. C'est l'ONG International Council for Clean Transportation (ICCT), spécialisée dans les transports propres, qui lance l'affaire en 2013 en testant les émissions de certaines voitures diesels en condition de conduite réelle avec l'appui de l'université de Virginie-Occidentale. Elle s'attend à conclure que les voitures vendues aux États-Unis, où les normes antipollution ont été nettement renforcées ces dernières années, sont moins polluantes que les autres. Mais les résultats de ce test sont autrement plus surprenants : certains véhicules de VW peuvent dépasser jusqu'à plus de vingt fois les normes d'émission de dioxyde d'azote autorisées, alors qu'en laboratoire les résultats apparaissent conformes. L'ICCT alerte la California Air Resources Board (CARB) et l'Environment Protection Agency (EPA), qui procèdent à des tests plus détaillés et découvrent qu'un dispositif d'invalidation technique permet de tricher en phase de test. Fin 2014, VW propose de rappeler 500 000 véhicules concernés pour une mise à jour du logiciel contrôlant le moteur, à la satisfaction des autorités américaines, et en profite en sous-main pour améliorer le logiciel espion pointé du doigt (la voiture détecte encore plus précisément si elle se trouve sur un banc d'essai). Cinq mois plus tard, le CARB réalise que les véhicules mis à jour ne sont toujours pas conformes. Ce n'est qu'en septembre 2015 que VW admet avoir installé dans le moteur un logiciel qui coupe le mécanisme de contrôle des émissions en circulation normale et l'active lors des contrôles antipollution pour permettre la limitation temporaire des émissions de gaz polluants.

Le mensonge comme résolution d'une tension systémique entre défense d'une position commerciale et performance écologique

Si Martin Winterkorn, président du directoire de VW, présente ses excuses et démissionne dans la foulée du scandale médiatique, le groupe VW n'en impute pas moins la responsabilité du trucage des moteurs diesels à certains de ses ingénieurs. Au cours de leurs rencontres avec les régulateurs américains en vue d'obtenir les certifications requises pour la commercialisation des véhicules sur le marché américain, il est vrai qu'ils ont délibérément menti, affirmant que les véhicules diesels de VW étaient conformes aux normes américaines et cachant la présence d'un dispositif technique explicitement dédié à la fraude. James Robert Liang, ingénieur responsable de la mise au point de la version américaine du moteur EA 189, a été lourdement condamné à quarante mois de prison et 200 000 dollars d'amende. Mais compte tenu de l'ampleur de la fraude, les experts estiment qu'il est peu probable que la direction de l'entreprise n'ait pas été au moins au courant, sinon directement responsable, de la conception de ce dispositif. Pour se défaire de ce type d'accusation, Matthias Muller, successeur de Winterkorn, prétexte alors que VW a mal interprété la législation américaine.

67. Selon Barbara Hendricks, ministre allemande de l'Écologie en 2017.

68. Guillaume Duval, *Made in Germany. Le modèle allemand au-delà des mythes*, Seuil, 2013.

Quoi qu'il en soit, au moins deux principes d'éthique sont transgressés dans cette affaire : 1) le respect des normes juridiques, et par incidence le respect de l'environnement ; 2) la reconnaissance de la faute commise. Dès lors que les ingénieurs acceptent d'améliorer les logiciels frauduleux, ils sont piégés dans l'engrenage du mensonge.

Les ingénieurs font valoir dans cette affaire qu'il est impossible de fabriquer un moteur « diesel clean » en respectant à la fois les plafonds d'émission de gaz polluants fixés par le régulateur public américain et les impératifs de coûts imposés par l'entreprise. Pour contourner le problème, ils ont donc décidé de développer un logiciel capable de reconnaître une situation de test d'émission. Plus la demande sociale de dépollution est forte, plus les réglementations sont contraignantes et plus les comportements de tricherie apparaissent comme une solution de court terme compte tenu du coût technique de la performance écologique à atteindre (estimée à 300 euros par véhicule). Le mensonge repose sur un calcul à court terme et révèle l'intériorisation forte de la norme économique du profit immédiat chez les ingénieurs.

Le scandale VW n'a rien d'une dérive isolée et d'autres affaires de ce type ont éclaté chez d'autres constructeurs tels que General Motors ou Toyota. Du fait de la concurrence impitoyable entre constructeurs, côté offre, et du ralentissement chinois, côté demande, l'industrie automobile peine à dégager des profits. Dans cette conjoncture déprimée, VW aspire tout de même à se positionner comme le leader mondial de l'automobile, devant Toyota. Pour réussir cette stratégie, il lui faut prendre pied sur l'immense marché américain, où le diesel ne représente que 1% du parc automobile. Pour résoudre les tensions systémiques entre l'état atone du marché et la volonté de performance, entre la volonté de conquête du marché américain et les pratiques des automobilistes américains, VW a joué avec les limites.

Derrière le scandale industriel, le scandale réglementaire du capitalisme de connivence

Le capitalisme allemand est un capitalisme de connivence : l'idée est de fonctionner à l'amiable entre syndicats et patronat, entre fournisseurs et clients, entre firmes et État, plutôt que de se soumettre à la concurrence. S'il permet de désamorcer les conflits sociaux en amont par la cogestion partenariale, il facilite également les écarts aux règles par entente mutuelle. Dans l'affaire VW, ce corporatisme fonctionne à plusieurs niveaux, et d'abord entre les industriels et les politiques, le Land de Basse-Saxe étant actionnaire historique de VW. Les experts pointaient depuis longtemps le décalage entre les tests pratiqués en laboratoire et les émissions réelles, mais le lobbying intense des industriels de l'automobile auprès des politiques a permis de maintenir ces protocoles faussés à Bruxelles. Un second niveau de connivence apparaît entre dirigeants, syndicats et salariés. Dans le capitalisme actionnarial anglo-saxon, les actionnaires contrôlent seuls les dirigeants, tandis que dans le modèle partenarial allemand, ils partagent cette mission de contrôle avec des syndicats et des salariés dont la complicité peut être achetée. Peter Hartz, l'auteur des lois d'assouplissement du marché du travail, a ainsi été condamné en 2007 à deux ans de prison avec sursis pour avoir corrompu les élus du comité d'entreprise de VW. En 2008, la direction de Siemens a démissionné en bloc suite au versement de 1,3 milliard d'euros de pots-de-vin. Dans l'affaire du logiciel espion, c'est plutôt la diffusion d'une culture de la peur auprès des salariés qui a permis d'extorquer leur docilité. Paradoxalement, en mettant théoriquement les actionnaires sur un pied d'égalité avec les salariés, le modèle allemand permet aux dirigeants de justifier plus facilement leurs décisions stratégiques et rend leur contrôle plus difficile, pour ne pas dire impossible. La cogestion peut alors se trouver dévoyée dans le sens d'une augmentation des marges de manœuvre discrétionnaires des dirigeants. Ici comme ailleurs, la focalisation sur le scandale moral permet d'occulter le poids des structures.

Peut-on justifier un droit de mentir ?

L'interdiction absolue du mensonge dans l'éthique déontologique

Les religions juive et chrétienne ont théorisé de longue date l'interdiction absolue du mensonge : « Tu ne porteras pas de faux témoignage », peut-on lire dans le décalogue. Saint Augustin a fondé la tradition chrétienne de condamnation du mensonge en le renvoyant à la question de la mauvaise intention : si mentir, c'est penser une chose et en exprimer une autre par la parole, le mensonge n'est jamais involontaire et suppose toujours l'intention de tromper. On ne ment pas si l'on croit dire la vérité, même si en réalité on dit une chose fausse : il est permis de se tromper, pas de mentir. Il faut donc bannir le mensonge dans l'absolu, mais dans la réalité, cette interdiction n'est pas simple à mettre en œuvre. Par exemple si mon ami est poursuivi par un assassin, qu'il se réfugie chez moi, que l'assassin frappe à la porte et me demande si je sais où il se trouve, dois-je dire la vérité ? Faut-il risquer la vie pour la vérité ou sauver la vie en mentant ? Augustin propose de résoudre ce dilemme en disant : « Je sais où il est, mais je ne le dirai pas. » Le mensonge est ainsi évité et le droit de tout homme, même assassin, à la vérité, s'en trouvera respecté. Ne jamais mentir, mais avoir le droit de ne pas tout dire et refuser de trahir : tel est le difficile équilibre qu'Augustin tente d'approcher.

Le contexte d'Augustin est juridique et moral plutôt qu'éthique à strictement parler : si l'on autorise le mensonge, même pour sauver autrui, alors il n'y aura plus de limites et il faudra bientôt autoriser le vol ou l'adultère. C'est l'argument dit « de la pente glissante » (« Celui qui méprise les petites choses se laisse peu à peu emporter aux plus grandes », selon l'Écclésiaste).

Dans *D'un prétendu droit de mentir par humanité* (1797), Kant reprend cette condamnation du mensonge sur des bases morale et politique. Sur le plan moral, le menteur ne peut pas vouloir que la maxime de son action soit universellement étendue. En général, le menteur ne veut pas qu'on lui mente : en mentant, il s'arroge donc un droit qu'il refuse à autrui. Le mensonge est mauvais en tant que tel et il faut le détacher de l'intention (bonne ou mauvaise) du menteur tout autant que de ses conséquences (bonnes ou mauvaises). L'interdiction de mentir constitue alors un commandement inconditionnel : comme principe absolu, elle ne peut tolérer aucune exception quelles que soient les conséquences pratiques (le meurtre de mon ami dénoncé). L'objection des cas particuliers, dans lesquels la vérité nuit à autrui, est particulièrement redoutable, mais Kant propose de la surmonter en faisant valoir que mentir à autrui, c'est le considérer comme indigne de recevoir la vérité, alors même que la vérité vaut pour tous. L'expression « avoir droit à la vérité » est pour Kant dépourvue de sens car la vérité n'est pas dans le commerce des hommes : elle s'impose à tous sans distinction d'état. Lorsque la vérité nuit, par exemple à mon ami, il faut donc se rendre compte que je n'en suis pas l'auteur et que je n'ai pas personnellement souhaité les conséquences de sa révélation.

Par ailleurs, le mensonge doit également s'envisager dans une perspective sociopolitique. Kant écrit son essai en 1797, après la Révolution française et

l'épisode de la Terreur et il s'agit pour lui de réfléchir aux conditions d'un retour à l'équilibre social. Or, parce que le mensonge est une contradiction entre la parole et la pensée, il introduit une crise de sens qui, de proche en proche, est susceptible d'ébranler toute la confiance que s'accordent les hommes entre eux dans le cadre de la vie sociale. Tout se passe comme si me liait aux autres hommes une sorte de contrat de confiance antérieur à tous ceux que je pourrais un jour signer, et qui en est la condition même. Si le mensonge est permis, plus aucun contrat n'est possible, car plus aucune confiance n'est justifiée. En effet, si j'estime qu'autrui me ment, je suis en droit de lui mentir en retour et de proche en proche nous nous accorderons tous le droit de mentir, ce qui signifie que plus aucun contrat n'engagera qui que ce soit. Être véridique, au contraire, c'est se reconnaître originellement engagé par un contrat. Se sentir tenu par le respect de la parole donnée équivaut à prendre place dans un circuit d'appels et de réponses qui tissent le monde commun. La société deviendrait très vite impossible si chacun devait se méfier de tous parce qu'il les suspecte de mentir.

Ce point est particulièrement important pour étayer la condamnation du mensonge industriel (voir double page précédente), non pas seulement du point de vue de ses conséquences financières désastreuses (ce que mettrait en avant l'éthique conséquentialiste), mais bien du point de vue de toutes les relations de confiance qui sont susceptibles de se déliter de proche en proche, menaçant jusqu'à l'existence même du collectif politique que constitue aussi l'entreprise.

La critique de l'éthique déontologique par l'éthique de la responsabilité

L'application intransigeante du principe kantien (ne pas mentir) ne conduit-elle pas à un usage imprudent de la raison ? N'est-il pas inconséquent, et par conséquent moralement coupable, de ne pas se soucier de l'usage qui pourrait être fait de la vérité ? La position de Benjamin Constant (*Des réactions politiques*, 1796), philosophe libéral conséquentialiste, est à cet égard intéressante et se résume facilement : l'interdiction absolue du mensonge « rendrait toute société impossible ». Or il faut être réaliste et établir les principes de la vie sociale à partir de leurs conséquences. Il réfute alors le rigorisme moral kantien avec l'argument dit « du principe de réciprocité de l'obligation », selon lequel je ne peux pas accorder de droit (le droit à la vérité, par exemple) à celui qui ne respecte aucun devoir : « Dire la vérité est un devoir. Qu'est-ce qu'un devoir ? L'idée de devoir est inséparable de celle de droits : un devoir est ce qui, dans un être, correspond aux droits d'un autre. Là où il n'y a pas de droits, il n'y a pas de devoirs. Dire la vérité n'est donc un devoir qu'envers ceux qui ont droit à la vérité. Or nul autre n'a droit à la vérité qui nuit à autrui. » Chez Constant, la vérité demeure bien un devoir, mais il devient possible de le sacrifier aux exigences du bon sens. Dans la casuistique de la poursuite posée par saint Augustin, l'assassin ne respecte pas le droit, je n'ai donc pas d'obligation envers lui, et la nuisance causée à autrui m'oblige à mentir si je ne veux pas devenir complice du meurtre. Le mensonge est ici un mal qui permet d'éviter un mal plus grand encore. Dire la vérité, en toutes circonstances, ne peut donc en aucun cas constituer un devoir inconditionnel. La rigueur des principes théoriques risque d'avoir des conséquences

pratiques qui bouleversent la société: il faut donc savoir mettre entre parenthèses les principes dans certaines circonstances.

Il n'est pas question pour Benjamin Constant de livrer un éloge du mensonge, mais bien de critiquer son caractère inconditionnel dans l'éthique déontologique. Dans le cas du scandale Volkswagen (voir double page précédente), l'éthique utilitariste rejoint l'éthique déontologique même si elle n'argumente pas de la même manière la condamnation du mensonge. Si la seconde attaque le mensonge en tant que tel, c'est-à-dire la destruction de la confiance qu'il suppose et amplifie, la première évalue l'affaire à partir de ses conséquences catastrophiques du fait du poids systémique du secteur automobile allemand (qui représente 20% de la production industrielle allemande et 50% de ses excédents commerciaux). La baisse de la valeur de l'action VW, les rétorsions économiques aux États-Unis, la défiance des clients américains réputés rancuniers et surtout le coup porté à l'éthique industrielle allemande constituent les composantes d'un coût qui s'avère prohibitif.

En résumé, le mensonge des ingénieurs révèle un dilemme entre devoir de vérité et protection d'intérêts particuliers. Mais la focalisation sur le mensonge en tant que tel peut s'avérer excessive: dans les affaires de mensonge industriel comme l'affaire VW, l'indignation morale conduit à se focaliser sur le mensonge lui-même, proscrit par l'éthique déontologique, au risque de ne plus voir que derrière le scandale moral se cachent le scandale sanitaire du carburant diesel et le débat sur la place de la voiture (jamais propre) en situation de dérèglement climatique, autrement plus graves. Dans un contexte critique, ce que révèle l'affaire VW, c'est que les constructeurs tentent de maintenir un modèle ancien qui arrive en bout de course alors que c'est l'ensemble de la filière, autour de la voiture individuelle comme objet d'une possession privée et symbole d'un statut social, qui devrait être repensé. Or, tant que le scandale moral du mensonge polarise les discussions, on ne réfléchit pas aux options alternatives pour sortir de l'impasse: travailler sur la sobriété et organiser des services de mobilité dans la logique de l'économie du partage, par exemple.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- L'organisation qui m'emploie présente-t-elle des contradictions telles que je suis obligé de mentir à mes collègues, à mes clients, à mes fournisseurs, etc. ?
- Si c'est le cas, est-ce qu'il s'agit d'une vision partagée par mes collègues et mon entreprise ? En ai-je déjà discuté avec eux ? Qu'est-ce qu'une vision commune changerait dans la façon dont nous travaillons ?
- Ai-je anticipé les conséquences du mensonge pour les utilisateurs du produit ou du service que mon organisation commercialise ?

Dans la tradition des manuels d'éthique anglo-saxons, ce premier chapitre propose un tour d'horizon des multiples conflits d'allégeance dans lesquels les ingénieurs peuvent se trouver piégés. L'activité d'ingénierie se situe au carrefour d'une série de contraintes (codes et normes techniques, fabricabilité, questions de santé et de sécurité du public usager, durabilité, etc.) auxquelles s'ajoutent d'importantes considérations économiques qui peuvent conduire à adhérer aveuglément aux finalités stratégiques de l'entreprise. Les ingénieurs peuvent alors se sentir tiraillés entre leur loyauté à l'égard de l'entreprise et leur éthique personnelle et/ou professionnelle.

En se centrant sur les dilemmes individuels et les moments de décision qui peuvent ponctuer la trajectoire de l'ingénieur, cette première approche permet de dégager ses responsabilités propres. Mais elle présente aussi l'inconvénient de céder à la dramaturgie classique de l'individu seul contre le système et de surévaluer les options individuelles par rapport aux contraintes institutionnelles.

Dans le chapitre qui suit, il convient donc de déplacer le regard des actions individuelles vers les actions collectives des institutions économiques où travaillent les ingénieurs. Le pouvoir des ingénieurs ne se manifeste pas seulement à l'occasion d'éventuelles prises de position héroïques. La moralité est surtout à l'œuvre dans les décisions les plus ordinaires de la vie des professionnels. En l'occurrence, les ingénieurs assument d'autant mieux leurs responsabilités qu'ils s'affirment en tant qu'acteurs de la démocratie d'entreprise.

CHAPITRE 2

LES INGÉNIEURS, ACTEURS DE LA RESPONSABILITÉ SOCIALE DE L'ENTREPRISE (RSE)

Les cas de conscience traités au chapitre précédent ont révélé que les ingénieurs ne sont pas seulement les salariés d'une entreprise, mais potentiellement aussi les mandataires de la société au sens large. Cela dit, en tant qu'agent individuel, l'ingénieur ne peut endosser seul la responsabilité personnelle de conséquences qui sont le plus souvent dues aux défaillances structurelles du collectif qui l'emploie. La responsabilité de l'ingénieur ne peut donc s'exercer qu'en lien avec l'esprit des institutions où il évolue : « Pour un ingénieur, se conduire de manière à la fois éthique et compétente suppose qu'il ou elle fait partie d'une organisation elle-même éthique et compétente¹ », écrit Rosa Lynn Pinkus.

Depuis la fin des années 1990, le thème de la RSE a connu une reconnaissance institutionnelle importante et les entreprises ont été appelées à rendre des comptes sur leurs pratiques, ainsi que sur leurs politiques de développement à long terme et leurs finalités socio-environnementales. S'ils ne sont pas les seuls acteurs concernés, les ingénieurs ont été affectés par cette offensive éthique en tant que managers : alors que le premier chapitre envisageait l'ingénieur simultanément en tant que personne et salarié, il est temps de le mettre en scène en tant que cadre gestionnaire en partie responsable de la conception et de l'opérationnalisation des pratiques de RSE. Tout au long du xx^e siècle, un processus de managérialisation a paradoxalement éloigné les ingénieurs de la technique, si bien qu'environ 30% d'entre eux occupent aujourd'hui des postes d'encadrement non techniques. Les grandes écoles d'ingénieurs forment notamment les futurs top managers qui dirigent des pans entiers de l'économie nationale et/ou mondiale. Situés au carrefour d'une pluralité de porteurs d'intérêts (les dirigeants, les actionnaires, les salariés, les sous-traitants, etc.), les ingénieurs ont de toute évidence un rôle à jouer dans la mise en œuvre d'une démarche globale

1. N.D.E. : traduit par nos soins d'après Rosa Lynn B. Pinkus, *Engineering Ethics: Balancing Cost, Schedule, and Risk - Lessons Learned from the Space Shuttle*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997, p. 240.

et la recherche d'un équilibre réfléchi. Mais si l'une des obligations majeures de l'ingénieur manager peut être l'amélioration des structures dans lesquelles il est amené à agir, il reste à savoir si la RSE peut suffire à transformer les entreprises dans le sens d'un projet commun au service de missions qui excèdent la seule maximisation des intérêts des actionnaires.

LA RESPONSABILITÉ SOCIALE DE L'INGÉNIEUR MANAGER DANS L'ENTREPRISE

L'ingénieur d'élite, un acteur historique de la RSE (voir encadré ci-contre)

Si la chose n'était pas nommée comme telle jusque dans les années 1990, le développement du thème de la responsabilité sociale des ingénieurs dans l'entreprise n'est pas nouveau. Il est possible d'en repérer l'émergence dès le XIX^e siècle, en lien avec l'accès privilégié des ingénieurs d'élite aux fonctions d'encadrement intermédiaire des entreprises, voire aux positions dirigeantes de celles-ci. Dès la première industrialisation, les entreprises privées débauchent des ingénieurs fonctionnaires, formés aux tâches de commandement dans les écoles d'État (Polytechnique, Ponts et Chaussées, Mines), pour les associer à la gestion des affaires industrielles. L'École centrale des arts et manufactures, créée en 1829, qui institue le premier diplôme d'ingénieur civil en France, prépare aux fonctions de directeurs d'usine. Encore très peu nombreux durant la première révolution industrielle, les ingénieurs s'affirment dans le pilotage de la seconde au cours des années 1880-1890 : l'émergence de nouveaux secteurs industriels (industries électriques et traitement de l'aluminium) nécessite surtout l'afflux de nouveaux cadres techniques. D'origine militaire, la catégorie des cadres elle-même, qui a vocation à organiser la coopération entre les individus dans l'entreprise, se forme dès le XIX^e siècle (même si le terme générique de « cadres » n'apparaît dans l'entreprise que vers 1936) à partir d'un premier noyau originel d'ingénieurs formés dans les grandes écoles². Par ailleurs, jusqu'en 1936, l'ingénieur « salarié » et l'ingénieur « patron », issus le plus souvent de la bourgeoisie, se retrouvent dans les mêmes associations confessionnelles (liées à l'Action catholique) et professionnelles (le premier syndicat des ingénieurs est une Union sociale des ingénieurs catholiques, créée en 1905). Cette appartenance sociale commune crée un lien de confiance qui se traduit par un contrat implicite entre eux : l'apporteur de capital ou l'employeur délègue une partie de son pouvoir au cadre, lui assure un emploi sur la durée, en échange de quoi ce dernier

2. Luc Boltanski, *Les Cadres. La formation d'un groupe social*, Éditions de Minuit, 1982. Voir également Paul Bouffartigue et Charles Gadéa, « Les ingénieurs français. Spécificités nationales et dynamiques récentes d'un groupe professionnel », *Revue française de sociologie*, vol. 38, n° 2, 1997, p. 301-326.

fait preuve d'une loyauté inflexible. L'ingénieur représente alors pour l'ouvrier le patron « charnel », celui avec lequel il pourra établir des contacts humains³.

Ces ingénieurs situés au sommet de la profession n'en sont pas moins producteurs de valeurs pour l'ensemble de leur communauté professionnelle : ils diffusent le saint-simonisme dans les années 1825-1835⁴, qui articule l'éloge des industriels et des producteurs avec la dévalorisation du politique et du juridique ; puis ils développent, à la fin du siècle, des réflexions sur le rôle social de l'ingénieur. L'École de la paix sociale est ainsi fondée en 1881 par l'ingénieur et pionnier de la sociologie Frédéric Le Play. Émile Cheysson, ingénieur des Ponts et Chaussées, directeur des usines du Creusot, en endosse les principaux traits idéaux typiques, se plaisant à écrire : « Nous autres ingénieurs, nous sommes entre le capital et le travailleur... » Persuadé que le contremaître ne doit pas agir seul, il pense que l'ingénieur doit accomplir des fonctions administratives et techniques, certes, mais également des tâches concernant directement les salariés, telles que les embauches, les fiches de paie, les licenciements, etc. Dans une logique de régulation des relations sociales, l'ingénieur social doit servir de courroie de transmission dans la mise en place et la surveillance des institutions patronales. Observateur avisé de la « machine sociale », sa vocation est d'identifier les points de friction pour désamorcer la conflictualité du monde usinier⁵.

L'application du principe de responsabilité à l'entreprise : une ambition politique à géométrie variable

Dans une société libérale, un individu est reconnu comme responsable lorsqu'il est capable de répondre devant autrui d'une action dont les motivations et les implications dépendent de lui seul. La responsabilité garantit l'impossibilité de reporter sur un autre (la fatalité, la société, Dieu, la nature, etc.) la charge des événements et impose de répondre d'éventuels actes dommageables. C'est un régulateur de l'action humaine puisqu'elle implique de ne pas pouvoir faire n'importe quoi sans que ces fautes puissent être reprochées comme telles à leurs auteurs. C'est aussi la condition de l'égalité : les individus sont invités à se conduire de telle manière qu'ils ne soient jamais placés sous la dépendance d'un autre⁶.

Dès le milieu du XIX^e siècle, cet idéal libéral entre en crise : les individus paupérisés par la révolution industrielle, abandonnés à leurs « responsabilités », sont inutilisables par les entreprises. Les chefs des grandes entreprises minières, textiles et sidérurgiques, et notamment les patrons modernisateurs qui sont liés à l'État par des titres scolaires qu'ils font valoir contre les héritiers, s'allient aux ingénieurs d'État pour redéfinir la responsabilité comme rapport social : ce qui arrive à chacun n'est pas seulement son affaire et les événements ont une consistance sociale

3. Françoise de Bry, « L'incidence de la responsabilité sociale des entreprises sur la gestion des cadres », *Revue internationale de psychosociologie*, vol. 14, n° 33, 2008, p. 275.

4. Antoine Picon, *Les Saint-Simoniens. Raison, imaginaire et utopie*, Belin, 2002.

5. Sur le rôle social de l'ingénieur, voir les travaux classiques de Bernard Grall, *Économie de forces et production d'utilités. L'émergence du calcul économique chez les ingénieurs des Ponts et Chaussées (1831-1891)*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2003, p. 38-44 ; André Grelon, « L'ingénieur catholique et son rôle social », in Yves Cohen et Rémi Baudouï (dir.), *Les Chantiers de la paix sociale (1900-1940)*, Fontenay-aux-Roses, ENS Éditions Fontenay/Saint-Cloud, 1995, p. 167-184 ; ou encore Antoine Savoye et Fabien Cardoni, *Frédéric Le Play. Parcours, audience, héritage*, Presses de l'École des mines, 2007.

6. François Ewald, *L'État providence*, Grasset, 1986.

(par exemple, les accidents du travail sont fonction du nombre d'heures et doivent donc être indemnisés par les entreprises).

Si ce point de départ de l'application du principe de responsabilité aux entreprises peut paraître ambitieux, il n'en reste pas moins un processus lent qui s'amorce à partir d'ambitions politiques minimales. On peut néanmoins dégager quatre modèles de RSE en fonction de leur visée transformatrice⁷ :

1) **Modèle philanthropique** : il émerge dans les années 1950 avec l'espoir que, tout en restant pleinement inscrite dans la logique du profit, l'entreprise s'ouvre néanmoins à des préoccupations socio-environnementales. Des actions caritatives sont alors entreprises, le plus souvent en compensation de dommages. Cette vision masque la manière dont le profit est réalisé et laisse hors champ la question des modèles de gouvernance, du partage des richesses et de l'utilité sociale des productions.

2) **Modèle instrumental** : dans une perspective gagnant-gagnant, l'entreprise développe un comportement vertueux dans la mesure où elle en attend un retour sur investissement (par exemple en termes de réputation).

3) **Modèle stratégique** : il se caractérise par l'exercice d'une responsabilité forte sur les impacts, directs et indirects, que génère le cœur de métier de l'entreprise. L'idée est d'en finir avec une RSE envisagée de façon instrumentale et séparée de la stratégie de l'entreprise.

4) **Modèle citoyen** : l'entreprise est réinvestie comme projet collectif à long terme au service du lien social et écologique. Dans cette conception maximale de la RSE, l'enjeu est de dépasser la vision classique de la responsabilité comme imputation (d'une action dommageable passée) pour lui substituer une conception positive de la responsabilité comme mission (vis-à-vis d'un projet futur à long terme impliquant de manière démocratique l'ensemble des parties prenantes).

Dans la première moitié du xx^e siècle, le développement des syndicats et du mouvement ouvrier, puis l'intervention de l'État ébranlent le pouvoir social du dirigeant et sonnent le glas d'un certain paternalisme. Accusés de développer la mécanisation du travail pour contourner les résistances à la disparition des métiers à l'aube de l'ère industrielle⁸, les ingénieurs aspirent à s'imposer dans un nouveau rôle de médiateurs entre la classe dirigeante et la classe ouvrière. En témoignent, durant tout le xx^e siècle, la vigueur du catholicisme social dans certaines écoles d'ingénieurs ou encore la vitalité de la tradition des stages ouvriers (voir encadré ci-après). La présence des enseignements non techniques dans la formation des ingénieurs d'élite, trop souvent présentée comme une avancée récemment conquise, est elle aussi attestée pour cette période : la figure sociale de l'ingénieur doit s'aligner sur celle de l'« honnête homme » des Lumières, doté de savoirs encyclopédiques et d'une vision sociale large, à laquelle se substitue celle du manager à la fin du xx^e siècle et dans la période récente, réorientée vers des savoirs d'entreprise plus restreints⁹.

7. Pour une analyse détaillée de ces modèles, voir Cécile Renouard et Swann Bommier, *Au-delà de la RSE. L'entreprise comme commun*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2018. Il est à remarquer que Swann Bommier est un ingénieur du corps des Ponts et Chaussées, ce qui manifeste l'intérêt des ingénieurs, en tant que cadres, pour la RSE.

8. François Jarrige, *Au temps des « tueuses de bras ». Les bris de machines à l'aube de l'ère industrielle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2009.

9. Antoine Derouet, « De l'honnête homme au manager ? La contribution des enseignements juridiques de l'École centrale à la formation d'un ingénieur d'élite depuis 1829 », *Droit et société*, n° 83, 2013.

Petit précis du stage ouvrier à l'usage des élèves-ingénieurs

Si les ingénieurs d'élite évoluent du côté des fonctions de direction, ils ont été très tôt invités à prendre conscience de la dureté du travail ouvrier par la pratique des stages ouvriers au cours de leur formation. Cette tradition remonte au début du xx^e siècle et accompagne l'essor de l'ingénierie sociale. Georges Lamirand, ingénieur de l'École centrale et théoricien du rôle social de l'ingénieur dans les années 1930, prévient les ingénieurs dans ces termes : « Vous devrez enfiler de véritables habits de travail et vivre la vie de chaque jour des ouvriers jusque dans les cantines ou le bistro du coin¹⁰. » Bertrand Schwartz, ingénieur polytechnicien du corps des Mines, rapporte son expérience du stage ouvrier dans une mine de charbon dans les années 1940 en insistant sur la solidarité de terrain qu'elle lui a permis de découvrir : « Au contact des réalités ouvrières [...] j'appris les difficultés de la vie quotidienne des mineurs et fus profondément touché par leur courage, leur volonté, et aussi leur solidarité non seulement entre eux, mais à mon égard. J'y compris surtout à quel point un tel stage était indispensable à la formation de tout ingénieur : car s'il ne permet pas de comprendre et de partager complètement la vie des ouvriers (un élève ingénieur en stage sait bien qu'il ne restera pas sa vie entière au fond de la mine), il permet de prendre conscience des réalités techniques mais aussi humaines [du métier]¹¹. »

Aujourd'hui encore, des tâches d'exécution le plus souvent manuelles (maintenance, contrôle qualité, travail à la chaîne ou sur un chantier, etc.) sont confiées aux élèves-ingénieurs durant un « stage d'exécution » obligatoire d'un mois ou deux. Éloignés des milieux ouvriers par un recrutement social supérieur, les élèves-ingénieurs prennent ainsi la mesure d'une autre réalité du travail (travail à la chaîne, travail en trois-huit, etc.). Mais les fonctions du stage ont évolué : il a désormais vocation à donner aux élèves un premier contact avec les complexités de la vie industrielle, dans ses dimensions à la fois sociale et technique, au niveau de la production. L'élève-ingénieur est ainsi invité à se positionner dans une situation particulière d'« observateur participant » : non plus en immersion parmi les ouvriers, comme le souhaitait Georges Lamirand, mais légèrement en surplomb. Les futurs ingénieurs ne comprennent pas toujours l'intérêt de ce stage qui appartient à une tradition compromise. Il arrive même que certains élèves maquillent un stage de saisies de données informatiques, ou de secrétariat, en stage d'exécution. La désindustrialisation et la financiarisation des années 1980 ont ainsi conduit certaines écoles à lâcher du lest : l'expérience du travail à la chaîne dans une usine est toujours souhaitable, mais les étudiants peuvent désormais lui préférer une mission humanitaire à l'étranger.

L'accès aux positions dirigeantes : une demande de responsabilisation de la part des ingénieurs

Pour comprendre les modalités d'accès des ingénieurs français aux fonctions managériales des entreprises, il peut s'avérer utile de comparer différents modèles nationaux. Si le philosophe américain Michael Davis estime que la responsabilité des ingénieurs doit être considérée comme large, c'est bien dans la mesure où, quand les ingénieurs américains ne sont pas eux-mêmes managers, ils entretiennent le plus souvent une relation de connivence avec ces derniers. Ce phénomène s'explique par l'héritage d'un modèle qui associe les ingénieurs à l'encadrement des entreprises, à la différence du modèle anglais où, du fait

10. Georges Lamirand, *Le Rôle social de l'ingénieur. Scènes de la vie d'usine*, Éditions de la Revue des jeunes, 1932.

11. Bertrand Schwartz, *Moderniser sans exclure*, La Découverte, 1994.

d'une dépréciation historique de la technique par les élites, les ingénieurs sont généralement des ouvriers qui évoluent vers un travail de conception technique et de conception de solutions, et écartés à ce titre du haut management. En France, l'accès aux positions managériales ne concerne évidemment pas tous les ingénieurs et tous n'accèdent donc pas aux mêmes responsabilités, mais le modèle étatique français, fondé sur une forte hiérarchisation scolaire, garantit tout de même de « fortes probabilités pour [les ingénieurs] les plus diplômés d'intégrer le management, tandis que les moins diplômés en sont écartés¹² ». La période des Trente Glorieuses a néanmoins promu le modèle de l'ingénieur « super-technicien », lui aussi appelé à devenir cadre. L'acquisition des compétences gestionnaires faisait alors l'objet d'une formation pratique sur le tas et n'était pas nécessairement validée par la certification scolaire.

Alors que la tradition française accorde beaucoup de prestige à la figure de l'ingénieur, les années 1980 ont introduit un changement de régime du capitalisme qui limite l'accès des ingénieurs, dont les cohortes ont concomitamment augmenté, aux positions managériales, et même l'espace de liberté qu'ils s'attendent à trouver en entreprise quand ils ne sont encore qu'élèves. Le développement du management par projet en constitue l'une des raisons principales : alors que la valeur d'autonomie n'a jamais été autant affichée par le management des entreprises, l'organisation en réseaux provoque une réduction des niveaux hiérarchiques auxquels étaient anciennement promus les ingénieurs.

Plus structurellement encore, l'autonomie des ingénieurs est prise en tenaille entre les contraintes imposées à la fois par la direction¹³ et par le client¹⁴. Dans *Le Nouvel Esprit du capitalisme*, Luc Boltanski et Ève Chiapello mentionnent une transformation majeure du fonctionnement des entreprises : alors que durant les Trente Glorieuses était promue la figure du cadre méritant faisant carrière au sein d'une hiérarchie stable, le capitalisme financiarisé valorise davantage le manager professionnel, autonome, créatif et mobile, inscrit dans des réseaux de coopération égalitaires et éphémères¹⁵. Cette montée en puissance de la « concurrence avec les managers professionnels¹⁶ », à qui il revient généralement de déterminer les objectifs stratégiques et les termes généraux d'un projet, menace les ingénieurs d'un risque de repli sur leur noyau d'activité technique, dévalorisé par les départements RH qui gèrent les plans de carrière des ingénieurs. À l'autre bout de la chaîne de contraintes, la dépendance des ingénieurs vis-à-vis du client augmente, notamment en termes de compression des coûts et

12. Paul Bouffartigue et Charles Gadéa, « Les ingénieurs français. Spécificités nationales et dynamiques récentes d'un groupe professionnel », art. cité, p. 305.

13. Pour un exemple de modèle national où les ingénieurs se trouvent soumis au management, avec des coûts économiques et humains élevés, voir James Trevelyan, « Observation des pratiques d'ingénierie en Asie du Sud », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 8, n° 2, 2014, p. 307-335.

14. Pour un exemple de situation où les ingénieurs sont limités par la mise en œuvre de la RSE par leurs clients, voir Andrew Chilvers et Sarah Bell, « Verrouillage professionnel. Ingénieurs des structures, architectes et dissonance entre discours et pratiques », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 8, n° 2, 2014.

15. Luc Boltanski et Ève Chiapello, *Le Nouvel Esprit du capitalisme*, op. cit.

16. Ivan Sainsaulieu et Dominique Vinck, *Ingénieur aujourd'hui*, op. cit.

des délais. Conscients de la réduction toujours possible de leur éventail d'action, soit que la domination symbolique des managers pèse trop sur eux en amont, soit que les clients se révèlent trop exigeants en aval, les ingénieurs activent des résistances stratégiques. Face aux clients, on voit par exemple des ingénieurs « jouer davantage collectif » et résoudre leurs désaccords en amont. Cela dit, les stratégies individuelles semblent plus probables, mais relèvent autant des luttes de pouvoir classiques que d'une demande de responsabilisation. L'option de la mobilité interentreprises constitue, par exemple, une sortie individuelle susceptible d'accélérer la carrière vers le management par la mise en concurrence des employeurs. Mais c'est surtout la stratégie de managérialisation qui apparaît à la fois plus fréquente et plus payante : il s'agit alors pour les ingénieurs de se former eux-mêmes au management de manière complémentaire à leur formation technique. Pour ceux dont les attentes en termes de liberté d'action et de réflexion sont rapidement déçues, du fait des contraintes qui pèsent sur l'environnement de travail, « la perspective d'une carrière managériale gagne [ainsi] en attractivité¹⁷ », si bien que « le déroulement d'une carrière ascendante nécessite la sortie progressive du domaine technique¹⁸ ». Mais c'est moins du carriérisme en tant que tel qu'une volonté de se soustraire au contrôle managérial et une demande de responsabilisation.

Du bon usage des responsabilités

Le management « à la française » n'a pas bonne presse, comme en témoignent la montée des risques psychosociaux et le rapport déçu des Français au travail du fait d'une hiérarchie trop pesante, plus accentuée qu'ailleurs¹⁹. L'individualisation des performances s'est imposée comme un moyen de pression et de conformisme sur les managers. Ils sont mobiles, adaptables, pressurisés mais également hyperconnectés, et tout leur temps de vie menace de se confondre avec du temps de travail : ils sont ceux des salariés qui intériorisent le plus les contraintes et la violence de l'entreprise, qu'ils reportent sur leurs administrés.

Si, comme on l'a vu plus haut, les ingénieurs luttent avec les managers pour l'accès aux positions de pouvoir dans l'entreprise, est-ce pour imposer un style managérial différent ? La charte éthique de l'IESF invite l'ingénieur à ne pas se contenter de la pure technique et à « intégrer dans ses analyses et ses décisions l'ensemble des intérêts légitimes dont il a la charge, ainsi que les conséquences de toute nature sur les personnes et sur les biens ». Historiquement, les ingénieurs ont toujours eu à négocier avec d'autres acteurs (patrons, managers et aujourd'hui clients, usagers, etc.) car ils n'opèrent que très rarement de manière isolée. Ils sont impliqués dans des réseaux complexes de relations d'interdépendance mêlant législations, collègues, clients, professionnels du secteur, standards

17. *Ibid.*, p. 29.

18. *Ibid.*, p. 27-28.

19. Dominique Méda, *Le Travail, une valeur en voie de disparition ?*, Flammarion, 2010.

techniques, finances, contrats de prestations, technologies, moyens de production, etc. L'ingénieur se livre ainsi à un travail dynamique de coordination et de construction de relations de confiance entre une grande diversité d'acteurs humains et non humains. La définition des problèmes et des solutions doit donc être négociée, et la construction de compromis apparaît comme son éthique managériale propre²⁰. Le développement de l'énergie éolienne au Danemark montre ainsi, par exemple, le succès de l'activité de coordination entre différentes parties prenantes par les ingénieurs²¹.

Reste qu'on ne dispose pas de travaux empiriques qui documenteraient largement l'engagement des cadres de formation ingénieurs pour une pratique managériale plus socio-éthique, à la recherche d'un équilibre réfléchi entre tous les « intérêts légitimes », ou pour une transformation structurelle des pratiques de l'entreprise. Les témoignages sur l'« enfer des start-up », dont on sait qu'elles recourent massivement à une main-d'œuvre qualifiée en partie composée d'ingénieurs, mettent en cause des conditions de travail éprouvantes derrière la « coolitude » affichée. De toute évidence, les ingénieurs affrontent des problèmes éthiques et politiques dans les entreprises (prise illégale d'intérêts, inégalités intra-firme, travail des enfants, harcèlement, changement climatique, pollution, etc.), mais nous manquons d'enquêtes empiriques pour pouvoir juger de la manière dont ils les prennent en charge. Ce que l'on sait, en revanche, c'est que les ingénieurs s'apprécient eux-mêmes assez négativement dans leur rôle strictement managérial : selon une enquête de l'IESF, « qu'il s'agisse d'habileté à la négociation, de la capacité à la communication ou de leadership, les ingénieurs diplômés s'attribuent les scores les plus médiocres²² ». Dans les écoles d'ingénieurs, le management demeure de fait une dimension peu valorisée du métier d'ingénieur en regard des disciplines dures, et la formation reste principalement axée sur les compétences mathématiques, polytechniques et les capacités d'abstraction.

Quand bien même les ingénieurs managers manifesteraient les meilleures intentions du monde, « il ne suffit pas de doter les ingénieurs de savoirs et de valeurs nouvelles pour qu'ils puissent changer le monde, car c'est dans la pratique quotidienne au sein de réseaux sociotechniques spécifiques que se forment les compromis et se façonnent les réalisations techniques. Si ces réseaux ne sont pas reconfigurés (formes de la division du travail, position relative des acteurs), les seuls savoirs et valeurs des ingénieurs ne suffisent pas pour s'attaquer aux défis sociétaux. Les pratiques d'ingénierie sont largement contraintes, mais elles le sont moins par les connaissances scientifiques et techniques que par les autres acteurs et leur position au sein de réseaux sociotechniques²³ ».

20. Kevin John Boyett Anderson, Sandra Shaw Courter, Tom McGlamery, Tracy M. Nathans-Kelly et Christine G. Nicometo, "Understanding engineering work and identity: a cross-case analysis of engineers within six firms", *Engineering Studies*, vol. 3, n° 2, 2010, p. 153-174.

21. Kristian H. Nielsen et Mattias Heymann, "Winds of Change: communication and wind power technology development in Denmark and Germany from 1973 to ca. 1985", *Engineering Studies*, vol. 4, n° 1, 2012, p. 11-31.

22. Enquête de l'IESF, 2013.

23. Dominique Vinck, « Pratiques d'ingénierie. Les savoirs de l'action », art. cité, p. 239.

Au-delà du niveau « micro » : l'exemple d'un manager bien intentionné dépassé par l'entreprise

« Je discutais récemment avec un cadre ayant fait toute sa carrière dans un grand groupe industriel. Il décrivait son parcours : autodidacte ayant gravi les échelons à l'intérieur de son entreprise, en France, puis dans différents pays du Sud ; dans un pays d'Afrique subsaharienne, il avait contribué à la mise en œuvre d'un centre de formation professionnelle à côté de son usine. Puis, dans un contexte politique et financier tendu, il avait été conduit à prendre en charge l'arrêt de la production, avant d'être nommé dans un pays asiatique pour bénéficier de la croissance d'un marché en expansion. Il mettait en avant les enjeux du développement économique local en soulignant l'intérêt de la construction d'une usine qui évite les importations sur le marché national et favorise le transfert de savoir-faire et l'emploi local. Il exprimait ainsi ses convictions concernant l'utilité sociale de son entreprise et sa contribution à la qualité de vie dans le pays. Tous ces éléments de vie sonnaient juste et je ne doute pas une seconde de la sincérité de ses propos, de son intégrité et de ses qualités humaines de *manager*. Mais si l'on déplace le curseur vers la responsabilité collective de l'entreprise, de nombreuses questions se posent : cette entreprise travaille dans un secteur polluant, l'automobile, qui a des conséquences fortes en termes énergétiques et climatiques. Aujourd'hui, vouloir augmenter de façon indéfinie le nombre de voitures individuelles qui circulent en consommant des énergies fossiles peut apparaître comme suicidaire à moyen terme, alors que cela semble légitime à court terme : les pauvres ont bien le droit d'accéder à des conditions de vie plus faciles. Par ailleurs, s'il est vrai que la multinationale offre à ses salariés des conditions de vie et de travail perçues comme satisfaisantes, c'est loin d'être le cas pour ses sous-traitants locaux. Cet exemple illustre l'imbrication entre les responsabilités des différents acteurs et les diverses échelles d'appréciation d'ordre géographique et temporel : la responsabilité du dirigeant, du cadre ou de l'ouvrier n'est pas la même et l'interrogation morale ne peut pas se contenter d'une analyse à l'échelle locale²⁴. »

Comme l'écrit Cécile Renouard, « la réflexion éthique doit conjuguer le niveau "macroéconomique" – qui a trait tant aux écosystèmes planétaires qu'aux institutions nationales et internationales – et le niveau "micro" – qui concerne aussi bien les cadres et dirigeants que l'ensemble des salariés et les diverses parties prenantes de l'activité des entreprises²⁵ ». Il faut donc réintroduire dans l'analyse les incidences macroéconomiques des activités de l'entreprise.

Une crise d'irresponsabilité des entreprises

Le niveau de l'entreprise : une puissance économique sans contrepartie en termes de responsabilité juridique et morale

On ne trouve guère ailleurs que dans le capitalisme néolibéral contemporain autant de pouvoir concédé aux entreprises. Les multinationales, en particulier, ont atteint des tailles gigantesques et les premières d'entre elles, surtout dans les domaines de l'industrie pétrolière et gazière, sont désormais plus riches que certains États, dont elles fournissent parfois la plus grande partie des ressources

24. Cécile Renouard, *Éthique et entreprise*, op. cit., p. 22-23.

25. *Ibid.*, p. 17.

budgétaires. Par ailleurs, les entreprises sont à la manœuvre dans la financiarisation de l'économie, la dégradation des écosystèmes planétaires et les transformations climatiques. La récurrence des scandales d'entreprises signale les limites d'une telle concentration de puissance. Alors que tous ces facteurs plaident pour l'urgence d'une meilleure prise en compte du rôle sociopolitique de l'entreprise et pour la nécessaire démocratisation de leur contrôle, ces firmes sont elles-mêmes prises dans une contradiction majeure et font valoir auprès du régulateur potentiel leur extrême vulnérabilité dans la compétition internationale.

Paradoxalement, les entreprises ont donc obtenu des États que leur pouvoir économique demeure sans contrepartie en termes de responsabilité, si bien qu'elles ont peu ou pas à répondre des conséquences de leurs décisions. Dans une certaine mesure, ce problème n'est pas nouveau et les juristes l'ont bien documenté : si l'entreprise se définit avant tout comme une liberté d'action économique, des instruments juridiques, et en particulier la notion de « responsabilité limitée », ont été concomitamment mis en œuvre pour ne pas décourager la volonté d'entreprendre²⁶. Dans une vision actionnariale de l'entreprise, les actionnaires sont considérés comme les propriétaires légitimes de l'entreprise, dont ils décident des orientations et captent les bénéfices, mais leur responsabilité n'est engagée que de manière limitée, à hauteur seulement des fonds investis dans la société, en cas de pertes ou de faillite²⁷.

Cette organisation juridique de l'irresponsabilité des entreprises prend une ampleur nouvelle dans la mondialisation actuelle, avec la quasi-impossibilité de soumettre les entreprises à des régulations qui demeurent nationales, régionales au mieux.

La dilution des responsabilités de l'entreprise au niveau mondial constitue le symptôme de cette crise d'irresponsabilité : l'entreprise, désormais éclatée entre différentes filiales, n'est plus même identifiable en tant que telle et il est désormais quasiment impossible de lui imputer une responsabilité. La gestion des entreprises au plus près des marchés financiers mondiaux a conduit à exploiter les avantages comparatifs de chaque territoire (en termes de coûts salariaux, notamment dans les secteurs à forte intensité de main-d'œuvre) et a provoqué un éclatement des chaînes de valeurs au niveau mondial. La multiplication des fournisseurs et des sous-traitants empêche de tenir tous les bouts de la chaîne de responsabilité, spécialement dans le domaine des conditions de travail (voir encadré ci-après).

À l'origine de l'irresponsabilité des entreprises, une éthique des affaires minimale

À l'origine de la crise d'irresponsabilité des entreprises, les cadres juridiques et mentaux du capitalisme ne permettent pas de considérer l'entreprise comme

26. Alain Supiot, *Face à l'irresponsabilité. La dynamique de la solidarité*, Collège de France, 2018.

27. Pour une critique de la conception purement actionnariale de l'entreprise, voir Olivier Weinstein, *Pouvoir, finance et connaissance. Les transformations de l'entreprise capitaliste entre XX^e et XXI^e siècle*, La Découverte, 2010.

un agent moral. Il en découle une conception étroite du statut de l'entreprise, comprise comme un ensemble de moyens mis à la disposition de la réalisation d'un objectif strictement économique et financier, dans l'intérêt de ses propriétaires. Dans le contexte historique du libéralisme économique naissant, le Code civil français de 1804 dispose d'ailleurs, dans son article 1832, que la « société » de capitaux qui fait exister juridiquement l'entreprise (voir double page ci-après) doit être gérée dans le seul intérêt de ses actionnaires²⁸, ce qui écarte d'emblée toute considération de type socio-écologique. L'entreprise, comme projet collectif créatif situé au-delà de la société de capitaux, n'existe tout simplement pas en droit.

Sur le plan moral et non plus seulement juridique, l'éthique des affaires est une branche de l'éthique qui a formalisé les obligations des entreprises dans ce sens très restrictif. Dans un article fameux de 1970, l'économiste américain monétariste ultralibéral Milton Friedman conteste l'idée d'une responsabilité sociale de l'entreprise et restreint son périmètre à la seule maximisation de la valeur actionnariale²⁹. Dans la vision libérale qu'il défend, dégager des profits maximaux est déjà une forme de responsabilité sociale et c'est à elle seule que les entreprises doivent se tenir. Au service de cette thèse, Milton Friedman articule deux arguments principaux :

1. Seules les personnes individuelles et privées peuvent assumer des responsabilités, et non les entreprises qui sont des entités collectives.
2. Dans une économie libre, la seule et unique responsabilité de l'entreprise est d'utiliser les ressources rares de manière optimisée et de maximiser les profits pour servir au mieux les intérêts des propriétaires du capital.

Pour Milton Friedman, la responsabilité sociale des entreprises se résume donc à « faire autant d'argent que possible tout en se conformant aux règles de base de la société, celles inscrites dans la loi ainsi que celles inscrites dans les habitudes morales ». La morale des affaires apparaît non seulement séparée, mais aussi dégradée par rapport à la morale ordinaire, supposée plus substantielle : c'est une thèse dite « de séparation ». L'entreprise n'est pas envisagée comme un centre où se noue un réseau d'intérêts multiples. Ce modèle actionnarial est devenu dominant au tournant des années 1980 : alors que pendant tout le ^{xx}e siècle l'entreprise s'est imposée comme une régulation du capitalisme, un centre où se jouaient la réglementation du travail, l'amélioration des conditions de travail et l'innovation collective, elle est brutalement réduite à son acception juridique faible d'origine, comme propriété de ses actionnaires. Les dérives de cette déformation sont désormais bien identifiées : absence de vision à long terme dans la gestion des entreprises, puisque les actionnaires sont désormais

28. « La société est instituée par deux ou plusieurs membres qui conviennent par un contrat d'affecter à une entreprise commune des biens ou leur industrie en vue de partager les bénéfices ou de profiter de l'économie qui pourra en résulter » (art. 1832, Code civil, 1804).

29. Milton Friedman, « The social responsibility of business is to increase its profit », *The New York Time Magazine*, 13 septembre 1970 ; repris dans Milton Friedman, « Monopole et responsabilité sociale des entreprises et des travailleurs », in *Capitalisme et liberté*, Flammarion, 2016.

« liquides » (ils entrent dans le capital des entreprises et en sortent en fonction des perspectives de rentabilité qu'elles promettent); imposition par les actionnaires d'un taux de rendement du capital placé en actions, le ROE (*return on equity*), au seuil anormalement élevé de 15 %; perte d'autonomie des équipes dirigeantes, dont les intérêts sont alignés sur ceux des actionnaires *via* le versement des stock-options, et affaiblissement consécutif de l'autorité de gestion; distorsion du partage de la valeur ajoutée en défaveur des salariés, etc.³⁰.

*La promotion de la RSE : une prise de conscience réelle
mais fragile des responsabilités de l'entreprise*

Dans les années 1990, la RSE s'est imposée comme une alternative à cette version minimale de l'éthique des affaires, même si elle demeure elle-même très incomplète. Trois catégories d'acteurs ont alors joué un rôle important dans son institutionnalisation.

Les grandes organisations internationales

Les grandes organisations internationales ont été les premières à développer le thème de la RSE (OIT, ONU, OCDE, etc.). Il peut être utile de partir de la définition qu'en propose la Commission européenne, dans son livre vert de 2001, pour en cerner les principaux piliers. La RSE est « l'intégration volontaire, par les entreprises, de préoccupations sociales et environnementales à leurs activités commerciales et leurs relations avec leurs parties prenantes ». Deux idées importantes se dégagent de cette définition.

La première idée est celle de la **volonté**. L'idée de « volontariat » indique que l'éthique de l'entreprise va au-delà de ce que la loi exige : la RSE signifie que les entreprises décident, de leur propre initiative, de contribuer à améliorer la société et à rendre propre l'environnement « au-delà de la loi ». L'éthique n'est donc pas opposable aux entreprises et aux États tant qu'elle n'est pas formalisée dans la loi. Il s'agit donc d'une forme d'engagement et d'autorégulation non contraignante. La RSE ne se conçoit qu'à l'initiative des entreprises, qui intègrent en dehors de toute injonction des visées autres que celle de la seule recherche du profit. Si elle peut amener à signer des engagements ou des chartes de bonne conduite, la démarche suppose aussi le refus de toute contrainte légale. Il s'agit de ne pas alourdir le cadre réglementaire pour ne pas faire fuir les entreprises dans le contexte d'une économie mondialisée.

La seconde idée est celle de la **théorie dite « des parties prenantes »** (*stakeholder theory*, du terme *stakeholder* désignant quiconque ayant un intérêt au bien-être de l'entreprise), devenue la théorie dominante sur le sujet de la RSE. Elle a été popularisée par Robert E. Freeman³¹, professeur d'éthique des

30. Pour une étude exhaustive de cette grande « déformation » subie par les entreprises, voir Olivier Favereau, *Entreprises : la grande déformation*, Les Plans-sur-Bex, Parole et Silence, 2014.

31. Robert E. Freeman, *Strategic Management. A Stakeholder Approach*, Pitman, 1984.

affaires américain, et s'oppose à la théorie de l'actionnaire, défendue par Milton Friedman (*shareholder theory*), par la mise en avant d'une myriade d'intérêts particuliers autour de l'entreprise. La théorie des parties prenantes articule un cadre d'analyse et une théorie managériale éthiques. Son cadre descriptif se réfère à la complexité de l'entreprise, décrite comme un lieu ouvert où s'organisent différents types de relations entre les parties prenantes. Les parties prenantes ne désignent pas seulement les contributeurs directs (actionnaires, salariés, fournisseurs, prestataires, banquiers), mais également les parties potentiellement affectées par l'activité de l'entreprise (consommateurs, riverains, etc.), voire d'autres groupes qui détiennent des intérêts susceptibles de percuter ceux de l'entreprise (ONG, syndicats, etc.). L'entreprise se doit de nouer des relations suivies avec l'ensemble de ces parties prenantes pour définir la manière dont elle peut intégrer des préoccupations sociales. Par exemple, certaines entreprises demandent à leurs sous-traitants de signer des chartes par lesquelles ils s'engagent à respecter certaines exigences concernant les heures de travail, les salaires, la liberté syndicale, la sécurité, etc. Si la théorie se limite à la prise en compte des parties prenantes institutionnalisées de l'entreprise (salariés, fournisseurs, riverains, etc.), l'entreprise est un collectif en relation avec des acteurs multiples qui inclut jusqu'aux concurrents. À ce schéma descriptif se superpose un cadre normatif : il s'agit d'intégrer dans la gouvernance de l'entreprise les intérêts des non-actionnaires et de résoudre les conflits d'intérêts de manière mutuellement bénéfique. Dans une perspective inspirée de Rawls, chacun a droit à une égale considération et à la reconnaissance du statut de partie prenante légitime à la prise de décision. On est là dans un capitalisme dit « partenarial » qui intègre la totalité des parties prenantes. L'entreprise doit équilibrer les intérêts financiers, qui ne disparaissent pas pour autant, par la prise en compte des différents intérêts et concilier des intérêts contradictoires dans une forme de démocratie.

La catastrophe de Bhopal (1984): politique de l'impunité d'entreprise

La catastrophe de Bhopal est l'une des plus graves catastrophes industrielles de l'histoire économique mondiale. Elle est le point d'aboutissement de la « révolution verte » des années 1960 et 1970, qui rompt avec l'agriculture traditionnelle, à cultures multiples, manuelle et locale, pour lui substituer une agriculture chimique de monoculture, mécanisée et à grande échelle. Dans ce contexte, la multinationale américaine Union Carbide Corporation (UCC) décide d'installer à Bhopal, capitale du Madhya Pradesh, une usine pour y produire le Sevin, son nouveau pesticide destiné à l'agriculture chimique qui se déploie au nom de la lutte contre les pénuries alimentaires.

Alors que la nocivité et l'instabilité très fortes de certains des composants du Sevin requièrent de sécuriser la construction et l'exploitation de l'usine, UCC sacrifie délibérément cette exigence en limitant les coûts de construction et en transférant une technologie bas de gamme. Le 3 décembre 1984, un nuage toxique s'échappe de l'usine de Bhopal : plus de 35 tonnes d'isocyanate de méthyle (MIC), l'un des gaz les plus dangereux de la chimie industrielle, sont relâchées sur 65 km² très densément peuplés. La documentation des circonstances de l'accident est imprécise, mais un employé de l'usine aurait vraisemblablement fermé la valve d'un système de tuyauterie, afin de nettoyer le filtre d'un tuyau, en omettant d'insérer un disque de métal pour que la valve reste étanche. Pendant le lavage, l'eau se serait infiltrée à travers la valve, puis dans le tuyau connecté au réservoir du MIC, provoquant l'évacuation de MIC par les valves. L'accident révèle que les consignes élémentaires de sécurité n'ont jamais été présentées aux employés, ce qui de toute évidence est contraire à l'éthique de l'ingénieur. Pire encore : des systèmes de sécurité supposés prévenir tout désastre, pas un ne fonctionne la nuit du drame. Suite à un plan d'économie drastique, ils sont soit défectueux, soit en réparation, alors qu'ils sont opérants sur les sites américains. Pour finir, aucune procédure d'évacuation de la population locale n'est prévue. C'est désormais un fait bien connu que la fréquence des accidents ne dépend pas tant du type de production (chimique ou autres) que du type de management (laxiste ou non, respectueux de ses employés ou non) pratiqué par l'entreprise.

Le bilan établi par les organisations internationales est accablant : l'ONG Amnesty International dénombre 22 000 décès par suffocation immédiate et inhalation de gaz plus tardive, auxquels viennent s'ajouter 570 000 malades (tuberculose, malformations génétiques, etc.). La fuite de gaz n'a duré que quelques heures, mais il y a désormais à Bhopal une situation accidentelle permanente comparable à celle de Tchernobyl. Plus de trente ans après la catastrophe, ses stigmates y sont toujours manifestes : les sols ne sont toujours pas décontaminés, les nappes phréatiques et les réseaux d'adduction d'eau restent pour l'essentiel impropres à la consommation, et les diverses pollutions causées par la catastrophe continuent d'entraîner chez les riverains de l'usine désaffectée cancers, affections neurologiques et malformations congénitales.

Le travail d'identification des responsabilités à l'origine du désastre est d'abord revenu à la justice, mais il s'est fracassé sur un imbroglio juridique laborieux. UCC s'est défaussée de ses responsabilités civile et pénale et les tribunaux, saisis tant en Inde qu'aux États-Unis, ne sont jamais parvenus à forcer l'entreprise à les assumer. L'exercice de la responsabilité civile, qui impose de réparer les dommages subis par les victimes par l'octroi de compensations, s'est soldé de manière minimale en 1989 par le versement d'une indemnisation de 470 millions de dollars (près de six fois inférieure aux 3 milliards de dollars initialement demandés). UCC considère toutefois que l'accord vaut pour « effacement complet » de ses responsabilités dans le désastre. Par ailleurs, UCC n'a pas souhaité fournir le nom des produits de réaction qui se sont échappés en même temps que le MIC, entravant les efforts déployés pour soigner les victimes, alors même qu'à la suite d'une fuite de gaz en Virginie-Occidentale (1985) elle avait publié une liste exhaustive des produits de réaction. Quant à la dépénalisation de la délinquance en col

blanc, elle se traduit par le fait qu'aucun des hauts dirigeants d'UCC n'a été réellement sanctionné (huit cadres supérieurs ont été reconnus coupables avec une peine de deux ans de prison).

Deux arguments ont été inlassablement invoqués par UCC au cours de la bataille judiciaire qui l'a opposée au gouvernement indien et à l'État du Madhya Pradesh. Le premier est qu'elle n'a jamais ni possédé ni exploité l'usine de Bhopal, administrée par Union Carbide India Limited, une filiale indienne d'UCC considérée comme totalement autonome. UCC ayant ensuite été rachetée en 2001 par Dow Chemical, le groupe refuse désormais toute mise en cause dans le drame de Bhopal. Le second argument est celui du sabotage malveillant, d'autant plus invoqué que le gouvernement indien n'est pas parvenu à prouver la négligence ni le non-respect des normes de sécurité internes.

La reconnaissance de la responsabilité d'UCC dans le désastre ne doit pas occulter celle d'autres acteurs, et notamment celle du gouvernement indien, dans une logique de responsabilité de connexion sociale. Dans le droit international, il revient normalement aux États de veiller, en amont, à ce que les droits fondamentaux de la personne ne soient pas bafoués par les entreprises ; et il leur appartient également, en aval, de tout mettre en œuvre afin que les victimes obtiennent réparation en cas de sinistre. Les indemnisations dérisoires qui ont été payées à l'État indien par l'entreprise et qui devaient revenir aux victimes ont été ponctionnées de pots-de-vin. Les autorités locales n'ont pas tenu les promesses de soins gratuits qu'elles avaient faites, et surtout l'entreprise de dépollution des déchets toxiques abandonnés sur place, qui leur incombe désormais puisque l'usine et le terrain leur appartiennent, n'a toujours pas été menée à terme.

En regard de cette politique de l'impunité, il faut noter l'ampleur du programme de responsabilisation des victimes, invitées à « se prendre en main » pour faire valoir leurs droits et à « gérer leur risque » au quotidien dans un environnement contaminé.

Sur le plan moral, la catastrophe de Bhopal manifeste une crise profonde de la responsabilité des entreprises. Si la logique classique de la compensation est nécessaire, elle s'avère insuffisante lorsque survient un préjudice irréparable. Le calcul utilitariste coût-avantage qu'elle présuppose occulte la possibilité de reconnaître qu'il y a à Bhopal des vies brisées et un milieu environnemental détruit. Avec la caution du développement économique, les droits humains fondamentaux n'ont pas été respectés et le principe éthique d'égalité des vies s'est trouvé transgressé. Les responsables ont traité l'explosion de Bhopal comme s'il s'agissait d'une catastrophe naturelle attribuable à la fatalité, selon un schéma bien connu de naturalisation du mal : à propos d'Hiroshima et de Nagasaki, Günther Anders a montré que lorsque le mal atteint des dimensions exceptionnelles, il n'est plus possible de le référer à des intentions humaines (les Japonais évoquent symptomatiquement un « tsunami » pour désigner ces catastrophes dont l'origine humaine ne fait pourtant aucun doute)³². À Bhopal, les industriels sont pourtant conscients de ce qu'ils font lorsqu'ils décident de concentrer les industries à risques dans les faubourgs du prolétariat mondial dont ils abusent de la naïveté.

32. Günther Anders, *Hiroshima est partout*, Seuil, 2008.

Tableau n° 1 : Tableau récapitulatif des deux théories concurrentes de la gouvernance d'entreprise

	Théorie de l'actionnaire <i>(Shareholder theory)</i>	Théorie des parties prenantes <i>(Stakeholder theory)</i>
Aire géographique de déploiement	Capitalisme actionnarial anglo-saxon	Capitalisme rhénan
Finalité de l'entreprise	Maximisation de la valeur actionnariale	Développement de la croissance industrielle
Temporalité d'intervention	Court terme	Long terme
Périmètre de la responsabilité de l'entreprise	Responsabilité limitée en faveur des actionnaires	Responsabilités étendues à l'ensemble des parties prenantes
Schéma politique sous-jacent	Démocratie actionnariale	Cogestion démocratique

Pour résumer, dans la vision développée par la RSE, l'entreprise est une entité située au cœur de la société au sens où elle n'a pas pour seuls partenaires de dialogue ses actionnaires, mais également tous ceux qui peuvent être concernés par l'activité de production. L'un des principaux critères éthiques qu'elle met en avant est celui de la durabilité : la RSE promeut un engagement en faveur de liens durables dans une époque marquée par le caractère révoicable des liens sociaux. Le souci de la pérennité de l'entreprise est ce sur quoi peuvent converger les différentes parties prenantes, qui y ont toutes un intérêt vital.

Les entreprises

Les entreprises, et notamment les plus grandes, ont mené une initiative éthique défensive en institutionnalisant la RSE. Elles ont alors souscrit à des chartes de bonne conduite dans les domaines du respect des droits humains, des pratiques salariales et de la performance environnementale. La charte la plus importante, le Global Compact des Nations unies lancé en 2000, rassemble à elle seule plus de 2 000 entreprises signataires, dont un grand nombre issues de pays en développement. En France, depuis 2001, les entreprises ont l'obligation

de publier un rapport sur les conséquences socio-environnementales de leurs activités, si bien que le reporting extra-financier est en passe d'entrer dans les mœurs entrepreneuriales.

À supposer que les entreprises veuillent se montrer responsables, elles peuvent toutefois rencontrer des difficultés quand il leur faut concilier des visions du monde contradictoires. Par exemple, l'interdiction du travail des enfants, jugée indispensable en Occident (ce travail est interdit par l'OCDE, l'OIT et Global Compact), n'est pas non plus sans poser problème dans les pays pauvres : elle entraîne un manque à gagner pour les familles pauvres, incite à recourir à des activités illicites telles que la prostitution ou la pornographie, etc. D'où la stratégie de certaines entreprises, comme Schneider Electric au Brésil, d'employer des enfants en établissant un contrat d'éducation et en apportant une aide à la famille.

La société civile

Le rôle de la société civile, des ONG et des associations de consommateurs notamment, a lui aussi été important dans l'émergence du thème de la RSE, et plus particulièrement dans la prise de conscience de la multiplication des abus en matière de conditions de travail dans les usines de fabrication délocalisées. Un réseau étendu d'organisations non gouvernementales scrute désormais les pratiques sociales des entreprises globales, avec des effets non négligeables sur leur stratégie. En 1995, les actions spectaculaires de Greenpeace pour boycotter les stations Shell ont forcé la compagnie pétrolière à revenir sur la décision de couler la plateforme pétrolière Brent Spar en mer du Nord. L'image de certaines entreprises s'en est trouvée fortement ébranlée, malgré l'éloignement géographique du lieu où s'exercent les abus. Ces actions ont un « effet boomerang » sur les entreprises, toujours plus sensibles à leur image de marque.

Le rôle des associations de consommateurs n'est pas en reste : le thème de l'« éthique sur l'étiquette » vise à une meilleure prise en compte des conditions de production des biens et services consommés. Cette responsabilisation des consommateurs pose néanmoins problème. Elle laisse entendre que le consommateur serait le complice, malgré lui, des pratiques des entreprises, alors que des problèmes structurels se posent à lui : la baisse historique du niveau de vie des catégories populaires amène à fermer les yeux sur ce que pourrait être un « juste » prix, sans parler du manque d'offre alternative qui rend captif d'une catégorie de produits (on pense notamment au développement du Fairphone dans le domaine de la téléphonie). Dans ces deux cas, un tiraillement entre conscience et possibilités économiques ne manque pas d'apparaître.

REFONDER L'ENTREPRISE AU-DELÀ DE LA RSE

La critique de la version faible de la RSE

Trois types de critiques de la RSE ont été exprimés par les spécialistes du domaine et se rejoignent toutes dans l'idée que la RSE constitue une parure d'acceptabilité du capitalisme au moment même où il régresse vers les formes d'exploitation les plus brutales. Toutes dénoncent la RSE comme un supplément d'âme au business, développé dans l'intérêt bien compris des actionnaires pour lesquels il n'est pas question de renoncer au profit.

1. **Une instrumentalisation de l'éthique.** Dans *Le Marché de la vertu*, le politologue américain David Vogel critique la marchandisation de l'éthique que constitue la RSE³³. Loin d'un engagement moral véritable, c'est pour lui une générosité intéressée à la valeur stratégique des comportements responsables, qui vise à conserver la primauté du profit. La qualité du lien social dans l'entreprise n'est pas désirée pour elle-même, les aménités environnementales ne sont pas préservées en tant que valeurs incommensurables, et si les entreprises se conforment à la RSE, c'est du seul fait d'un risque de réputation qui pourrait nuire à leur performance qui demeure mesurée par des critères financiers. La RSE ne constitue donc pas une menace pour l'entreprise, mais prescrit au contraire des mesures qui lui sont rentables. Empiriquement, on constate que le lien entre performances sociales et performances financières est positif, mais faible. Et surtout, la causalité est inverse à celle que David Vogel met en évidence : ce sont les entreprises les plus performantes financièrement qui s'engagent le plus volontiers dans la RSE.

2. **Une contradiction entre discours et réalité des pratiques.** Le développement d'un discours éthique sur les principes d'action et les codes de conduite des entreprises constitue une communication qui ne s'accompagne pas d'une transformation effective des pratiques sur le terrain. Le prix Pinocchio du climat, décerné par l'association Les Amis de la Terre, vient ainsi récompenser, par effet parodique, les grands champions du *greenwashing*. Parmi les lauréats : Alstom et les grands barrages ; l'exploitation des gaz de schiste par Total en Argentine, à défaut de pouvoir le faire en France ; Air France et la compensation carbone avec le financement des forêts au Sud ; BNP Paribas, dont la fondation finance la recherche sur le changement climatique alors que c'est une des banques qui finance le plus l'industrie du charbon, etc. Il s'agit alors seulement, pour ces entreprises, de déporter l'attention du public sur une activité périphérique susceptible de faire écran à l'activité globale de l'entreprise, dont l'image se trouve ainsi revalorisée.

33. David Vogel, *Le Marché de la vertu. Possibilités et limites de la responsabilité sociale des entreprises*, Economica, 2008.

3. La RSE comme nouvel esprit du capitalisme. Selon Luc Boltanski et Ève Chiapello, le capitalisme, quelle que soit sa configuration historique, a besoin d'un « esprit » pour susciter l'adhésion morale de ses membres à son projet d'accumulation sans fin³⁴ : en l'occurrence, la RSE serait l'esprit propre au capitalisme néolibéral du XXI^e siècle. La « main invisible » d'Adam Smith, par laquelle les vices privés étaient censés faire la vertu publique, au XVIII^e siècle, soulevait déjà le paradoxe moral central du libéralisme : en poursuivant des fins personnelles, les individus peuvent être conduits à réaliser des fins non intentionnelles qui servent au mieux l'intérêt général. Les maîtrises d'œuvre du paternalisme du XIX^e siècle, les Schneider au Creusot ou les Wendell en Lorraine, en favorisant l'offre de logement, de services d'éducation ou de santé pour les employés, exprimaient des considérations compassionnelles et visaient également à la réalisation de fins morales en vue de susciter une adhésion à l'entreprise. Le développement du philanthropisme aux États-Unis, dans le contexte d'une tradition historique d'hostilité au Big Government, ambitionne de donner du sens au profit. Tous ces exemples manifestent que la neutralité morale de l'économie n'existe pas. L'économie n'est pas un lieu de pure rationalité instrumentale : à l'instar de la technique (voir partie II), elle répercute nos valeurs. Des critères extra-économiques, essentiellement moraux ou politiques, parfois aussi religieux, s'appliquent au champ économique pour légitimer la recherche du profit. L'opposition classique entre éthique et économie ne tient pas : le découpage entre faits et valeurs, calcul et société, ne résiste pas à l'analyse.

Les entreprises de la nouvelle configuration historique du capitalisme, caractérisée par une finance dominante, sont à nouveau en quête de légitimité : la RSE prétend la leur redonner. Secouées par des scandales et des crises à répétition, les entreprises aspirent à s'attirer l'adhésion de leurs salariés, affectés par la déconstruction du rapport salarial, d'autant plus que les modes de management propres au néolibéralisme travaillent prioritairement l'intériorité morale des individus³⁵. La RSE donne de nouvelles raisons morales de s'engager dans le capitalisme en faisant la promesse d'une satisfaction personnelle qui œuvre pour le bien commun, de l'acquisition de nouvelles compétences, d'une contribution au développement durable, au mieux-être général, à la redistribution des profits, à l'amélioration des conditions matérielles d'existence de chacun, etc.

Comme nouvel esprit du capitalisme, la RSE produit deux effets majeurs : d'une part, elle masque les rapports structurels de pouvoir dans l'entreprise ; d'autre part, elle rend illégitime toute forme de régulation politique étatique. En niant le fait que toutes les parties prenantes n'ont pas la même force politique et en invitant à leur prise en compte équilibrée dans le cadre d'une éthique de la discussion (voir chapitre 1), la RSE renvoie à une forme de néopaternalisme

34. Luc Boltanski et Ève Chiapello, *Le Nouvel Esprit du capitalisme*, op. cit.

35. Frédéric Lordon, *Capitalisme, désir et servitude. Marx et Spinoza*, La Fabrique, 2010.

qui masque la réalité de l'exploitation du travail par le capital, ainsi que celle du travail non qualifié par le travail qualifié.

Par ailleurs, la RSE relève d'une démarche volontaire, et c'est sur ce point que les critiques sont le plus offensives : avec la RSE, les entreprises gardent la main sur les principes qu'elles décident de suivre ou non et leurs obligations légales ne sont pas modifiées, de sorte que la RSE se limite à une incitation à bien faire. Dans une économie de marché décentralisée et dérégulée, elle apparaît comme une forme d'autorégulation supplémentaire par l'éthique, mais ne touche pas au postulat que la sphère économique est capable de s'autoréguler. La RSE menace alors de n'être qu'un discours vide, d'autant plus ressassé qu'il masque le mouvement de dérégulation économique et financière amorcé dans les années 1980 et la renonciation à la régulation externe contraignante par le droit ou la politique.

Pour une version forte de la responsabilité d'entreprise : un schéma d'ensemble

Compte tenu des insuffisances de la RSE, une approche alternative de l'entreprise centrée sur sa subordination au bien commun s'impose. Dans cette proposition d'« entreprise comme commun », dont la philosophe Cécile Renouard est l'une des représentantes françaises³⁶, l'entreprise n'est pas réductible à la société commerciale qui la représente juridiquement, et moins encore à la propriété de ses actionnaires. Elle est posée comme une institution politique qui non seulement reconnaît l'égalité des intérêts mis en jeu, mais s'interroge aussi sur l'utilité socio-écologique de sa production. Cette conception se fonde sur une éthique de conviction : il s'agit de renoncer à produire des biens et services immoraux et d'envisager l'entreprise comme une construction prolongée d'une forme de vie commune au service d'un projet collectif. La finalité du profit est ainsi appelée à devenir presque secondaire.

Les responsabilités nouvelles que les entreprises auraient alors à assumer relèvent de quatre grands domaines³⁷ :

1. La responsabilité économique et financière de l'entreprise recouvre les choix d'investissement, les politiques salariales de partage de la valeur ajoutée entre le travail et le capital, ainsi que le partage plus large de la richesse créée avec le reste de la société au travers du paiement de l'impôt.
2. La responsabilité sociale envers les salariés recouvre l'impact de l'entreprise sur le lien social du fait de la qualité des conditions de travail, de la formation professionnelle et de l'accompagnement des licenciements, qu'elle offre ou non à ses salariés. Cécile Renouard rappelle la nécessité éthique de faire droit à l'exigence de respect de la dignité de la personne humaine, qui ne peut être bafouée au nom d'aucun intérêt collectif (fût-il celui de l'entreprise). D'autres auteurs ont exploré les voies d'un management « éthique » :

36. Cécile Renouard et Swann Bommier, *Au-delà de la RSE. L'entreprise comme commun*, op. cit.

37. Cécile Renouard, *Éthique et entreprise*, Éditions de l'Atelier, 2015, p. 76.

dans *Le Management éthique*, par exemple, Ghislain Deslandes rappelle que l'objectif du management devrait être de faire émerger les talents de manière collective³⁸.

3. La responsabilité sociétale et environnementale désigne l'utilité sociale de l'activité, avec d'abord l'objectif de ne pas nuire, la qualité des relations avec les parties prenantes, ainsi que la contribution au développement socio-économique local.

4. La responsabilité politique concerne la gouvernance et la démocratisation de l'entreprise, mais aussi la prise en compte des enjeux globaux et des biens publics mondiaux (tels que le climat, la paix, etc.) ainsi que le respect des droits humains. Si la démocratisation de l'entreprise est nécessaire pour des raisons de politique interne, elle l'est aussi pour permettre une meilleure prise en compte des biens publics mondiaux. Dans cette perspective, le respect des droits humains et la reconnaissance de l'autre comme sujet qui a droit à un égal respect constituent des obligations respectivement juridique et morale de premier plan des entreprises (voir encadré ci-après).

Dans ce paradigme de « l'entreprise comme commun », l'entreprise remplit d'abord une mission de progrès collectif, elle est une communauté morale au service du bien commun, qui génère accessoirement des profits. Évidemment, une telle responsabilisation des entreprises ne se conçoit qu'en lien avec la refondation complète du modèle économique actuel et la sortie de l'imaginaire productiviste³⁹. Elle n'a pas vocation à toucher seulement le secteur de l'économie sociale et solidaire, mais bien l'économie tout entière dont il faudrait revisiter les structures par un volontarisme politique vigoureux.

38. Ghislain Deslandes, *Le Management éthique*, Dunod, 2012.

39. Cécile Renouard et Gaël Giraud, *Vingt propositions pour réformer le capitalisme*, Flammarion, 2009.

La réforme du statut juridique des entreprises : La proposition de « société à objet social étendu » des chercheurs de l'École des mines ParisTech

Dans leur très grande majorité, les juristes s'accordent à considérer que la représentation juridique de l'entreprise inscrite dans le Code civil de 1804 est insuffisante et inadaptée aux enjeux du XXI^e siècle, puisqu'elle autorise une interprétation actionnariale de l'entreprise gérée dans une perspective de recherche de profit à court terme qui ne permet pas de prendre en charge les problèmes socio-écologiques de long terme. Sans force légale, la RSE ne constitue en aucun cas une réponse crédible à cette conception lacunaire de l'entreprise.

Une proposition de réforme du statut juridique de l'entreprise a été formulée, sous le nom de SOSE (société à objet social étendu), par une équipe de chercheurs de l'École des mines ParisTech, qui travaille en association avec le collège des Bernardins depuis 2009¹. Il s'agit d'abord de donner un contenu juridique à la notion même d'entreprise, qui n'est pas véritablement définie en droit et qui n'est donc pas protégée dans sa pérennité même. Si la société anonyme se constitue à partir d'une mise en commun des capitaux d'actionnaires désireux d'en retirer un profit, l'entreprise au sens fort est un projet collectif et créatif qui vise d'abord à persévérer dans son être. Par ailleurs, le nouveau statut de SOSE ouvre à l'entreprise la possibilité de poursuivre des objectifs sociaux ou environnementaux qui peuvent être sans lien direct avec la recherche du profit, tels que l'engagement dans la recherche scientifique, la revitalisation d'une région, le renoncement à des techniques polluantes, etc. Ces missions pourraient être inscrites dans les statuts de l'entreprise et deviendraient opposables, de sorte que l'autorité de gestion des équipes dirigeantes se trouverait protégée de la mainmise des actionnaires.

Revendiquant une démarche pragmatique, et non utopique, les chercheurs des Mines mettent notamment en avant quatre principes pour « réinventer l'entreprise² » :

1) La mission de l'entreprise ne saurait se limiter à l'extraction du profit et doit se recentrer sur la valorisation des potentiels d'innovation, qui constitue la vocation originelle de l'entreprise. Aucune action humaine n'est orientée par un objectif unique : il ne s'agit pas ici de se désintéresser de tout bénéfice, ne serait-ce que pour pouvoir faire face à des dépenses inattendues, mais de faire droit au pluralisme des critères possibles. La mission de l'entreprise devrait être d'« engendrer, par la conception et la mise en œuvre d'activités coordonnées, de nouvelles capacités d'action pour le collectif et son futur ». Capital et travail, facteurs de production traditionnellement pensés comme antagoniques, sont ici ramenés au même statut de « potentiels d'action » qui restent à activer par le génie collectif.

2) L'autorité du chef d'entreprise, dégradée dans le capitalisme actionnarial, devrait être réhabilitée pour passer « des potentiels initiaux à la création collective ». La figure du chef d'entreprise, éclatée de manière contradictoire entre droit des sociétés et droit du travail, « commis sans autonomie vis-à-vis de ses actionnaires » et « autocrate vis-à-vis de ses salariés », devrait se rassembler autour d'un « compromis neutre et créatif entre les aspirations des différentes parties ». La réévaluation du chef d'entreprise ne lui donne pas tout pouvoir personnel : si la théorie du mandat délégué par les actionnaires au chef d'entreprise est insuffisante pour le légitimer et lui retire toute

1. Voir les deux ouvrages collectifs de référence : Blanche Segrestin et Armand Hatchuel, *Refonder l'entreprise*, Seuil, 2012 ; Blanche Segrestin, Kévin Levillain, Stéphane Vernac et Armand Hatchuel, *La « Société à objet social étendu ». Un nouveau statut juridique pour l'entreprise*, Presses des Mines, 2015.

2. Les citations qui suivent sont toutes tirées de Blanche Segrestin et Armand Hatchuel, *Refonder l'entreprise*, op. cit., p. 85-102.

autonomie, la théorie de l'habilitation lui est préférée avec l'idée centrale que le chef d'entreprise doit être « habilité par ses salariés » dans « l'intérêt de l'entreprise » et non dans son intérêt propre. Cette proposition inverse les termes du droit des sociétés: il n'y a pas d'abord le contrat de société, puis la déduction du pouvoir qu'elle mandate; mais « il y a "entreprise" quand un ensemble de personnes accepte de confier à un dirigeant une mission de progrès collectif, pour laquelle elles sont prêtes à contribuer en confiant le développement de leurs potentiels d'action ».

3) L'autorité de gestion ainsi restaurée pose immédiatement la question de son contrôle par un collectif de référence. Toutes les parties prenantes n'ont pas vocation à participer à ce contrôle, car toutes ne reconnaissent pas « l'autorité de gestion et l'ensemble des devoirs correspondants ». Les fournisseurs, banquiers, clients de l'entreprise, par exemple, y participent tout en conservant leur propre autorité de gestion. De ce fait, « participent à la communauté de l'entreprise ceux qui ont accepté de soumettre leur potentiel d'action aux décisions de l'entreprise » et qui sont alors légitimes pour désigner leurs dirigeants et contrôler leur action.

4) Les règles de solidarité de l'action collective fixent les principes de justice dans l'entreprise. Au-delà d'une distribution équitable des bénéfices annuels de l'entreprise entre les actionnaires, les salariés et les besoins d'investissement, il s'agit surtout de protéger les potentiels d'action « pour soutenir une création collective de long terme ». « L'intéressement des salariés aux bénéfices ne garantit pas qu'ils seront bien formés ou qu'il n'y aura pas de licenciements sociaux tant que l'entreprise fait des bénéfices ! »

Cette proposition de SOSE explore une alternative qui fait d'ores et déjà l'objet d'une expérimentation aux États-Unis (sous le nom de *flexible purpose corporation* ou de *benefit corporation*), pays où la financiarisation des entreprises est une lame de fond en marche depuis les années 1980 et où la judiciarisation des rapports sociaux a parfois autorisé la mise en accusation des dirigeants qui n'avaient pas honoré leurs obligations fiduciaires vis-à-vis des actionnaires en maximisant la valeur actionnariale.

En France, la proposition de SOSE a été reprise dans de nombreux rapports publics et une dizaine d'entreprises se réclament de ce statut, parmi lesquelles Nutriset et la Camif. Les chercheurs des Mines proposent de faire coexister ce nouveau statut juridique, qui demeurerait optionnel, aux côtés de ceux de la société anonyme, de la Scop, etc., pour réintroduire dans le capitalisme une diversité institutionnelle capable de faire revivre la tradition de l'entreprise comme régulation du système.

Le devoir de vigilance : une responsabilisation des entreprises vis-à-vis du respect des droits humains

Le 24 avril 2013, au Bangladesh, le Rana Plaza, un bâtiment qui abrite cinq usines textiles, sous-traitants de grandes marques occidentales, s'effondre, faisant 1133 morts et environ 2000 blessés. Dans les décombres sont retrouvées les étiquettes d'une trentaine d'entreprises européennes et nord-américaines (Auchan, Benetton, Mango, Walmart, El Corte Inglés, etc.). La veille du drame, une inspection faisait état de fissures et la police locale avait recommandé la fermeture du bâtiment, une mise en garde ouvertement ignorée par les employeurs. Les salariés, mus par la peur de perdre leur emploi, sont allés travailler ce jour-là. La situation du Bangladesh, dont le textile représente 80 % des exportations, est connue : c'est un pays sujet à ce type d'accident, avec des coûts salariaux parmi les moins élevés du monde.

Certaines entreprises ont reconnu leur responsabilité (El Corte Inglés, Primark, etc.) dans le drame et se sont engagées dans un processus long et complexe pour indemniser les victimes; d'autres nient tout lien avec le drame (Carrefour, Benetton) et refusent de contribuer à l'indemnisation des victimes; d'autres encore ont admis avoir bénéficié d'une sous-traitance informelle et sauvage (Auchan se dit ainsi « victime »), mais ne se sentent pas responsables du drame et en rejettent la responsabilité sur les fournisseurs officiels qui n'ont pas respecté la charte éthique qu'ils avaient pourtant signée. Cette sous-traitance sauvage est induite par le comportement des entreprises donneuses d'ordre, la pression sur la chaîne d'approvisionnement étant telle que les fournisseurs n'ont pas d'autre choix que d'y recourir. Le cas illustre la complexité des chaînes d'approvisionnement et l'impossibilité de tenir les multinationales pour responsables des agissements de leurs sous-traitants.

Suite à ce drame, les Nations unies ont rappelé la responsabilité des entreprises en matière de respect des droits humains. Certains secteurs sont particulièrement concernés, comme le secteur extractif qui serait à lui seul responsable de 28 % des atteintes aux droits humains commises par les entreprises, selon le professeur John Ruggie, ancien représentant spécial du secrétaire général des Nations unies pour la question des droits humains et des sociétés transnationales. La matérialité de cette responsabilité doit s'incarner dans une obligation de « diligence nationale » ou « devoir de vigilance ». Il s'agit de pouvoir remonter jusqu'au donneur d'ordre en cas de sinistre, et de lui imposer de prévenir et d'assumer les risques qui pèsent sur les droits humains. Les entreprises doivent ainsi répondre des contreparties négatives de la mondialisation dont elles ont jusque-là retiré des profits en fragmentant leur chaîne de valeur.

En France, une loi de 2017 sur le « devoir de vigilance des sociétés mères et des entreprises donneuses d'ordre » crée une nouvelle obligation légale contraignant les grandes entreprises à prévenir les risques d'atteinte aux droits humains et aux libertés fondamentales, à la santé et à la sécurité des personnes ainsi qu'à l'environnement, pouvant résulter tant de leurs propres activités que de celles de leur groupe de sociétés (filiales et sociétés contrôlées) et de celles de leurs chaînes d'approvisionnement (fournisseurs, sous-traitants) en France et à l'étranger. En cas de non-respect de cette nouvelle obligation de vigilance, la responsabilité de la société mère ou entreprise donneuse d'ordre pourra être engagée devant un juge français, avant et/ou après la réalisation d'un dommage. Cette loi est une de celles qui, dans le monde, vont le plus loin dans la volonté de lutter contre l'impunité dont jouissent les multinationales.

L'ingénieur est un acteur historique oublié de la responsabilité d'entreprise. Lorsqu'il parvient à accéder à des positions managériales, il doit pourtant prendre en charge l'enchevêtrement des pratiques d'ingénierie avec les structures sociopolitiques de l'entreprise, et il ne peut généralement pas se contenter de coordonner les performances des différents acteurs afin d'atteindre des résultats techniques et commerciaux prédéfinis. C'est ainsi qu'il existe une tradition de l'ingénierie dite « sociale », dans laquelle les ingénieurs actuels pourraient puiser en la réadaptant aux exigences contemporaines.

Reste que le processus de financiarisation des entreprises, amorcé dans les années 1980, a considérablement affaibli l'autorité de gestion des managers et, par extension, celle des ingénieurs. La responsabilisation des ingénieurs se heurte alors aux logiques d'entreprise : doté des meilleures intentions possibles, et même de la plus assumée des éthiques de conviction, l'ingénieur manager demeure impuissant face à l'entreprise. C'est donc sur l'éthique socio-économique de l'entreprise, et non pas seulement sur l'éthique personnelle et professionnelle de l'ingénieur, qu'il faut déplacer le regard. Les régulations « par la conscience⁴⁰ » sont toujours faibles face aux grandes masses institutionnelles que constituent les entreprises. Or il se trouve que le périmètre des responsabilités des entreprises s'est considérablement rétréci ces dernières années, pour se recentrer sur les responsabilités fiduciaires que les dirigeants doivent assumer vis-à-vis des actionnaires afin de leur garantir une maximisation de la valeur actionnariale, au moment même où les crises socio-économiques et écologiques demandaient au contraire de l'étendre au maximum.

Face à cette vision purement actionnariale de l'entreprise, des alternatives ont été proposées : cela n'est sans doute pas un hasard si l'une d'entre elles, celle de la SOSE, émane d'une école d'ingénieurs et restaure une vision de l'entreprise comme projet collectif et centre de production éthique.

Ce travail nécessaire sur la justice des institutions ne signifie pas que rien ne doive être exigé individuellement de l'ingénieur : les institutions ne peuvent instaurer la justice que si ses membres se comportent individuellement d'une certaine manière. La responsabilisation suppose ainsi l'implication personnelle des salariés, d'autant plus forte que les structures de l'entreprise seront elles-mêmes plus vertueuses.

40. Cas Wouters, « Comment les processus de civilisation se sont-ils prolongés ? », *Vingtième Siècle*, n° 106, avril-juin 2010.

Le métier d'ingénieur apparaît tiraillé entre deux pôles, technique et managérial, d'où peuvent être dérivés des systèmes de valeurs en conflit. Compte tenu du fait que les impératifs financiers l'emportent le plus souvent sur les données purement techniques, il arrive que les ingénieurs se trouvent confrontés à la situation de devoir compromettre la réalisation d'un intérêt supérieur au profit d'intérêts particuliers et/ou privés. Ils peuvent alors assumer une responsabilité personnelle et/ou professionnelle pour s'y opposer. Les cas de conscience de l'ingénieur révèlent ainsi que l'ingénieur peut porter des valeurs qui ne se résument pas à la loyauté due à l'employeur et qui parfois la transcendent (chapitre 1).

Pour autant, le sens de la responsabilité personnelle et professionnelle ne suffit pas à imposer l'ingénieur face à l'entreprise qui l'emploie : il y a une incomplétude fondamentale de l'éthique de l'ingénieur qui appelle une éthique d'une dimension plus large et structurelle, celle de l'entreprise (chapitre 2). Les atteintes portées à l'entreprise comme projet collectif et élément de régulation du capitalisme par la financiarisation sont aujourd'hui profondes et durables. Mais le changement de modèle macro-économique actuel, prédateur en ressources et socialement injuste, ne pourra pas se faire sans les entreprises : aussi convient-il d'en repenser l'éthique pour surmonter ces atteintes. Les ingénieurs, en tant que managers, devraient être appelés à jouer un rôle majeur dans cette refondation.

Dans cette première partie, l'éthique de l'ingénieur s'est déployée dans son espace naturel, celui de l'entreprise, qui est aussi le plus restreint. Ce premier ancrage de l'éthique de l'ingénieur n'a donc pas manqué de faire surgir, comme par brusques retours du refoulé, des entités plus larges vis-à-vis desquelles l'ingénieur doit également assumer une responsabilité : la société (deuxième partie), la nature (troisième partie). La dimension technicienne, première, du métier d'ingénieur réapparaît alors de manière centrale : appréhendées sous le seul angle de la sécurité quand la focale est mise sur l'entreprise, les techniques conçues et développées par l'ingénieur ont en réalité d'énormes impacts sur notre manière même d'organiser la société et de nous relier à la nature.

Bibliographie sélective de la première partie

Michel Aglietta et Antoine Rebérioux, *Les Dérives du capitalisme financier*, Albin Michel, 2014.

C. Fred Alford, *Whistleblowers: Broken Lives and Organizational Power*, Ithaca, Cornell University Press, 2002.

Robert M. Anderson, Robert Perrucci, Dan E. Schendel et Leon E. Trachtman, *Divided Loyalties: Whistle-Blowing at BART*, West Lafayette, Purdue University, 1980.

Luc Boltanski et Ève Chiapello, *Le Nouvel Esprit du capitalisme*, Gallimard, 1999.

Michael Davis, *Thinking Like an Engineer. Studies in the Ethics of a Profession*, New York, Oxford University Press, 1998.

Christelle Didier, *Penser l'éthique des ingénieurs*, PUF, 2008.

Cécile Renouard, *Éthique et entreprise*, Éditions de l'Atelier, 2015.

Cécile Renouard et Swann Bommier, *Au-delà de la RSE. L'entreprise comme commun*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2018.

Ivan Sainsaulieu et Dominique Vinck, *Ingénieur aujourd'hui*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2015.

Blanche Segrestin et Armand Hatchuel, *Refonder l'entreprise*, Seuil, 2012.

Sezin Topçu, *La France nucléaire. L'art de gouverner une technologie contestée*, Seuil, 2013.

DEUXIÈME PARTIE
L'OUVERTURE
DE L'ÉTHIQUE
DE L'INGÉNIEUR
AUX ENJEUX
SOCIOTECHNIQUES

Si l'éthique de l'ingénieur se présente d'emblée comme une éthique intégrée à l'entreprise, ce premier cercle d'ancrage des valeurs de l'ingénieur se révèle trop étroit et, « pour les ingénieurs, l'intégration de la technique et du social représente un défi important¹ ». Pour le philosophe américain Carl Mitcham, l'objectif de l'éthique de l'ingénieur n'est d'ailleurs pas de promouvoir le respect d'une déontologie professionnelle prioritairement dédiée aux entreprises, mais bien de mener une réflexion théorique sur l'agir technique². Il s'agit donc maintenant de revenir au cœur de métier d'ingénieur, l'expertise technique, et d'en évaluer les impacts directs et indirects. Cette ouverture de l'éthique de l'ingénieur aux enjeux sociotechniques est d'autant plus nécessaire que l'époque actuelle se caractérise par un développement sans précédent des effets de la technicité humaine, bien au-delà de l'enclave des entreprises, sur ces deux entités que sont la société et la nature.

De toute évidence, la conception, l'optimisation et la maintenance des systèmes techniques constituent la tâche centrale des ingénieurs. Mais l'ingénierie ne s'y réduit pas et les ingénieurs doivent être réhabilités comme des acteurs de premier plan de la co-production des technologies, de la société et de la nature, ce qui implique des responsabilités plus larges. La greffe des objets techniques sur les corps sociaux³ qui les transforment dans un processus ininterrompu de fabrication du monde matériel est d'abord pilotée en effet par les ingénieurs. L'artificialisation induite du milieu de vie par les techniques constitue désormais une dimension essentielle de notre manière d'exister, si bien que la technique ne peut plus s'entendre hors de toute référence à la sphère des valeurs et des finalités humaines : ce sont elles que l'éthique vient révéler derrière l'apparence de neutralité des sciences et des techniques, dans un raisonnement analogue avec la première partie qui a critiqué la neutralité supposée de l'économie.

Une fois établi l'ampleur du rôle des ingénieurs et de leurs responsabilités dans le développement sociotechnique (chapitre 1), la question se posera de savoir comment ils peuvent s'engager, à titre professionnel et/ou citoyen, dans la démocratie technique afin de contribuer à une réappropriation citoyenne des choix techniques (chapitre 2).

1. Lyse Langlois, « Une éthique à deux vitesses : dangers et répercussions sur l'identité professionnelle », *Pyramides*, vol. 16, n° 1, 2008, p. 36.

2. Carl Mitcham, *Thinking Ethics in Technology: Hennebach Lectures and Papers, 1995-1996*, Colorado, Colorado School of Mines, 1997.

3. Au sens de Bruno Latour, *Les Microbes. Guerre et paix*, Métailié, 1984.

CHAPITRE 1

LES RESPONSABILITÉS DES INGÉNIEURS DANS LE DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE

Pour certains théoriciens de l'éthique de l'ingénieur, et peut-être surtout pour les ingénieurs eux-mêmes (voir encadré ci-après), l'éthique des techniques ne relève pas des responsabilités de l'ingénieur, alors même que « technique et responsabilité sont depuis longtemps soumises à un mouvement qui les rapproche inéluctablement » et qu'un « accroissement de responsabilité » devrait apparaître comme la « rançon inévitable du destin technologique de l'homme⁴ ».

Situé à l'interface de l'industrie, des sciences, des techniques et des systèmes humains, le collectif des ingénieurs est beaucoup plus actif qu'on ne le pense dans l'ancrage sociotechnique des objets et des pratiques d'ingénierie. Mais pour réévaluer son rôle et faire émerger les responsabilités qui s'y rattachent, il faut renoncer à séparer la technique, qui relèverait des seuls moyens, de l'éthique, qui interroge les finalités. L'objet technique ne se réduit pas à sa seule fonctionnalité : en amont, dans sa conception même, il incorpore une réalité humaine et incarne des valeurs (de bien-être, de vitesse, de sécurité, d'innovation, etc.) qui brouillent la frontière entre la technique et l'éthique, les faits et les valeurs. En aval, en s'efforçant de développer et de diffuser les techniques qu'ils conçoivent, il arrive que les ingénieurs se heurtent à des résistances et qu'ils soient alors amenés à réorienter les pratiques sociales conformément aux requisits des techniques.

Mais dans le domaine de la technique comme dans celui de l'entreprise, le repérage des responsabilités propres aux ingénieurs est une tâche complexe. Ce premier chapitre commence par critiquer les arguments classiques qui déresponsabilisent les ingénieurs du développement technique, pour proposer ensuite une identification de ces responsabilités en trois temps : décider des techniques, les concevoir et enfin les diffuser dans le corps social, ce qui suppose aussi d'en assumer les conséquences pour sa structuration.

4. Jean-Pierre Sérís, *La Technique*, PUF, 1994, p. 337.

L'ingénieur et la vie socratique par Langdon Winner

« On peut raisonnablement supposer qu'une société totalement engagée dans la fabrication de réalités artificielles a beaucoup réfléchi à la nature de cet engagement. On s'attendrait, par exemple, à ce que la philosophie de la technologie soit un sujet largement discuté par les universitaires et les professionnels de la technique, un domaine de recherche bien vivant et attractif pour les étudiants de nos universités et de nos écoles d'ingénieurs. [...] Pourtant, ce n'est pas le cas. Dans l'état actuel de développement avancé de notre civilisation industrielle et technologique, l'observation la plus pertinente qu'on puisse faire sur la philosophie de la technologie est qu'elle n'existe pas vraiment. [...]. Les ingénieurs ont montré peu d'empressement à remplir ce vide. En dehors des grandes phrases creuses pour discours de banquet annuel de telle ou telle association d'ingénieurs, en particulier pour célébrer les contributions de tel ou tel métier technique au bien-être général de l'humanité, les ingénieurs ne semblent pas au courant que leurs travaux puissent soulever des questions philosophiques. Pour engager la conversation avec mes amis ingénieurs, je leur demande parfois : "Quels sont les principes fondamentaux de votre discipline ?" Cette question produit toujours un effet de surprise. Même lorsque j'explique ce qui m'intéresse, c'est-à-dire avoir une idée cohérente de la nature et de la signification de la branche dans laquelle ils travaillent, la question n'a toujours aucun sens pour eux. Les rarissimes ingénieurs qui se posent sur leur profession technique les questions de fond importantes sont en général considérés par leurs collègues comme des agités et des extrémistes. Si l'idée socratique selon laquelle "une vie sans se poser de questions ne vaut pas la peine d'être vécue" est un principe toujours en vigueur, alors il faudrait que quelqu'un mette au courant la plupart des ingénieurs⁵. »

L'INGÉNIEUR DÉRESPONSABILISÉ VIS-À-VIS DU DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE

La philosophie des techniques ne fait pas grand cas de la figure morale de l'ingénieur. Trois arguments majeurs, engageant des conceptions très différentes des techniques, sont à l'origine de la déresponsabilisation des ingénieurs vis-à-vis du développement technique.

Argument n° 1 : le statut moral des techniques serait fondamentalement neutre et l'éthique des techniques se réduirait à celle de leurs utilisateurs.

La technicité est une caractéristique anthropologique universelle et correspond à l'invention d'outils amovibles qui mettent l'homme, originellement sans protection, en capacité de rééquilibrer son rapport à la nature. Mais « la » technique n'existe pas dans la thèse dite de la « neutralité de la technique » : derrière le singulier se cache une panoplie diversifiée d'outils et de machines mis à la disposition d'utilisateurs potentiels. Les dispositifs techniques demeurent ainsi

5. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur* [1986], trad. Michel Puech, Éditions Charles Léopold Mayer, 2002, p. 22-23. Langdon Winner est professeur de sciences politiques au Rensselaer Polytechnic Institute, l'une des grandes écoles d'ingénieurs des États-Unis.

« inanimés [...] tant qu'ils ne sont pas rappelés à leur statut d'objets techniques par l'intention qui en réveille les caractères propres en les faisant "servir" selon la finalité pour laquelle ils ont été conçus et produits. [...] Les outils, les machines sont là, devant nous et autour de nous, à notre disposition. C'est donc du côté du sujet qui s'en saisit et s'en sert qu'il faut chercher les normes de leur usage et la source de la valeur qui leur est reconnue. En eux-mêmes, ces dispositifs techniques ne sont ni bons, ni mauvais⁶ ». Les techniques ne sont que des moyens permettant de réaliser une fin projetée sur elles à partir de besoins ou de désirs préalables à leur existence. Cette thèse de l'extériorité des techniques à toute ambition normative ne reconnaît aux processus et aux objets techniques qu'un statut moral fondamentalement neutre. La technique n'est ni bonne ni mauvaise en soi : seul son usage l'est, et les bons ou mauvais effets des moyens neutres mis à notre disposition par le progrès technique doivent être strictement référés aux intentions bonnes ou mauvaises des utilisateurs. L'acier constitue aussi bien les charrues que les épées, pour citer un exemple biblique ancien ; le couteau sert aussi bien à tuer qu'à prélever le nécessaire pour se nourrir ; la Chine n'a pas fait un usage militaire de ses découvertes technologiques (poudre à canon, boussole, etc.) ; Wernher von Braun, l'ingénieur nazi des fusées V2 passé à la Nasa après la guerre, disait à propos des dégâts humains causés par son invention : « Ce n'est pas mon secteur » ; l'opinion publique s'accommode plus facilement des usages civils du nucléaire (énergétiques et thérapeutiques) que de ses finalités militaires ; les OGM sont incontestés dans leurs usages médicaux et décriés dans leurs usages biotechnologiques ; etc. Les techniques, comme l'économie, formeraient ainsi le domaine réservé de la neutralité.

Cette disjonction entre conception et utilisation trouve son origine chez Aristote, qui appréhende la technique comme un moyen au service d'une fin, une *poiesis* (une production d'objet artificiel qui requiert un savoir-faire instrumental) dirigée par une *praxis* (une action qui trouve en elle-même sa finalité). La technique ne prédispose pas à la détermination des fins et se réduit à l'agencement de moyens en vue d'une fin. Cette subordination de la technique aux fins indique bien que la compétence politique ou morale est, et doit demeurer, supérieure à l'habileté technicienne.

Dans la thèse de la neutralité de la technique, la valeur des techniques ne dépend donc que de leur usage, autrement dit de l'éthique de leurs utilisateurs. Mais c'est ne pas voir que les techniques embarquent des valeurs en elles-mêmes, c'est-à-dire qu'elles internalisent et priorisent des choix de société et promeuvent la diffusion de valeurs sociales considérées comme désirables. Aussi insignifiants soient-ils, les objets techniques développent des scripts d'action auxquels les individus doivent se conformer en automatisant leurs interactions avec l'environnement : un gobelet en plastique incite à jeter. Il promeut la culture du jetable où percolent les valeurs de la disponibilité immédiate, de la

6. Franck Tinland, « Systèmes techniques, système technicien et responsabilité humaine », in Patrick Troude-Chastenot (dir.), *Sur Jacques Ellul, L'Esprit du temps*, 1994, p. 182.

fonctionnalité sans esthétique et de la banalisation de l'abandon des déchets. D'autres exemples de notre quotidienneté technique relèvent de la même logique : le dos-d'âne oblige le conducteur automobile à ralentir. Dans sa matérialité même, il inscrit l'injonction morale à « ne pas rouler vite ». Cette injonction peut être le produit d'une concertation collective et transiter par un acte de langage prolongé dans des panneaux de signalisation du type « Ralentir ! École à proximité ». Mais le dos-d'âne sera sans doute plus efficace, ce qui signifie que le médium de l'éthique n'est pas uniquement le langage humain, mais également la matérialité des objets techniques. Le bus avec alcootest intégré ne peut démarrer que si le conducteur souffle dans l'alcootest et que celui-ci est négatif ; la ceinture de sécurité sonne tant que le conducteur ne la porte pas, etc. Les éléments techniques de notre environnement matériel intègrent des impératifs moraux et organisent une situation de décision morale⁷. Nos actions morales ne sont donc pas mises en forme uniquement par nos décisions conscientes, mais interagissent également avec les technologies qui organisent notre univers matériel.

Pour Langdon Winner, la croyance dans la neutralité morale des techniques alimente le « somnambulisme technologique » et l'« insouciance irresponsable⁸ » : elle masque le fait que nous vivons la technologie plutôt que nous l'utilisons. Il propose au contraire de considérer les techniques comme des « formes de vie », selon l'expression de Wittgenstein dans ses *Investigations philosophiques*, « profondément insérée[s] dans la perception, la pensée et le comportement des gens⁹ », de sorte que la technique finit toujours par nous apparaître avec une sorte d'évidence naturalisée. La neutralité morale des techniques fait croire que, « une fois les choses fabriquées, nous interagissons avec elles, à l'occasion, pour atteindre certains buts. On attrape un outil, on l'utilise et on le repose. On décroche le téléphone, on parle dedans, puis on le laisse tranquille un certain temps. Quelqu'un monte dans un avion, vole du point A au point B, puis descend de l'avion. L'interprétation typique de la signification de la technologie sur le mode de l'utilisation semble n'être rien de plus compliqué qu'une interaction occasionnelle, limitée et sans aucun problème¹⁰ ». Mais l'éthique fait bien partie de la technique et n'est pas limitée à l'éthique des utilisateurs : elle n'arrive pas qu'après coup, dans le moment de l'usage (voir double page p. 120). L'ingénieur doit donc commencer par juger de la valeur morale des valeurs embarquées dans les technologies qu'il conçoit, alors même que les contextes professionnels amènent le plus souvent à renoncer à une certaine autonomie de jugement.

7. Bruno Latour, « Morale et technique : la fin des moyens », *Réseaux*, vol. 18, n° 100, 2000.

8. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur*, op. cit., p. 185.

9. *Ibid.*, p. 34.

10. *Ibid.*, p. 25.

Argument n° 2 : le développement des techniques tendrait spontanément à s'autonomiser par rapport au contrôle humain et les ingénieurs n'en ont pas davantage la maîtrise.

La déresponsabilisation des ingénieurs vis-à-vis des techniques trouve aussi dans un deuxième argument, pourtant opposé au premier, l'un de ses fondements les plus solides : les techniques éclatées se trouvent alors déclassées par « la » technique ou les « technologies » (voir encadré ci-après), qui se développent en un système agencé de manière réticulaire tendant vers l'autonomie. La technique n'est plus une boîte à outils composés d'instruments épars et exonérés des usages que les hommes peuvent faire d'eux, comme elle pouvait l'être jusqu'aux révolutions industrielles, mais au contraire un ensemble d'éléments en interaction dynamique qui constitue la trame sous-jacente, omniprésente, des activités humaines. Les ingénieurs n'ont donc pas plus de prise sur cette technique-là, qui ne tient la loi de son mouvement que d'elle-même, que sur les usages qui étaient faits de la technique vue comme boîte à outils. Le système technicien fonctionne à la manière d'une machine selon un processus anonyme : aucun sujet individuel, aucun sujet collectif non plus (des groupes socioprofessionnels, des États), ne peut être tenu pour responsable de son développement aveugle. La continuité matérielle d'un univers technique se développe selon une référence qui lui sert de loi propre : l'optimalisation de son efficacité.

La technique vue comme un système autonome est un thème qui paraît particulièrement pertinent à partir des révolutions industrielles, avec le maillage du territoire par les réseaux de transport, d'énergie et d'information ; et plus encore à l'heure actuelle, avec la réticulation informatique planétaire du système technique. La complexité et l'inertie des grands systèmes techniques sont telles, en particulier pour ce qui concerne les systèmes énergétiques, biaisés dans une direction particulière, qu'ils se trouvent alors hors de portée du pouvoir d'action humain et qu'il apparaît impossible de déplacer leurs contraintes techniques, scientifiques ou socio-économiques. Non seulement cette complexité rend insaisissable la localisation du pouvoir technologique, mais en plus elle voue l'ingénierie à n'intervenir qu'à la marge, par l'ajout de modifications mineures : « Les choix [techniques] tendent à se solidifier en équipements matériels, investissements économiques et habitudes sociales », si bien que « la flexibilité d'origine disparaît, en pratique », écrit Langdon Winner¹¹. De là, d'ailleurs, les espoirs récents d'une nouvelle révolution énergétique qui permettrait de déconcentrer le système pour y réintroduire la possibilité du contrôle¹². Mais y compris pour les âges prétechniciens, les travaux de paléanthropologie nous ont appris que les outils s'organisent spontanément comme un « outillage » : André Leroi-Gourhan évoque ainsi un « milieu technique » pour souligner la continuité des

11. *Ibid.*, p. 59.

12. Jérémy Rifkin, *La Troisième Révolution industrielle*, Les Liens qui libèrent, 2012.

moyens. Les techniques sont alors comme des espèces vivantes qui échappent à l'emprise de l'homme : elles ont une vie propre¹³.

Techniques et technologies

Les deux termes sont très souvent utilisés de façon interchangeable. On parle pourtant plus volontiers de « technologie » pour désigner Internet et de « technique » pour se référer à la gravure par exemple. Un partage vient spontanément à l'esprit : le feu, le langage, l'écriture, etc., sont des techniques, tandis que le nucléaire, Internet ou les nanotechnologies seraient des « technologies ». Pour séparer les techniques des technologies, le critère chronologique ouvre une première piste : les techniques semblent en effet plus anciennes, du moins dans les exemples mentionnés à l'instant. Mais nous continuons pourtant à les utiliser et il est impossible de dater un tournant à partir duquel les *techniques* seraient devenues des *technologies*. Trois autres critères peuvent aider à clarifier la distinction entre techniques et technologies¹⁴:

1) Les technologies sont fondées sur la science moderne et se développent par application des connaissances scientifiques. Elles seraient l'application d'un savoir théorique et formalisé, plutôt qu'un « bricolage », et ne pourraient donc pas exister avant l'invention de la science moderne, au XVIII^e siècle. À l'inverse, on a su faire du feu bien avant de comprendre comment fonctionnait la combustion, et de manière plus générale *Homo habilis* précède historiquement *Homo sapiens*. Cette manière de départager techniques et technologies est néanmoins contestable : 1) d'abord, parce qu'elle laisse entendre que la science serait une activité « pure » d'où sont ensuite dérivées les technologies. Or il n'y a sans doute jamais eu, y compris dans la modernité, de science pure expurgée de la technique (ne serait-ce que parce que la science recourt à des instruments pour reproduire les phénomènes naturels qu'elle observe), pur produit de l'interaction entre la raison individuelle et le monde de l'expérience. Lynn White Jr., historien des techniques médiévales, explique par exemple que, dans l'Europe occidentale médiévale, la transformation du rapport à la nature, dont l'énergie (l'eau et le vent) est mobilisée pour obtenir des effets utiles à grande échelle, va lui procurer une avance technique qui constitue le préalable obligatoire à son développement scientifique ultérieur¹⁵. Cela dit, alors qu'il y a encore peu de techniques d'origine scientifique à l'époque prémoderne, le savoir scientifique va commencer à produire des technologies dans les époques ultérieures ; 2) inversement, à propos des technologies contemporaines, nanotechnologies ou biologie de synthèse, par exemple, des auteurs évoquent un « bricolage microscopique » pour illustrer le fait que la production de savoir est ici concomitante, voire postérieure, à l'invention de la technologie. On parle alors de *technosciences*. Dans cette approche, la recherche scientifique est d'abord assujettie aux besoins d'innovation technologique des firmes, si bien que ses objectifs lui sont assignés par avance. La science devient un savoir presque immédiatement convertible en savoir-faire.

2) On appelle technologie le nom donné à la technique en régime capitaliste. Ce critère s'attache à comprendre le contexte économique dans lequel naissent les innovations. Jusqu'au XIX^e siècle, la plupart des inventions techniques étaient portées par un individu et la postérité a gardé la mémoire de quelques inventeurs de génie et touche-à-tout (Archimède, Léonard de Vinci, etc.). Avec la révolution industrielle et l'émergence du capitalisme, l'invention devient innovation. Une invention peut faire l'objet d'un brevet (un brevet d'invention), quand l'innovation désigne l'exploitation industrielle de ce brevet. Dans l'espoir d'une innovation, on investit avant même que la technologie ne soit développée. Aujourd'hui, on estime qu'environ 40 % des

13. André Leroi-Gourhan, *Le Geste et la Parole*, t. I : *Technique et langage*, Albin Michel, 1964, p. 206.

14. Pour une présentation pédagogique et engagée de ces arguments, voir la conférence de Célia Izoard, « Technologie et Progrès » de janvier 2014 à la Fondation Copernic : <https://vimeo.com/85419291>

15. Lynn White Jr., "The Historical Roots of our Ecological Crisis", *Science*, vol. 155, n° 3767, 1967, p. 1203-1207.

brevets déposés à l'Office européen des brevets ne sont pas exploités : ce sont des inventions qui ne deviennent jamais des innovations. De même que l'invention peut être vue comme une célébration de la technique, mais pas nécessairement du régime économique dans lequel elle s'inscrit, les mouvements DIY (*Do it yourself*) qui émergent actuellement ne sont pas du tout technophobes, mais peuvent s'apparenter à une forme de résistance à la technologie comme expression du capitalisme.

3) La technologie désigne le transfert des savoir-faire humains aux machines et la concentration du savoir-faire technique chez les humains qui conçoivent ces machines. On a *objectivé* le savoir-faire dans un objet, qui est souvent une machine, et aujourd'hui le savoir-faire technique est concentré non pas chez ceux qui *font* ou qui *fabriquent*, mais chez ceux qui conçoivent les machines, c'est-à-dire les ingénieurs. Avant la mécanisation massive des processus industriels, l'ingénieur avait une plus grande compétence technique que l'ouvrier, mais ce dernier était quand même porteur d'une expertise de nature technique. Ils n'étaient d'ailleurs pas si facilement interchangeable. Avec la division du travail impulsée par le taylorisme, l'expertise de l'ouvrier est réduite au geste le plus minime et le reste du processus devient une boîte noire. La technologie (une automobile, par exemple) serait ainsi la somme d'une multitude de petits gestes qui n'ont plus de sens pour ceux qui les exécutent, tandis que celui qui conçoit le modèle, l'ingénieur, concentre tout le savoir technique, mais ne fabrique rien lui-même. La technique serait alors le domaine de l'artisan, éventuellement de l'ouvrier spécialisé, et la technologie celui de l'ingénieur qui conçoit des machines, ces machines concentrant alors un grand nombre de savoir-faire autrefois détenus par les humains. On retrouve alors une autre distinction entre technique et technologie¹⁶ : la technique s'applique au geste (allumer un feu) et requiert un *savoir-faire*, la technologie désigne l'objet. Et pour se servir d'une technologie, la notion de savoir-faire s'efface pour laisser place à un geste machinal, comme appuyer sur un bouton (allumer un briquet).

Si les distinctions entre techniques et technologies méritent d'être clarifiées, il n'en reste pas moins que le terme *technique* peut englober à la fois la technique et la technologie. Nous utilisons ces termes dans une acception large quant aux domaines d'application : ainsi, un programme informatique ou un médicament sont également des technologies.

Un point intéressant est que l'argument de l'autonomisation de la technique se décline aussi bien chez les technophiles (sur le thème bien connu « On n'arrête pas le progrès ») que chez les technophobes (sur celui de « La technique folle, devenue une force incontrôlable par les hommes »). D'une part, pour les technophiles, le progrès fonctionne comme une idéologie déresponsabilisante puisqu'il se réalise indépendamment de la volonté des hommes : « Insister sur le "progrès" a toujours permis de se décharger de ses responsabilités, ce qui joue en faveur de cette option. La croyance au progrès répond à la question "que devons-nous faire ?", qui se repose à chaque génération : "la même chose que ce qu'on a toujours fait" – en plus grand, en plus rapide, en plus coûteux », écrit Ulrich Beck, dans *La Société du risque*¹⁷. Les promoteurs actuels des nanotechnologies et des biotechnologies tiennent ce type de discours, d'où le recours fréquent chez eux à des « lois » d'évolution des techniques, par exemple la loi de Moore dans l'industrie micro-informatique (tous les dix-huit mois, la taille des puces est divisée par deux).

16. Michel Puech, *Homo sapiens technologicus*, Le Pommier, 2008.

17. Ulrich Beck, *La Société du risque. Sur la voie d'une autre modernité* [1986], *op. cit.*, p. 474.

D'autre part, pour les technophobes, le paradoxe central de la technique veut que l'entreprise de domination des hommes sur la nature par le moyen des techniques menace constamment de se retourner en domination des hommes par leur propre puissance technique. La souveraineté de la technique n'engage alors plus la volonté des hommes, dont elle acte la perte de maîtrise. Cette thèse est présente chez des auteurs aussi différents que Heidegger, les philosophes de l'école de Francfort (Adorno et Horkheimer) ou Hans Jonas qui, dans *Le Principe responsabilité*, évoque la nature « cumulative » et « compulsive » du progrès technique¹⁸. En France, c'est le philosophe Jacques Ellul qui manifeste l'archétype d'une position morale radicalement antitechniciste. En 1954, dans *La Technique, ou l'Enjeu du siècle*, il s'inquiète du fait qu'« il n'y a[it] pas d'autonomie de l'homme possible en face de l'autonomie de la technique¹⁹ ».

L'autonomisation de la technique suit un mouvement interne et dynamique qui lui est propre, en fonction d'une norme d'efficacité que Jacques Ellul appelle l'« impératif technicien ». En ce sens, le système technique n'est absolument pas neutre d'un point de vue moral (voir argument n° 1) et impose bien une « éthique technicienne ». L'ingénieur cherche à produire le maximum d'effets pour le minimum d'utilisation des ressources, mais cette recherche d'efficacité est elle-même une valeur qui se diffuse dans toute la société : en toute chose, on se met à rechercher « la méthode absolument la plus efficace²⁰ ». Les hommes sont subordonnés à cet impératif technicien, de sorte que la technique ne peut s'envisager comme un moyen contrôlé au service d'une fin fixée en dehors d'elle. La technique constituerait en elle-même sa propre fin. Pour Jacques Ellul, l'instrumentation anthropocentrique de la technique est un mythe. C'est elle, et non l'homme, qui est douée d'autonomie. Car si la technique s'agence en fatalité par combinaison automatique d'éléments antérieurs, selon un mouvement d'auto-accroissement illimité et aveugle, sans but ni sens en dehors de lui-même, l'homme participe de moins en moins activement à la création technique. Il subit le développement des techniques plutôt qu'il ne l'initie ou l'accompagne et en vient à perdre toute autonomie morale. Il réalise tout ce qu'il est techniquement possible de faire et le techniquement possible finit par décider, seul, et par effet de capture, du moralement souhaitable. La vision excessivement déterministe du développement technique défendue par Jacques Ellul lui fait dire ainsi que « la technique est autonome [...] à l'égard de l'économie et de la politique... Elle est le moteur de tout le reste²¹ ». Elle conduit à un fatalisme qui masque les choix politiques orientant le cours des transformations techniques et occulte le rôle des acteurs impliqués dans le développement technique (voir double page ci-après et partie III). Dans un tel schéma d'analyse, les techniciens et les ingénieurs « veillent sur les réseaux, en conçoivent et utilisent les “terminaux”

18. Hans Jonas, *Le Principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Cerf, 1990.

19. Jacques Ellul, *La Technique, ou l'Enjeu du siècle* [1954], Armand Colin, 1990.

20. *Ibid.*, p. 18-19.

21. Jacques Ellul, *Le Système technicien* [1977], Calmann-Lévy, 1994.

(rames de TGV, rasoirs électriques et ordinateurs confondus)²² : ils ne font qu'optimiser le « déjà-là ».

Alors qu'il prend appui sur des prémisses très différentes, on voit donc que ce deuxième argument de l'autonomie converge vers la conclusion tirée du premier : les ingénieurs n'auraient pas à assumer de responsabilités particulières vis-à-vis du développement technique puisqu'ils ne sont pas des décideurs techniques de premier plan.

Tableau n° 1 : Deux visions de la technique, une même conclusion déresponsabilisante pour l'ingénieur

	La technique comme boîte à outils	La technique comme système
Exemples	Couteaux, tournevis, pinces, lacets de chaussures, etc.	Lignes ferroviaires, centrale nucléaire, informatique, bombe atomique
Forme	Boîte à outils, unités isolables	Réseau : tissus de relations et d'interdépendances
Extension	Discontinuité/délimitation	Continuité/illimitation : la technique comme « milieu »
Visibilité	Visibilité	Invisibilité
Maîtrise	Objets manipulables, flexibles	Instruments de capture
Dépendance	Réversibilité	Inertie systémique de la technique
Statut de la technique	Moyen	Fin
Conclusion	Les concepteurs et les utilisateurs des techniques, les ingénieurs, n'ont pas de rôle significatif à jouer du point de vue de l'éthique des techniques.	

22. Franck Tinland, « Systèmes techniques, système technicien et responsabilité humaine », in Patrick Troude-Chastenot (dir.), *Sur Jacques Ellul, op. cit.*, p. 184.

La technique n'est ni neutre ni autonome

Le cas de la programmation morale des robots tueurs

La robotique est l'ensemble des techniques qui permettent la conception et la réalisation de machines autonomes qui embarquent à la fois des techniques mécatroniques (capacité à prendre des objets, par exemple) et des modules d'intelligence artificielle (capacités cognitives de perception, de raisonnement et d'action, et même des capacités d'apprentissage en *deep learning*). La robotique industrielle, qui a émergé dans les années 1950 en complément des chaînes d'assemblage, a connu une évolution majeure vers la robotique de service, dite « professionnelle », avec l'arrivée des robots « collaboratifs », beaucoup plus souples et légers, capables d'interagir avec les hommes²³. Les principaux secteurs d'application sont l'agriculture (robots désherbants, par exemple), la domotique (robots aspirateurs, par exemple), les services aux personnes (robots d'assistance de vie destinés aux personnes malades, handicapées ou âgées), mais aussi la défense (robots tueurs, par exemple).

Les robots sont des objets techniques qui permettent de comprendre que la technique n'est ni neutre ni autonome. Elle n'est pas neutre, car les robots, qui agissent de façon procédurale, c'est-à-dire en suivant des règles, embarquent les valeurs qu'on implémente en eux. Elle n'est pas non plus autonome, car si les robots peuvent agir à distance et prendre des décisions, ils n'agissent jamais que conformément à la manière dont ils ont été programmés, par délégation d'une responsabilité qui demeure fondamentalement du côté de l'humain et qu'il lui revient donc d'assumer. Le cas des robots tueurs, traité dans cette double page, est à cet égard paradigmatique.

Dans le secteur de la défense, la robotique permet de développer des robots capables de tuer à distance et sans intervention humaine, distincts des drones armés qui demeurent téléopérés en temps réel. Les industriels parlent de SALA (système d'armes létales autonome) pour désigner ces robots d'un terme plus neutre et moins anxiogène que celui de « robots tueurs ». Ils sont aujourd'hui développés par des pays comme la Chine, la Corée du Sud, les États-Unis, Israël, le Royaume-Uni et la Russie, lancés dans une compétition intense. Les avantages attendus seraient de quatre ordres différents²⁴ :

- 1) **économiques** : leur utilisation permettrait de réduire les coûts de personnel ;
- 2) **opérationnels** : ils accroissent la rapidité de la prise de décision, agissent de manière chirurgicale, suppriment les émotions et réduisent la dépendance à l'égard des communications, un atout en zone de conflit ;
- 3) **sécuritaires** : en remplaçant ou en assistant les humains, ils minimisent les risques pour les militaires et font espérer l'avènement d'une guerre sans morts, du moins du côté de l'armée qui les déploie ;
- 4) **humanitaires** : les robots pourraient mieux respecter les protections accordées par le droit international humanitaire, ce droit pendant la guerre (*jus in bello*) censé représenter un garde-fou, que les humains ne sont capables de le faire. Il s'agirait ici d'incuber dans les robots les grands principes fondamentaux du droit des conflits armés et de l'éthique de la guerre que sont : **a) le principe d'humanité**, c'est-à-dire la volonté d'éviter dans toute la mesure du possible les maux superflus engendrés par le recours à la force ; **b) le principe de discrimination**, c'est-à-dire la nécessité de distinguer les objectifs militaires des biens et populations civiles qui ne doivent faire l'objet d'aucune attaque volontaire ; **c) le principe de proportionnalité**, c'est-à-dire la nécessité de s'abs-

23. Nathalie Nevejans, *Traité de droit et d'éthique de la robotique civile*, LEH Éditions, 2017.

24. Jean-Baptiste Jeangène Vilmer, « Terminator Ethics : faut-il interdire les "robots tueurs" ? », *Politique étrangère*, n° 4, hiver 2014-2015, p. 15167.

tenir de lancer une attaque qui causerait incidemment des pertes et dommages civils excessifs par rapport à l'avantage militaire concret et direct attendu.

Dans l'esprit des industriels et des États qui soutiennent le développement de ce type d'objets techniques, on voit qu'une éthique solidement programmée dans la perfection supposée des machines doit venir suppléer la faillibilité des hommes (toujours susceptibles de bavures et de dommages dits « collatéraux », d'émotions telles que la peur de se faire tuer, etc.) : dans ce cas comme dans d'autres, les décideurs techniques eux-mêmes nous font comprendre que la neutralité morale de la technique est une idée fautive. En l'occurrence ici, cette éthique embarquée fait l'objet d'une formalisation poussée. Si le dernier avantage potentiel des robots convoque le respect du droit de la guerre, c'est bien une éthique de type conséquentialiste (voir partie I) qu'il s'agit prioritairement d'informatiser²⁵. Cette éthique du calcul coût-avantage est sacrificielle par construction : dans la programmation morale du robot, tirer sur un village ou à proximité d'un hôpital, et donc sacrifier des civils (protégés par le droit de la guerre), par exemple pour capturer un dangereux terroriste, est un acte rendu possible au nom de la protection des combattants de l'armée qui déploie le robot. Certaines vies vaudraient donc davantage que d'autres. Le respect du **principe de dignité humaine**, à caractère déontologique (« il n'est pas digne pour un être humain d'être tué par un robot »), serait lui aussi contourné par l'éthique du robot qui ne vise que l'efficacité opérationnelle de la mise à mort.

Par ailleurs, le robot questionne l'autonomie des techniques. L'autonomie peut se comprendre en deux sens : au niveau macro, comme l'autonomie du processus d'évolution des techniques ; au niveau micro, comme l'autonomie des objets techniques. Au niveau macro, les robots tueurs se présentent comme le point d'aboutissement de la logique d'évolution des techniques d'armement, qui n'ont cessé de maximiser la distance entre l'utilisateur et l'ennemi à détruire dans un processus continu depuis que l'homme est devenu un prédateur de grandes proies il y a trois millions d'années. Au niveau micro, pour les industriels, l'autonomie désigne la capacité d'agir à distance et de décider seul du tir. Mais cette conception de l'autonomie appelle une critique importante : elle masque les responsabilités qui sont impliquées au niveau politique et technique, c'est-à-dire la possibilité pour les hommes de se reconnaître eux-mêmes comme l'origine des effets qu'ils produisent. L'autonomie supposée des robots dépolitise ainsi le remplacement des hommes par des robots, qui relève pourtant bien d'un choix politique, et en masque les principales conséquences²⁶. Dépolitisation du choix d'abord : ce sont bien des États qui décident ou non du développement des SALA, des armées qui décident d'en acheter ou pas, et ce sont bien enfin des ingénieurs informaticiens qui ensuite programment moralement les robots (« C'est l'ingénieur qui a mis toutes les conditions en place et on fait semblant de l'oublier », écrit Marie-des-neiges Ruffo²⁷). Dénégation des conséquences, parmi lesquelles la dépolitisation de la guerre elle-même : on sait en effet que la diminution des interventions armées des pays démocratiques repose en grande partie sur l'inacceptabilité sociale des pertes militaires. Or, dans le cas de conflits asymétriques, un recours intensif aux SALA permettrait à des armées suréquipées technologiquement de s'engager sur des terrains militaires en minimisant considérablement leurs pertes, ce qui aurait comme effet potentiel de réduire la couverture médiatique de ces conflits et l'opposition populaire qui reste un levier politique majeur – le cas paradigmatique restant ici le retrait des troupes américaines au Vietnam, dû en grande partie à une opposition citoyenne massive. En l'absence de pertes dans son propre camp, une telle opposition populaire aurait-elle encore un sens ?

25. Marie-des-Neiges Ruffo, *Itinéraire d'un robot tueur*, Le Pommier, 2018.

26. Voir la vidéo choc (*Slaughterbots*) de Stuart Russel, chercheur en intelligence artificielle, vue plus de 60 millions de fois sur Internet, qui traduit en images les dangers que font peser sur nos sociétés des armes capables d'identifier et de frapper leurs cibles sans intervention humaine.

27. Marie-des-Neiges Ruffo, *Itinéraire d'un robot tueur*, op. cit., p. 163.

Argument n° 3 : le développement technique est orienté par la politique et l'économie, et les ingénieurs ne sont donc pas des décideurs techniques de premier plan.

S'il est possible de renvoyer dos à dos les deux premiers arguments, il reste à affronter un dernier argument susceptible de contester les responsabilités des ingénieurs dans le développement technique. Il ne s'agit plus ici de considérer que celui-ci se déploie de manière autonome, mais bien de le ramener à un déterminisme social piloté par la politique et l'économie. La possibilité du choix est ainsi réintroduite, mais elle ne revient pas aux ingénieurs. Pour Armin Grunwald, directeur de l'Institut pour l'évaluation des techniques et l'analyse systémique de Karlsruhe (Allemagne), les choix technologiques sont essentiellement arbitrés par les dirigeants d'entreprise en fonction d'un calcul coût-bénéfice dans le cadre d'un marché concurrentiel, et ces chefs d'entreprise eux-mêmes ne sont pas libres de faire comme bon leur semble, puisqu'ils sont liés à une régulation politique et aux attentes sociales et culturelles de leur environnement exprimées par les marchés. Les ingénieurs ne sont donc pas vraiment des décideurs techniques et ne disposent que de peu de marge de liberté, au sens où ils dépendent toujours de spécifications techniques définies par d'autres²⁸. Du fait de la subordination des ingénieurs aux besoins exprimés par l'industrie, la seule responsabilité qui leur revient concerne l'application des normes en vigueur, éventuellement étendue au repérage des vides nécessitant l'élaboration de nouvelles normes. Le développement technique n'est donc pas dominé par les ingénieurs, qui ne participent pas à la fabrique des grandes orientations technologiques.

Cette argumentation est importante et ne se balaie pas d'un revers de main, mais elle néglige deux points importants. D'une part, à supposer que les ingénieurs ne jouent pas un rôle décisif dans le développement technique, leur responsabilité morale n'est pas annulée pour autant car la responsabilité morale ne se déduit pas d'une causalité matérielle. Autrement dit, on peut être moralement responsable sans être coupable, du seul fait de participer à un « système » auquel on ne voit rien à redire et dont on s'avise même de promouvoir les valeurs. D'autre part, à certaines époques historiques, et sous certaines conditions socio-politiques, les ingénieurs, en tant que collectif professionnel, sont présents et actifs à la fois sur le plan économique, mais aussi sur le plan politique. Contre une vision *internaliste* du développement (développement autonome et linéaire de la technique gouvernée de l'intérieur par des contraintes d'efficacité) ou une vision *externaliste* (détermination purement socio-économique de la technique), il faut ainsi repolitiser l'histoire des techniques et réhabiliter les acteurs qui en gouvernent l'évolution, que ce soit pour décider, concevoir ou gérer les conséquences de la diffusion des techniques.

28. Armin Grunwald, "Against Over-estimating the Role of Ethics in Technological Development", *Science and Engineering Ethics*, vol. 6, n° 2, 2000, p. 181-196. Voir également l'analyse que propose Christelle Didier dans « Arguments et contre-arguments sur la pertinence de l'*engineering ethics* », *Cahiers du Lasmias*, CNRS, 2002, p. 9.

INCARNER LES VALEURS DU PROGRÈS ET DE L'INNOVATION

Protéger les valeurs du progrès

Avant même de faire apparaître l'implication matérielle des ingénieurs dans le pilotage du développement des techniques (voir partie III), leur responsabilité morale vis-à-vis d'elles vient surtout de ce que les ingénieurs participent pleinement au système en imposant les sciences et les techniques comme valeurs pour la société tout entière. De même que la technique n'est pas neutre, « il est profondément faux de se représenter l'ingénieur comme un "homme sans valeur"²⁹ », écrit le sociologue François Vatin.

Les ingénieurs constituent sans doute le groupe socioprofessionnel que l'on associe le mieux au projet moderne. Au service du bien de l'humanité, les premiers ingénieurs sont notamment porteurs de la promesse de la technique moderne, c'est-à-dire la domination politique du monde par la maîtrise des phénomènes naturels, situés dans une altérité radicale. Il s'agit alors d'arracher l'homme à la nature et de le rendre « comme maître et possesseur », selon l'expression cartésienne, du monde et de lui-même. Dérivée de l'optimisme historique du siècle des Lumières, l'idée de progrès vise à redonner un sens au temps après l'effondrement des morales du salut et elle est à ce titre doublement consolante. D'abord, parce qu'en étayant l'espoir d'une amélioration future de nos conditions de vie, en faisant miroiter loin sur la ligne du temps un monde plus désirable, elle rend l'histoire humainement supportable. Ensuite, parce qu'elle donne un sens aux sacrifices : au nom d'une certaine idée de l'avenir, le genre humain est sommé de travailler à un progrès dont l'individu ne ferait pas lui-même forcément l'expérience, mais dont ses descendants pourraient profiter. Croire au progrès, c'est alors accepter de sacrifier le présent personnel au nom d'une certaine idée, crédible et désirable, du futur collectif. Le progrès est un principe de justification des malheurs du présent.

L'idée de progrès, telle qu'elle a été forgée par les Lumières et telle qu'elle est portée par les ingénieurs, ne se limite donc pas entièrement au progrès des sciences et des techniques : elle emporte avec elle une convergence à la fois scientifique, technique, mais aussi morale et socio-économique. Les ingénieurs modernes intègrent alors, dans le calcul technique lui-même, des intérêts sociaux extérieurs à l'organisation proprement dite. L'objectivité des méthodes de l'ingénieur masque à lui-même et aux autres les valeurs à l'œuvre dans les décisions qu'il prend, alors même qu'« aucun [des] domaines d'action de l'ingénierie n'est déconnecté de la société, des questions économiques, politiques, éthiques et esthétiques³⁰ ». Derrière l'esprit d'ingénieur, pris comme « un mode

29. François Vatin, « L'esprit d'ingénieur : pensée calculatoire et éthique économique », *Revue française de socio-économie*, vol. 1, n° 1, 2008, p. 131-152.

30. Dominique Vinck, « Pratiques d'ingénierie. Les savoirs de l'action », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 8, n° 2, 2014, p. 230.

de construction des connaissances, marqué par le souci de la mesure, de la formalisation et du calcul, mais aussi tourné vers l'action », une éthique économique et sociale des ingénieurs est à l'œuvre, qui ne se réduit pas au mécanisme du paradigme néoclassique de Léon Walras, lequel voyait dans la mécanique un modèle de perfection épistémologique transposable à l'économie.

Dans les premiers codes américains émerge l'image héroïque de l'ingénieur comme homme du progrès. Il faut dire que, « pendant ces deux derniers siècles, l'usine, le chemin de fer, le téléphone, l'électricité, l'automobile, l'avion, la radio, la télévision et le nucléaire ont tous servi de base à la croyance que commençait un nouvel âge radieux³¹ », particulièrement chez les ingénieurs. Les États-Unis connaissent au XIX^e siècle une professionnalisation du métier d'ingénieur qui favorise l'émergence d'un idéal technophile et technocratique. Les ingénieurs sont reconnus comme la « force vitale du progrès humain et des lumières » et comme des « penseurs logiques désintéressés ». Leur responsabilité propre est de « protéger le progrès et de s'assurer que les changements techniques sont bons pour l'humanité », selon l'historien Edwin Layton³².

Un autre exemple de cette « fusion des vertus morales et cognitives » réalisée par les ingénieurs est donné par l'historien italien Massimo Mazzotti, à propos des ingénieurs modernes à Naples au début du XIX^e siècle, formés à la Scuola di Applicazione di Ponti e Strade, conçue en 1811 sur le modèle de l'école des Ponts et Chaussées³³. Responsables des travaux autour du lac Salpi et de son « économie politique », ces ingénieurs transforment une région impaludée en un investissement rentable pour le gouvernement et en un site modèle pour l'industrie nationale, grâce à des assèchements de terrains, de nouveaux canaux pour connecter le lac à la mer et la création d'une industrie de pêche. L'ingénieur Rivera décrit notamment les conditions de la région sous l'ancien régime, quand son propriétaire féodal « était incapable d'en tirer aucun profit » car il n'avait pas les connaissances scientifiques nécessaires. L'intervention des ingénieurs sur le territoire transforme la structure socio-économique de régions entières : ils ne font pas que concevoir des canaux et des routes, ils planifient aussi la création de « colonies », le déplacement de main-d'œuvre et de populations, l'implantation de manufactures. Rivera doit alors combattre « des préoccupations et des préjugés », hérités de « temps barbares » et d'une « administration vicieuse », et considère que les plus grands obstacles sont « moraux plutôt que physiques ». La moralité de l'ingénieur est fondée pour lui sur sa compréhension supérieure de la réalité naturelle et sociale, qui guide son action transformatrice. Au-delà du fait que l'activité technique des ingénieurs revêt des dimensions éminemment politique et économique, il faut aussi préciser que ces ingénieurs sont constitués en corps, ce qui est propice à l'affirmation des « vertus exceptionnelles » de ses membres.

31. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur*, op. cit., p. 169.

32. Edwin Layton, « Le métier d'ingénieur dans l'idéologie américaine », *Culture technique*, n° 10, 1983, p. 119-131.

33. Massimo Mazzotti, « Le savoir de l'ingénieur. Mathématiques et politique à Naples sous les Bourbons », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 141-142, 2002, p. 86-97.

Les ingénieurs entre les valeurs du progrès et celles de l'innovation

Dans la charte de l'ingénieur de l'IESF, la référence à l'idée moderne de progrès est maintenue – « L'ingénieur est source d'innovation et moteur de progrès » –, mais de manière intéressante les valeurs implicites de l'innovation sont introduites à ses côtés, sans doute parce que l'idée moderne de progrès est entrée en crise et que celle d'innovation tente de s'y substituer. La crise du progrès vient d'une disjonction, actée au tournant des années 1970-1980, entre le développement technique et le bien-être humain. En 1987, un article célèbre du philosophe Georges Canguilhem explicite ce passage du modèle stable et linéaire de la lumière, hérité de la philosophie des Lumières, au modèle thermodynamique de la chaleur : l'idée de progrès se dégrade elle-même en chaleur³⁴. Avec l'entrée dans le capitalisme financier, secoué de crises récurrentes, et la prise de conscience d'une crise écologique planétaire (voir partie III), l'humanité n'est plus tournée vers la recherche du meilleur, mais bien plutôt vers le maintien de la possibilité du présent et l'évitement du pire.

Mais dans les milieux industriels et même chez les décideurs publics, l'idée d'innovation se substitue à celle de progrès pour en relancer l'espérance, si bien que l'innovation se trouve désormais à l'agenda de toutes les politiques industrielles et de recherche. En 2010, par exemple, la Commission européenne s'est fixé pour objectif de créer une Union de l'innovation à l'horizon 2020, et non plus une « société de la connaissance » comme c'était le cas dans la stratégie de Lisbonne de l'année 2000. La compétitivité, l'emploi et le niveau de vie du continent européen deviennent ainsi dépendants de sa capacité à promouvoir l'innovation. Innover devient un mot d'ordre impératif, particulièrement martelé dans les écoles d'ingénieurs et de commerce. Il engage la recherche de la nouveauté pour la nouveauté. Le réel est envisagé à l'aune d'une productivité infinie, puisque l'innovation elle-même est sans fin : elle vient en fait réparer les dommages que des innovations antérieures ont introduits. L'innovation prend appui sur l'état critique du présent pour dérouler sa logique, alors que la notion de progrès se déployait à partir d'une vue de l'avenir³⁵.

En invoquant côte à côte les deux idées de progrès et d'innovation, la charte demeure dans le cadre de la modernité : elle veut insister sur la posture de l'ingénieur ouvert aux potentialités du présent et aux changements et acte la résistance d'un optimisme techniciste chez les ingénieurs, à l'opposé de la figure du scientifique alertant sur les menaces à venir, notamment en matière climatique (voir partie III). Il convient néanmoins de distinguer les deux notions selon plusieurs critères. Tout d'abord, l'innovation renvoie à des processus techniques, économiques et organisationnels, tandis que le progrès, notamment dans la philosophie des Lumières, avait une composante morale centrale puisqu'il apportait

34. Georges Canguilhem, « De la décadence de l'idée de progrès », *Revue de métaphysique et de morale*, vol. 92, n° 4, 1987, p. 437-454.

35. Étienne Klein, *Sauvons le progrès. Dialogue avec Denis Lafay*, Éditions de l'Aube, 2017.

la promesse d'une réalisation de toutes les possibilités de l'existence humaine. Ensuite, l'innovation se situe au niveau individuel, celui de l'économie, plutôt qu'au niveau collectif, et donc politique. Elle ne répond pas aux grands besoins humains, mais crée perpétuellement de nouveaux désirs individuels. Enfin, l'accélération du rythme de l'innovation et les incertitudes sur ses effets bénéfiques à long terme expliquent que l'innovation technique n'est plus rapportée au grand récit du progrès, si bien que l'innovation est considérée pour elle-même, en tant que telle.

Trois révolutions industrielles, trois figures de l'ingénieur

Deux séries de bouleversements techniques majeurs ont rythmé le développement humain : la révolution du néolithique, qui fait passer l'homme du statut de chasseur-cueilleur à celui d'agriculteur et le sédentarise ; les révolutions industrielles, à partir de la fin du XVIII^e siècle, qui le prolétarisent. Les deux premières révolutions industrielles l'ont conduit à travailler la matière : la terre dans un cas, les ressources naturelles et notamment minières, dans l'autre. La troisième révolution industrielle, en cours selon certains auteurs tels que le prospectiviste Jeremy Rifkin, promet de ne plus travailler la matière, mais de transformer l'humain lui-même à partir de sa réduction à une série de données informatissables. Le récit collectif de chacune de ces révolutions vient s'incarner dans la figure d'un ingénieur. Si l'*ethos* de l'ingénieur des deux premières révolutions industrielles exprime l'idéal d'une réalisation de soi par la réalisation des choses, celui de la troisième révolution industrielle vise plutôt un dépassement de soi.

James Watt (1736-1819). L'ingénieur et mécanicien écossais James Watt, autour duquel un culte anglais s'est développé après sa mort, dépose le brevet de la machine à vapeur en 1784. La machine à vapeur est l'innovation « générique » par excellence : elle sort de son rôle initial (actionner des pompes permettant d'assécher les puits de mine pour faciliter l'extraction du charbon) pour se répandre dans l'industrie textile, puis dans les chemins de fer. Les machines à vapeur ont nécessité très vite toujours plus de charbon pour leur fabrication dans des fonderies et des forges de plus en plus vastes, toujours plus de charbon pour l'extraction du minerai de fer nécessaire à leur construction, toujours plus de charbon pour la réalisation de voies ferrées menant du carreau des mines jusqu'aux fonderies, etc. Conçues au départ comme de simples moyens, les machines de Watt deviennent des fins pour des secteurs entiers de l'industrie. Dès la première révolution industrielle, la technique ne cesse de défaire la relation entre les moyens et les fins dans un mouvement d'expansion continue. De nouvelles fins viennent sans cesse s'ajouter du simple fait que la technique les rend accessibles.

Henry Ford (1863-1947). Mondialement reconnu comme constructeur automobile, l'industriel Henry Ford est d'abord un ingénieur autodidacte qui construit sa première machine à vapeur à l'âge de seulement 15 ans. Il donne son nom non pas à une machine (comme James Watt), mais à l'organisation scientifique du rapport salarial à partir du travail d'assemblage à la chaîne (le fordisme). Cette automatisatation symbolise la déqualification du travail dans la modernité, en échange de quoi Henry Ford propose à ses ouvriers des salaires relativement élevés. La célèbre politique du *"five dollars a day"* vise moins l'objectif de solvabiliser la demande ouvrière d'automobiles, comme on l'a souvent dit en reprenant les termes de Ford lui-même, qu'un objectif de limitation du *turnover* dans un contexte de forte aliénation. Modèle de l'ingénieur sociotechnique, Henry Ford développe un modèle industriel qui a également de fortes retombées environnementales, puisqu'il généralise la production standardisée de masse d'un bien très fortement polluant, accélérant l'entrée dans l'« âge productiviste³⁶ ».

36. Serge Adier, *L'Âge productiviste. Hégémonie prométhéenne, brèches et alternatives écologiques*, La Découverte, 2019.

Ray Kurzweil (1948). Ingénieur informatique du MIT, Ray Kurzweil est recruté comme directeur de l'ingénierie chez Google en 2012, où le directeur général Larry Page lui donne carte blanche pour imaginer des interventions artificielles invasives sur l'espèce humaine. Modèle de l'ingénieur investi en politique, il est le conseiller de Barack Obama sur les nouvelles technologies. Il est le père de l'un des premiers scanners, de la première machine à transcrire à voix haute les pages de livres pour les aveugles, et ses inventions dans le domaine de la reconnaissance vocale ont permis de développer les logiciels actuels (Siri disponible sur iPhone par exemple). Foisonnant de déclinaisons en tout genre, le projet de Ray Kurtzweil trouve son unité dans le désir d'une extension complète de l'homme dans le domaine de la technique. L'humain est un animal d'un genre particulier, puisqu'il surgit toujours dans l'histoire déjà appareillé pour rééquilibrer sa faiblesse vis-à-vis de la nature. Le projet techno-prophétique de Ray Kurtzweil introduit néanmoins une rupture majeure dans le couplage évolutif de l'homme et des techniques avec deux réductions assumées: la réduction de l'homme à son cerveau, mais également celle du cerveau à un système computationnel informatisable, interfacé avec Internet. Libéré du corps, désincarné au sens propre, l'homme est un émetteur et un récepteur d'informations dans un réseau. Mû par l'idéal moderne du dépassement de toute forme de finitude, l'ingénieur en chef de Google ambitionne d'atteindre l'immortalité moyennant la modélisation du cerveau dupliqué sur des supports inaltérables. Ayant perdu son père compositeur alors qu'il n'avait que 22 ans, Ray Kurtzweil a l'idée de recréer un avatar paternel à partir de toute la documentation personnelle qu'il a conservée de lui, y compris ses cahiers de comptes! Pour parvenir à cet avènement du « post-humain », il encourage ce que l'on appelle désormais la « convergence NBIC » (des nanotechnologies, des biotechnologies, de l'informatique et des sciences cognitives, qui ont en commun d'être des sciences de l'immatériel).

CO-DÉCIDER DES TECHNIQUES ET LES DIFFUSER : LES INGÉNIEURS COMME ACTIVISTES DU DÉVELOPPEMENT SOCIOTECHNIQUE

La bataille modernisatrice des ingénieurs

Si les ingénieurs ne sont pas aussi impuissants qu'on le suppose, ils ne sont pas pour autant des décideurs techniques au sens plein du terme. Mieux vaudrait considérer qu'ils sont des co-décideurs techniques plus ou moins influents selon les époques historiques et selon les pays, aux côtés d'autres acteurs (les chercheurs, mais aussi les industriels, les politiques, les organismes publics, les utilisateurs et les consommateurs, etc.) impliqués dans la promotion des innovations. Dans tous les cas, repolitiser l'histoire du développement technique implique de considérer que, à la racine du développement de tout dispositif technique, il existe une large palette de choix possibles qui vont être arbitrés selon un rapport de force politique entre ces divers acteurs³⁷.

37. Langdon Winner, *Autonomous Technology: Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought*, Cambridge, Mass, MIT Press, 1992.

Le projet moderne est construit sur l'alliance entre science, technique et industrie. Durant les révolutions industrielles, les ingénieurs modernes, distincts des « ingénieurs artistes³⁸ » de la période antérieure, s'affirment comme des passeurs très actifs entre les sciences, les techniques et la société, surtout lorsqu'ils sont aussi des capitaines d'industrie. En Grande-Bretagne, ils ont inventé et diffusé la machine à vapeur avant même que la thermodynamique n'en découvre les lois de fonctionnement (les recherches de Carnot ont simplement permis de comprendre et d'améliorer la technique). En France, la dimension technocratique de l'ingénierie est particulièrement forte, avec l'idée saint-simonienne par excellence que le savoir et le pouvoir doivent être concentrés dans les mêmes mains. La posture savante de l'ingénieur contraste avec l'irrationalité supposée du public (à éduquer afin qu'il comprenne la légitimité des décisions techniques qui sont prises) et s'affirme dans l'éloge de l'organisation scientifique des rapports sociaux. Dans une étude historique magistrale, l'urbaniste Sabine Barles a par exemple mis au jour le rôle décisif des ingénieurs, aux côtés des médecins, dans l'aménagement hygiéniste de l'espace urbain au XIX^e siècle, et notamment dans la technicisation de la collecte des déchets, moyennant l'exclusion des métiers considérés tout à la fois comme malpropres et attentatoires à l'ordre public (chiffonniers, amuseurs, etc.) et la diffusion d'un idéal de maîtrise de l'ordure par confinement³⁹. Organisés comme un corps professionnel, les ingénieurs sont très actifs dans les services municipaux et pilotent la politique de la ville (creuser des égouts et des canalisations souterraines, assécher les sols, paver les rues, bâtir des ponts, etc.), au point que le fameux décret Poubelle (1883-1884), qui généralise l'utilisation de récipients pour la collecte des déchets, est appelé le « décret des ingénieurs » (alors rassemblés dans une « Commission des odeurs»). Aujourd'hui encore, Bruno Latour estime que « les rouages de l'État sont contrôlés majoritairement par les ingénieurs des grandes écoles⁴⁰ ».

Le travail de greffe des techniques innovantes sur le corps social suppose également de vaincre les résistances populaires au changement technique. Il est intéressant de révéler ce travail politique des ingénieurs à propos de ces grands systèmes technologiques que sont les systèmes énergétiques, qui se prêtent *a priori* le mieux au schéma du développement autonome. Dans la *France nucléaire*, Sezin Topçu fait remarquer combien la nucléarisation de la France, décidée dans les années 1970 suite au choc pétrolier et conçue comme une ambition étatique de grandeur, s'est déployée en forte affinité avec une direction centralisée et hiérarchique où les ingénieurs du corps des Mines ont joué un rôle décisif, au

38. Antoine Picon, *L'Invention de l'ingénieur moderne : l'École des ponts et chaussées, 1747-1851*, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 1992.

39. Sabines Barles, *La Ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain (XVIII^e-XX^e siècle)*, Seyssel, Champ Vallon, 1999.

40. Bruno Latour cité par *Le Nouvel Observateur*, 28 mai 1992. Sur les ingénieurs français considérés comme de « super-experts » en tout auxquels il est possible d'attribuer des responsabilités dépassant largement le cadre de leurs compétences techniques, voir également Fanny Verrax, "Engineering Ethics and Post-Normal Science: the French Paradox", *Futures*, vol. 91, 2017, p. 76-79.

point d'être accusés de former un véritable État dans l'État⁴¹. Contrairement à une idée reçue, il n'y a pas de pacte historique entre l'atome et les Français et l'acceptabilité sociopolitique du nucléaire n'a rien d'évident : les ingénieurs des Mines, hauts fonctionnaires qui passent cycliquement du service de l'État à des postes dans l'industrie du nucléaire, se sont impliqués politiquement pour rendre la technique irréversible et imposer le caractère indépassable du recours au nucléaire. D'abord centrée sur une critique politique (le nucléaire comme énergie antidémocratique), la critique populaire s'est aujourd'hui déplacée sur le terrain environnemental (le nucléaire comme énergie la plus polluante de toutes, si l'on prend en compte les déchets engendrés par le retraitement incomplet de l'uranium). Les ingénieurs ont alors internalisé la critique, en détournant notamment les moyens de la démocratie technique (recours aux sciences sociales, à l'expertise citoyenne, etc.) pour mieux la dévitaliser et imposer le nucléaire comme « énergie verte ». Aujourd'hui, le nucléaire fait l'effet d'une industrie verrouillée par les ingénieurs des Mines et les politiques de tous bords, et la catastrophe de la centrale de Fukushima Daiichi n'a d'ailleurs pas conduit à une remise en cause radicale du choix nucléaire français, alors même que des décisions majeures ont été prises dans d'autres pays (Allemagne, Suisse, Italie, etc.).

Le travail des ingénieurs vu par les théoriciens de l'acteur-réseau

La pratique sociotechnique concrète des ingénieurs contemporains, suivie pas à pas dans leurs projets, est notamment documentée par les chercheurs de l'école dite « de Callon-Latour », en référence à Michel Callon et à Bruno Latour, deux chercheurs de l'École des mines de Paris dans les années 1990⁴². Leur théorie de l'« acteur-réseau », désormais célèbre, propose un cadre de compréhension dynamique des comportements stratégiques déployés par les innovateurs techniques, qui ne réussissent la greffe de leurs innovations sur le corps social qu'à la condition de construire les réseaux pertinents pour déplacer les contraintes techniques, sociales et/ou politiques pouvant entraver leur démarche. Dans *Aramis, ou l'Amour des techniques*, Bruno Latour aide à comprendre l'ingénierie comme un travail sociotechnique à partir du cas exemplaire d'un métro automatique dont le prototype a été abandonné en 1987 par ses trois principaux parrains (la RATP, l'État et la société Matra), après plus de quinze ans d'études et presque un demi-milliard de francs engloutis, alors même qu'il était techniquement valide et qu'une commercialisation au sud de Paris était envisagée sur l'emprise actuelle de la petite ceinture. Aramis (pour Agencement en rames automatisées de modules indépendants en stations) avait pourtant l'étoffe d'une technologie de pointe en parfaite adéquation avec la demande : hybride de train et d'auto-

41. Sezin Topçu, *La France nucléaire*, Seuil, 2013.

42. Voir par exemple : Michel Callon, « Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc », *L'Année sociologique*, n° 36, 1986, p. 169-208 ; Bruno Latour, *La Science en action*, La Découverte, 1987 ; et *Aramis, ou l'Amour des techniques*, La Découverte, 1992.

mobile, il proposait en effet de combiner les avantages du transport collectif (prise en charge des voyageurs) et ceux du transport individuel (petites cabines à quatre places assises, dessertes fines, pas de changement de voiture ni d'arrêt là où l'on ne descend pas). Bruno Latour montre alors que la mort d'Aramis est liée à la croyance dans l'autonomie des techniques: « amoureux » de leurs techniques, les ingénieurs n'en pensent pas moins qu'elles sont capables de se finaliser toutes seules. Mais aucune innovation n'est capable de s'imposer d'elle-même du seul fait de ses propriétés intrinsèques, fussent-elles exceptionnelles: au contraire, l'innovation a besoin d'être soutenue par un large réseau d'acteurs humains et non humains s'entretraduisant. L'histoire des techniques apparaît ainsi comme une histoire ouverte et non déterministe: au contraire d'un fait scientifique qui s'impose à tous, un projet technique ne peut exister que si des acteurs humains se battent, négocient, discutent pour lui, afin de l'intégrer dans un réseau d'acteurs et d'autres objets avec lesquels sont passés des compromis sociotechniques. Si Bruno Latour se refuse à désigner un « coupable » spécifique de la mort du projet d'Aramis, on comprend que c'est ce travail d'entrecroisement de la technique et du social (les usages et leurs contextes, les intérêts, les pratiques, les acteurs, etc.) qui a manqué au projet Aramis.

Au plan théorique, on comprend à partir du cas d'Aramis que le concept de réseau permet de s'opposer aux grands découpages du monde social hérités de la modernité: découpage par grands domaines (économique, politique, technique, etc.), d'une part; mais également découpage binaire entre sujet et objet, culture et nature, humain et non-humain, d'autre part. L'application des méthodes de l'anthropologie aux sociétés modernes restaure ainsi le pluralisme du monde et ne limite pas *a priori* le nombre d'êtres avec lesquels nous sommes en relation. La notion de réseau rejette ainsi la distinction entre humains et non-humains, qui participent au même titre à des réseaux de relations en tant qu'« actants ». Non-humains comme humains prennent part à des processus qui traduisent des intérêts et construisent (ou interrompent) des relations matérielles. En ce sens, les actants se définissent par leur existence et par les différences qu'ils provoquent au sein de réseaux d'agencements plutôt que par des propriétés essentielles intrinsèques. Le pouvoir détenu par un actant particulier n'est pas non plus une propriété qui lui est inhérente: il est déterminé par l'influence de cet actant sur le réseau dans lequel il est enrôlé, autrement dit sa capacité d'association.

Plusieurs critiques sont traditionnellement formulés à l'égard de la théorie de l'acteur-réseau. La première est qu'elle suppose une symétrie entre humains et non-humains et fait croire que le monde est tissé de réseaux sociotechniques indifférenciés, ce qui occulte les rapports de force pour aboutir à une dépolitisation paradoxale. La seconde critique porte sur l'impossibilité de passer d'un niveau d'analyse micro à un niveau macro: si la méthode de l'acteur-réseau s'applique à l'analyse d'un objet technique particulier, on lui reproche d'être impuissante à faire varier l'échelle de compréhension des phénomènes techniques et à décrire les mécanismes qui amènent l'émergence d'un nouveau régime socio-technique.

Une enquête de Matthieu Hubert et Dominique Vinck⁴³ affronte cette seconde critique à partir de l'examen de la révolution micro- et nanotechnologique en cours, susceptible de constituer une innovation générique avec un énorme potentiel d'applications industrielles (médecine, domotique, transports, etc.). Le suivi des ingénieurs depuis la conception des plus petits composants techniques (micro- ou nanopuces, transistors, microcapteurs ou actionneurs) jusqu'à la régulation des grandes infrastructures, en passant par l'assemblage des composants, amène les deux auteurs à proposer le concept d'« ingénierie hétérogène » : les ingénieurs œuvrent en une diversité de lieux (comités internationaux, laboratoires, plateformes technologiques, etc.), développent des pratiques variées (depuis le travail de construction de nouvelles orientations technologiques jusqu'au travail de régulation des systèmes techniques, en passant par les pratiques intermédiaires de coordination, de négociation, de traduction, d'expérimentation, de démonstration publique, etc.) en mobilisant des ressources (par exemple la feuille de route permettant aux industriels et aux chercheurs du monde entier d'identifier les grandes orientations stratégiques du domaine et par là même d'organiser la compétition à l'échelle mondiale) et des compétences (techniques, relationnelles, etc.) diversifiées. Comme dans le cas d'Aramis, « une nouvelle technologie vient à l'existence en impliquant des médiateurs de toutes sortes et en construisant des traductions entre eux⁴⁴ », ce qui n'a rien à voir avec un travail technologique pur. Le travail de traduction désigne notamment le fait que les orientations de la feuille de route (outil de prospective fixé par les comités d'experts) sont « retraduites » stratégiquement par les chercheurs, ingénieurs et techniciens des laboratoires pour justifier leur politique scientifique auprès de partenaires industriels, d'agences de financement, etc. Ces orientations sont retraduites dans les pratiques quotidiennes de laboratoire. La technique de la nano-impression (fabriquer les futurs circuits intégrés), inscrite dans la feuille de route, est par exemple retravaillée (elle n'était qu'une technique confidentielle) pour devenir une technique de référence et s'inscrire dans différents environnements industriels. Elle ne s'impose pas en raison de propriétés intrinsèques, mais ses qualités techniques font l'objet d'une traduction en fonction d'objectifs de gestion industrielle (performance d'uniformité, de vitesse et de reproductibilité). Le succès d'une innovation technique dépend de la capacité des ingénieurs à articuler ces différents éléments.

43. Matthieu Hubert et Dominique Vinck, « Des pratiques d'ingénierie aux transitions sociotechniques. Retour sur la notion d'ingénierie hétérogène dans le cas des micro- et nanotechnologies », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 8, n° 2, 2014, p. 361-389.

44. *Ibid.*, p. 364.

De l'ingénierie à la transition sociotechnique : le cas de l'intelligence ambiante

« Le projet de l'“intelligence ambiante” est de construire des maisons, villes ou pays conviviaux en commençant par la mise en place de villes intelligentes dans toute l'Europe grâce à des technologies invisibles et autonomes qui aideraient chacun dans ses tâches quotidiennes comme le contrôle à distance de la température à la maison ou l'obtention instantanée d'offres de service en fonction de son emplacement et de ses intérêts. Le système doit être capable de gérer de grandes quantités de données hétérogènes (*big data*) et de les visualiser de manière intuitive pour que l'utilisateur puisse interagir avec elles. Avec cet “internet des objets”, les requêtes des utilisateurs iraient chercher des informations auprès des capteurs disséminés et intégrés dans les biens de tous les jours partout dans le monde. Le défi technique consiste à définir la meilleure façon de relier le monde virtuel au monde physique. Il est pensé comme un problème d'articulation entre des biens, des paramètres, des capteurs et des actionneurs, des données, des serveurs et des logiciels, une infrastructure informatique, des interfaces et des utilisateurs pour lesquels la plupart de ces choses devraient être “transparentes”, ce qui signifie invisibles pour ces utilisateurs.

Pour réaliser un tel réseau, des ingénieurs projettent de transformer les réseaux sociotechniques préexistants en y intégrant notamment des interfaces, qui prendraient la forme de services (gratuits ou payants, offerts par des entreprises privées ou par des établissements publics) fournissant des informations compréhensibles ou conduisant à une action automatique (par exemple, l'ouverture d'une porte) tout en préservant la sécurité, la confiance et la vie privée. Ils imaginent aussi l'utilisateur potentiel et le façonnent en tant que personne posant des questions à des machines, formulées en langue naturelle, pour demander par exemple : “Quelle température fait-il à la maison et dans le village où vit, seule, ma grand-mère ?” La technologie serait capable de décoder la question, de chercher les réseaux de capteurs pertinents et d'y accéder (par exemple, les capteurs dans les rues et les arrêts de bus, ou embarqués dans les voitures circulant dans le village, ou distribués dans les vêtements de la grand-mère), de vérifier les données provenant de diverses sources d'information, de structurer une réponse tout en assurant la confidentialité des données et de renvoyer l'information à l'utilisateur qui peut décider avec qui il souhaite la partager.

Le projet construit un banc d'essai dans une ville espagnole, Santander, où 12 000 capteurs sont déployés pour aider à “fluidifier la circulation dans la ville” via la surveillance des lieux de stationnement et l'information fournie aux conducteurs sur les places disponibles. Il devrait bénéficier aux habitants de cette ville devenue intelligente, tout en produisant des données expérimentales pour les chercheurs. Le réseau sociotechnique mis en place est négocié avec les pouvoirs publics locaux et les entreprises. Les ingénieurs poursuivent son développement en le connectant à d'autres réseaux de capteurs et actionneurs pour contrôler l'éclairage public en fonction de la présence ou de l'absence de personnes dans les rues ou de la détection d'un incident, grâce aux articulations en cours de construction avec les services publics (police, services d'urgence médicale) et privés (distribution d'énergie).

Des implémentations similaires sont en cours de réalisation dans une série d'autres villes en Europe. À Aarhus, le but est d'avoir une gestion intelligente et autonome des infrastructures d'eau et d'égouts. À Berlin, la ville intelligente passe par le développement d'un réseau de poubelles intelligentes connectées aux services de gestion des déchets. À Birmingham, des infrastructures et services de transport (tram, bus, pistes cyclables, trottoirs et routes) sont équipés afin de simplifier la transition entre modes de transport, économisant le temps des usagers. Ces projets impliquent les autorités et les services publics, mais aussi les grandes entreprises industrielles comme Ericsson, SAP, Thales ou Telefónica, qui intègrent ces infrastructures dans

leurs plans d'affaires et dans leurs offres de services aux villes. Ces réseaux hétérogènes sont progressivement en train de remodeler la société et ses infrastructures sociotechniques. Cette ingénierie hétérogène qui percole dans la société est aussi investie par des entreprises qui façonnent un nouveau monde orienté en fonction des perspectives commerciales qu'elles anticipent, par des "geeks" et par des mouvements sociaux qui luttent pour l'ouverture ou la démocratisation de l'avenir des réseaux sociotechniques. Comme dans le cas de l'expansion maritime portugaise (Law, 1989), l'ingénierie hétérogène est aussi un refaçonnage des relations de pouvoir et des oppositions rencontrées par les ingénieurs de ce nouveau monde. Elle explique en partie la construction d'une grande "transition sociotechnique"⁴⁵. »

En conclusion, « les pratiques d'ingénierie participent du façonnage de la société et des relations sociales, de la construction de règles et de cadres qui soutiennent l'inscription des nouveautés dans la société⁴⁶ ». La technique n'est pas une force autonome, sinon le travail sociotechnique déployé par les ingénieurs n'aurait pas de sens.

Réhumaniser les techniques: une obligation morale

Si Jacques Ellul voit dans la technique l'autre de l'homme, la prise en compte du groupe socioprofessionnel des ingénieurs rappelle de toute évidence l'origine humaine des techniques. Le projet du philosophe français Gilbert Simondon, dont se réclame Bruno Latour, est justement d'amener à ressaisir la part d'humanité incorporée dans les techniques: ne pas la reconnaître et refuser d'ouvrir la « boîte noire » de la technologie serait en soi, pour lui, une faute morale. De même que Bruno Latour considère que la nouvelle ontologie qu'il déploie dans ses enquêtes, et notamment le refus de séparer humains et non-humains, porte en elle une nouvelle déontologie.

Par ailleurs, si l'opération de réhumanisation des techniques fait apparaître de nombreux acteurs, aux côtés des ingénieurs, dans le champ de la décision technique, il n'en demeure pas moins qu'être responsables à plusieurs, dans un système qui est la résultante d'une multitude de tactiques enchevêtrées, n'annule pas la responsabilité propre des ingénieurs.

Concevoir et développer les techniques

La conception, contribution centrale des ingénieurs

Les travaux de Michael Davis ou d'Edwin Layton montrent que la contribution propre de l'ingénieur, d'où dérivent ses responsabilités spécifiques, est à rechercher dans le travail de conception⁴⁷. Pour Michael Davis en effet, l'ingénieur se consacre à l'activité de design, de conception industrielle, de traduction des idées dans des formes visibles. Pour Edwin Layton, la conception est

45. *Ibid.*, p. 383-386.

46. *Ibid.*, p. 386.

47. Christelle Didier, *Penser l'éthique des ingénieurs*, PUF, 2008.

l'« adaptation intentionnelle de moyens en vue d'obtenir une fin préconçue », et à ce titre elle constitue l'« essence même de l'art de l'ingénieur », c'est pourquoi, d'ailleurs, « les normes d'admission aux différents niveaux des principales sociétés professionnelles [américaines] d'ingénieurs se fondent sur l'« aptitude à concevoir »⁴⁸ ». Si la décision est nécessairement partagée avec les pouvoirs politique et économique, le domaine de la conception et de la création d'artefacts techniques apparaît comme la chasse gardée des ingénieurs par excellence.

Même si la décision de développer un système technique a été prise en dehors d'eux, il reste malgré tout aux ingénieurs un espace privilégié concernant les caractéristiques de conception : « Même lorsqu'une entreprise a obtenu l'autorisation de construire une ligne électrique à haute tension, il peut rester bien des controverses sur le tracé de la ligne et la conception de ses pylônes ; même lorsqu'un organisme a décidé de mettre en place un système informatique, des controverses peuvent naître sur les composants, les programmes, les modes d'accès et les autres paramètres spécifiques de ce système⁴⁹ », écrit Langdon Winner. Il peut même y avoir là des « choix sociaux d'une importance capitale⁵⁰ », ajoute-t-il. Les ingénieurs peuvent aussi (et doivent parfois) proposer des alternatives à leurs supérieurs. Par exemple, s'il n'est pas de leur ressort, en théorie, d'indiquer l'impact social et les implications morales des alternatives techniques en présence, cela fait partie, dans les faits, de leur responsabilité, notamment parce qu'ils sont les seuls à pouvoir le faire⁵¹. Dans *Controlling Technology* (1982)⁵², l'ingénieur Stephen Unger estime que le contrôle des techniques ne peut pas s'effectuer uniquement de l'extérieur : les ingénieurs, de l'intérieur, dans le moment même de la conception, doivent orienter le développement technique vers des finalités humaines.

En quoi consiste ce travail de conception et quelles responsabilités viennent s'y associer ? Ou plutôt, pour commencer, en quoi ne consiste-t-il pas ? S'il n'est pas, comme on le croit trop souvent, un travail d'application du savoir scientifique (l'ingénieur n'est pas une sorte de scientifique appliqué), il n'est pas non plus une activité artistique, même s'il s'en rapproche ou devrait s'en rapprocher pour certains. Examinons tour à tour ces deux polarités. Pour Edwin Layton, les ingénieurs américains sont partagés entre l'idéologie scientifique et l'idéologie des sciences de l'ingénieur. Dans la première, la technique se déduit de la science : pour son porte-parole, Vanevar Bush, directeur de l'Office of Scientific Research and Development, « le progrès technologique vient et dépend totalement de la science⁵³ ». L'art de l'ingénieur est l'application des lois scientifiques dans le travail de conception : « Les ingénieurs américains de la fin du XIX^e siècle et du

48. Edwin T. Layton, « Le métier d'ingénieur dans l'idéologie américaine », art. cité, p. 126.

49. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur*, op. cit., p. 57.

50. *Ibid.*, p. 58.

51. Christiaan Hogenhuis et Dock Koegela, "Engineers' Tool for Appropriate Development", in Philippe Goujon et Bertrand Hériard Dubreuil (dir.), *Technology and Ethics. A European Quest for responsible Engineering*, Louvain, Peeters, 2011, p. 207-209.

52. Cité par Christelle Didier, *Penser l'éthique des ingénieurs*, op. cit., p. 35-36.

53. Edwin T. Layton, « Le métier d'ingénieur dans l'idéologie américaine », art. cité, p. 121.

xx^e siècle décrivaient souvent leur rôle comme celui de spécialistes des sciences appliquées⁵⁴. » Dans l'idéologie des sciences de l'ingénieur, celles-ci forment au contraire une science distincte, propre à l'ingénieur, qui n'est pas entièrement dérivable de la science fondamentale et qui développe un intérêt fort pour le monde réel des machines. Ces sciences se constituent *ex-post* autour de corpus de lois qui ne sont jamais que des faits généralisés, selon une méthode inductive. Cela dit, dans ces deux idéologies professionnelles, la tutelle de la science est sollicitée pour légitimer l'ingénieur. Dans la première, c'est évident ; dans la seconde, c'est l'effort pour donner aux connaissances techniques une forme analogue à celle de la science qui révèle combien l'activité scientifique demeure le modèle de référence. « La science est toujours une activité de prestige et les ingénieurs américains ont été et sont encore préoccupés – presque jusqu'à l'obsession – par le statut inférieur de leur profession. Être assimilé aux scientifiques, c'est voir son statut relevé⁵⁵. » C'est également le cas en France, où la professionnalisation du corps des ingénieurs s'est pourtant construite différemment, en lien avec la modernisation de l'État (qui s'appuie alors sur de nouvelles structures administratives et bureaucratiques et une nouvelle forme d'autorité technocratique). Dans la formation historique des ingénieurs, y compris dans la formation des ingénieurs industriels, la suprématie de la science, et notamment celle des mathématiques et de la physique, est affirmée : la présence de mathématiques de plus en plus pointues marque le passage de leur pratique d'art à profession. À l'École polytechnique, créée en 1794, la formation théorique et mathématique est poussée au point de former la base de la formation des ingénieurs. Cette formation scientifique de haut niveau, réalisée en dehors des facultés de sciences, contraste étonnamment avec une faible culture technique, malgré une technophilie de principe. Elle joue en réalité un rôle dans la sélection sociale de l'élite plutôt qu'elle n'est requise dans la pratique, mais elle s'adosse également au statut de la science forgé dans la séquence historique des Lumières : l'ingénieur doit connaître avant d'agir et de produire des artefacts qu'il va introduire dans la société et dans la nature. Il doit savoir avant de faire. Le savoir scientifique doit constituer le socle du développement technique et la condition de sa maîtrise. Dans cette perspective, idéalement, les sciences précèdent donc les techniques et les savoir-faire découlent du savoir.

Réputée adossée à des connaissances scientifiques formelles – et de fait les technologies des ingénieurs sont de plus en plus liées à la recherche scientifique fondamentale –, l'activité des ingénieurs n'en reste pas moins une pratique que l'on pourrait qualifier de « technoscientifique ». Mais c'est surtout à partir de la seconde partie du xx^e siècle que la technologie n'apparaît définitivement plus comme l'application d'un savoir scientifique préexistant à la solution de problèmes empiriques (voir encadré ci-après)⁵⁶ et que s'opère une fusion entre

54. *Ibid.*, p. 121.

55. *Ibid.*, p. 126.

56. Wiebe E. Bijker et John Law (dir.), *Shaping Technology-Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, Mass, MIT Press, 1992.

science et technique, entre spéculatif et transformatif, entre contemplatif et opératif. Dans une perspective technoscientifique, ce sont alors les techniques qui finalisent les sciences : la finalité de la science n'est plus la recherche du vrai, c'est la technique elle-même. Les sciences n'étudient plus une nature objective, extérieure aux hommes, mais une nature fabriquée par les techniques et vue comme une boîte à outils pour des projets techniques : la science crée, invente ses objets plus qu'elle ne les découvre, par exemple les OGM, les particules de la physique des particules, l'informatique, les clones, etc., qui sont des artefacts susceptibles de se comporter comme des objets naturels. Tout cela implique qu'en régime de technosciences, les ingénieurs ne conçoivent plus d'après des plans et ne maîtrisent pas nécessairement les incertitudes qu'ils introduisent dans le corps social et dans la nature.

Si la conception ne se laisse pas résumer à l'applicatif, faut-il pour autant rapprocher l'art de l'ingénieur de l'art proprement dit ? Edwin Layton rappelle ainsi qu'« on pourrait, bien sûr, estimer que concevoir est une science, et c'est parfois ce que font les ingénieurs, mais c'est aussi un art. C'est même la plus ancienne composante du savoir dont on ait trace ; les premiers livres sur la technique et les machines sont des espèces de recueils de dessins, et il existe entre la conception technique et l'art une parenté étroite, qui date au moins des ingénieurs artistes de la Renaissance⁵⁷ ». Pour le philosophe français Gilbert Simondon, l'invention, l'imagination et le « recyclage » sont des traits constitutifs de l'identité de l'« ingénieur remarquable⁵⁸ », capable d'apporter dans le monde quelque chose qui ne s'y trouvait pas déjà. Pour autant, l'objet technique et l'objet esthétique ne sont pas équivalents : alors que le second peut exister seul, détaché de tout contexte, le premier retire sa valeur du couplage avec un milieu associé. « La voilure d'un navire n'est pas belle lorsqu'elle est en panne, mais lorsque le vent la gonfle et incline la mâture tout entière, emportant le navire sur la mer, c'est la voilure dans le vent et sur la mer qui est belle, comme la statue sur le promontoire⁵⁹. » De ce point de vue, le prétendu retour de la figure de l'ingénieur artiste, sous les traits d'un Steve Jobs par exemple, est illusoire, car la valeur esthétique des objets techniques selon Simondon n'est pas liée à leur design, qui reste une fonction commerciale, mais est plutôt relative à leur insertion dans le monde. L'idée d'une machine ouverte, en relation avec d'autres objets ou un milieu associé, est pour lui une dimension essentielle de l'objet technique (voir double page « L'ingénieur informaticien et les enjeux éthiques de la conception d'outils libres » en fin de partie p. 180).

La conception comme responsabilité socio-éthique

Dans une brochure de la Société des ingénieurs et scientifiques de France (IESF) éditée en 2017, la responsabilité de l'ingénieur est prioritairement située

57. Edwin T. Layton, « Le métier d'ingénieur dans l'idéologie américaine », art. cité, p. 129.

58. Gilbert Simondon, *Du mode d'existence des objets techniques*, Aubier, 1958.

59. *Ibid.*, p. 67.

dans l'activité de conception et ne porte pas seulement sur l'acte technique, mais aussi sur la façon dont il s'insère dans un contexte plus large : « Le monde d'aujourd'hui n'attend pas seulement de l'ingénieur qu'il sache appliquer des méthodes apprises. On attend de lui surtout qu'il soit "concepteur" : qu'il sache imaginer et mettre au point des objets, des machines, des systèmes, des organisations, des méthodes, des processus, avec la conscience que ces artefacts vont modeler la vie et orienter le futur des hommes qui les utiliseront. [...] Les choix techniques et organisationnels [de l'ingénieur] vont forcément influencer sur nos modes de vie. C'est le cas, bien sûr, pour les grandes inventions comme l'électricité, l'automobile ou internet qui ont révolutionné les sociétés de façon radicale et massive. Mais au-delà de ces découvertes séculaires, les ingénieurs conçoivent en permanence des objets, des systèmes, des usages, des processus qui modifient le cours de nos vies, dans tous les domaines, qui peuvent aller du banal sac plastique au système de réservation aérienne, en passant par le traitement de texte, les carrefours giratoires sans feu rouge, le traitement des déchets, ou encore la déclaration électronique de ses revenus au service des impôts. Ainsi se construit progressivement (ou régressivement !) les civilisations, sans que nous y prenions garde⁶⁰. »

Cette détermination de la responsabilité des ingénieurs par les ingénieurs eux-mêmes interpelle à deux niveaux, organisationnel et social. Le numérique est un exemple récent paradigmatique de l'effet des techniques sur l'organisation simultanée de l'entreprise et de la société. Au niveau de l'entreprise, il provoque un bouleversement des environnements de travail recentrés sur la disponibilité permanente des salariés : « Les individus ont de plus en plus de difficulté à faire la distinction entre temps personnel et temps professionnel, créant un sentiment d'invasion de ces technologies [nomades]. Par ailleurs, [...] il devient difficile pour l'être humain qui ne dispose pas de la rapidité de traitement des ordinateurs de répondre à toutes les sollicitations. On estime qu'un cadre reçoit, en moyenne, 85 e-mails quotidiens. Ce flot continu de messages électroniques entraîne, du reste, un comportement réflexe qui veut que l'on consulte de plus en plus régulièrement notre boîte mail à l'affût de tout nouvel envoi à traiter. Ces consultations intermittentes perturbent l'état de concentration des personnes et rendent d'autant plus difficiles les tâches réflexives⁶¹. » Dans un registre beaucoup plus radical, le philosophe des techniques américain David Noble écrit que « les nouvelles technologies font inexorablement tomber tout ce qu'il restait aux travailleurs d'autonomie, de savoir-faire, d'organisation collective et de pouvoir⁶² ».

Au niveau social, la conception se révèle tout aussi fondamentale puisqu'elle « est le procédé par lequel les politiques d'un monde deviennent les contraintes

60. IESF, *Responsabilité éthique de l'ingénieur dans les systèmes complexes*, 2017, p. 7-8.

61. Françoise Berthoud, *Impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication. Les faces cachées de l'immatérialité*, EDP Sciences, 2012.

62. David F. Noble, *Le Progrès sans le peuple* [1993], Marseille, Agone, 2016.

d'un autre⁶³», comme l'affirme Fred Turner, grand spécialiste américain de la Silicon Valley, à propos du numérique. Elle met en jeu l'intégration des valeurs du concepteur dans des objets techniques investis d'un pouvoir d'organisation du vivre ensemble. À propos des algorithmes qui sélectionnent les contenus autorisés sur les plateformes telles que Facebook, Fred Turner dit que « la culture de l'ingénierie consiste à fabriquer le produit. Pour un ingénieur, si vous fabriquez quelque chose qui fonctionne, vous aurez rempli votre mandat éthique. C'est à d'autres qu'il incombe de comprendre la mission sociale de votre projet, comme les paroles célèbres de la chanson de Tom Lehrer : "Une fois que les fusées sont lancées, qui se soucie de savoir où elles retombent ?" Les ingénieurs de Facebook et d'autres entreprises ont été quelque peu déconcertés quand on leur a dit que les systèmes qu'ils ont conçus (qui, de toute évidence, marchent très bien, et dont l'efficacité se mesure par les profits générés, de telle façon que tout semble éthique et "bon" au sens de Google) corrompent la sphère publique. Et qu'ils ne sont pas simplement des ingénieurs qui construisent de nouvelles infrastructures, mais des professionnels des médias⁶⁴ ». Les ingénieurs de ces plateformes n'assument pas de responsabilité éditoriale, à l'instar des journalistes, alors même qu'ils se substituent aux médiations anciennes (presse, écoles, etc.) non pas en censurant l'information, mais simplement en la triant.

Cela étant, considérer la technique comme le moteur des transformations sociopolitiques, ainsi que cela a été évoqué lors des Printemps arabes (2011) ou de la crise des Gilets jaunes en France (2018-2019), c'est pêcher par fétichisme et ignorer les facteurs structurels qui mettent les sociétés en mouvement (rajeunissement et montée du niveau éducatif dans un cas, aggravation des inégalités socio-environnementales dans l'autre).

Anticiper les conséquences du développement technique : de l'évaluation des risques au principe de responsabilité

La charte de l'IESF de 2001 invite l'ingénieur à « prendre conscience de l'impact des réalisations techniques » et l'enquête IESF de 2011 révèle que les ingénieurs interrogés considèrent à 75 % qu'un « ingénieur ne doit jamais participer à la mise au point de techniques sans se préoccuper de leur destination⁶⁵ », dans une perspective d'éthique conséquentialiste qui interroge les effets de l'agir technique. Cette préoccupation se traduit le plus souvent par la prise en compte des risques dans une logique classique de prévention, qu'une nouvelle éthique de la responsabilité vise à dépasser.

63. Entretien avec Fred Turner, « Ne soyez pas malveillants. Utopies, frontières et *programmers* », *Esprit*, mai 2019, p. 42.

64. *Ibid.*, p. 40.

65. Christelle Didier et Kristoff Talin, *Les Ingénieurs et l'éthique*, rapport de recherche, IESF. 2011, p. 6.

La prévention des risques : nécessaire mais insuffisante

Les ingénieurs ne se contentent pas de garantir l'accompagnement technique de la production : ils sont aussi les gestionnaires de processus industriels complexes et à risques qui interpellent par l'importance de leurs enjeux. À l'instar des scientifiques, leur mission est d'identifier les risques et d'évaluer leur probabilité d'occurrence sous la forme de dommages plus ou moins graves. La prévention des risques fait partie de la modernité technoscientifique et participe d'un calcul coût-avantage utilitariste : les risques sont envisagés comme la contrepartie obligée d'une activité industrielle qui demeure vue comme globalement positive.

Les experts se sont dotés de modèles pour quantifier le risque. L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), l'agence française qui prend en charge la santé et la sécurité au travail, propose par exemple une grille pour évaluer les risques sanitaires sur les travailleurs. Cette grille repose sur cinq critères⁶⁶ :

- **la gravité** : quelle serait la gravité probable de l'atteinte à la santé du travailleur ? (à évaluer sur une échelle de 1 à 40) ;
- **le temps d'exposition** : combien de temps par jour le travailleur est-il réellement en présence de danger ? (à évaluer sur une échelle de 1 à 20) ;
- **le niveau de protection** : existe-t-il des dispositifs qui peuvent protéger le travailleur ? (à évaluer sur une échelle de 1 à 15) ;
- **l'environnement de travail** : favorise-t-il la survenue d'un incident ? (à évaluer sur une échelle de 1 à 15) ;
- **les compétences** : l'individu est-il informé et formé aux moyens de prévention et de protection ? (à évaluer sur une échelle de 1 à 10).

Cette grille suppose une succession de choix normatifs, nécessaires pour aboutir à l'illusion de quantification et permettre des comparaisons. On voit par exemple que 40 % de la note globale est affectée à la gravité des dommages pour le travailleur, qui est une conséquence en cas d'accident, et 10 % à la compétence du travailleur, qui est un facteur de diminution du risque. Bien sûr, une autre grille aurait pu proposer des coefficients différents et le propos n'est pas ici de commenter cette proportion-là, mais plutôt de suggérer le caractère vain de cette entreprise de quantification du risque. En effet, outre qu'il est délicat de comparer des dimensions aussi différentes et de leur attribuer des coefficients, ce type de méthodologie contribue à donner une illusion de maîtrise du risque grâce à l'entrée de données numériques, parfois arbitraires. Par ailleurs, autre exemple, les risques spécifiques au fait de travailler avec des intérimaires (à la fois moins bien formés et moins bien suivis) sont traités dans la grille de telle façon que ce risque pèse peu dans la note globale. Avant même que ne soient entrées des données numériques, la méthodologie de la grille favorise certaines actions de prévention par rapport à d'autres. D'une manière plus générale, il est

66. INRS, « Les fondamentaux de la prévention / Aide-mémoire », 2010, disponible sur : www.cfr.fr/documents/referentiel_de_base_en_prevention-sst_2010.pdf

donc primordial de savoir *qui* décide de la méthodologie d'une grille en fonction de chaque situation : toutes les parties prenantes sont-elles conviées à la table de discussion ? C'est rarement le cas. Généralement, la tâche est confiée à un ingénieur ou à un groupe d'experts (dont la plupart ont une formation d'ingénieur), parce qu'on estime qu'il s'agit d'un risque technique que seuls les ingénieurs seraient à même d'évaluer de façon robuste.

Pris dans des évolutions contradictoires entre l'économique (les besoins des entreprises et de la production industrielle) et le social (la demande de sûreté), les ingénieurs tentent généralement d'assumer les conséquences des techniques à partir de la catégorie du risque. Mais cette démarche se révèle aujourd'hui insuffisante pour plusieurs raisons qui s'ajoutent au problème de l'illusion d'objectivité de l'analyse des risques pointée dans le paragraphe précédent.

Critique éthique : le cadrage par le risque est déresponsabilisant. Dans *La Société du risque*, paru en 1986, l'année de la catastrophe de Tchernobyl, Ulrich Beck insiste sur le fait que les risques sont de moins en moins liés aux événements naturels, externes à la société, et de plus en plus produits par la société elle-même : on dit alors qu'ils sont endogènes. Les risques sont en effet fondamentalement liés à la production de richesses : « La production sociale de richesses est systématiquement corrélée à la production sociale de risques⁶⁷. » Si la dimension sociale du risque l'emporte, ses deux composantes classiques (probabilité d'occurrence et ampleur du sinistre) s'effondrent et il faut alors abandonner l'illusion de la quantification probabiliste. Dans la perspective de Beck, en effet, d'une part la probabilité d'occurrence ne peut être déduite d'une régularité cosmologique ni ne peut s'appuyer sur des expériences passées ; d'autre part, la gravité des conséquences dépend des systèmes sociaux dans lesquels les systèmes techniques sont imbriqués. Autrement dit, le risque tel que le conçoit l'ingénieur, identifiable et quantifiable, n'existe pas. En référence à l'économiste Frank Knight, mieux vaudrait alors parler d'incertitude et distinguer ainsi entre le risque, élément connu et quantifiable d'un point de vue probabiliste, et l'incertitude, inconnue et inquantifiable.

Si les risques sont désormais endogènes, ils ne relèvent pas pour autant d'une responsabilité commune et certains font prendre à d'autres des risques inconsidérés qu'ils n'ont pas toujours ni la conscience ni l'envie de partager. Le tableau suivant propose de relire six accidents industriels récents en les analysant en termes de prise de risque.

67. Ulrich Beck, *La Société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*, op. cit., p. 36.

Tableau n° 2 : 2010-2018 : accidents et prises de risques industriels

Date	Lieu	Description	Conséquences	Lecture en termes de risque
2010	Ajka (Hongrie)	Effondrement de la digue d'un des bassins de stockage de déchets industriels d'une usine d'aluminium : 1 million de mètres cubes de boues rouges sont déversés.	Environ 10 morts et 150 blessés. Pollution des sols et des eaux de surface.	On a pris le risque d'ignorer la gravité des fuites (menace de répression des lanceurs d'alerte) et de ne prévoir aucun système d'alarme.
2011	Fukushima (Japon)	Le séisme et le tsunami consécutif provoquent la fusion du cœur de 2 réacteurs nucléaires et des rejets radioactifs importants.	1 700 cancers mortels directement liés (ministère de la Santé japonais), 25 000 personnes gravement irradiées (ONG), 100 000 personnes évacuées.	On a pris le risque de construire une centrale nucléaire dans une zone connue comme présentant un fort risque sismique et de ne pas prendre de mesures de prévention, conduisant à une gestion de crise dysfonctionnelle ¹ .
2013	Dacca (Bangladesh)	Effondrement de l'immeuble Rana Plaza abritant des ateliers de confection.	1 135 morts, 2 000 blessés.	On a pris le risque de construire 4 étages supérieurs sans permis et d'ignorer les consignes d'évacuation devant l'apparition de fissures (veille de l'accident).

1. The National Diet of Japan, *The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission*, 2012.

Date	Lieu	Description	Conséquences	Lecture en termes de risque
2015	Mariana (Brésil)	Rupture de la digue minière de Bento Rodrigues : 60 millions de mètres cubes de résidus miniers sont déversés dans le fleuve Rio Doce (surnommé désormais Rio Morto).	Environ 20 morts, 20 disparus et 50 blessés. Des millions de poissons tués. Conséquences à prévoir sur les nappes phréatiques et les écosystèmes au moins pour 30 ans.	On a pris le risque de laisser le barrage atteindre la limite de ses capacités et de ne prévoir aucun plan d'évacuation. Surnommé « le Fukushima brésilien », l'accident est vu par les autorités brésiliennes comme une preuve de négligence.
2015	Tianjin (Chine)	Explosion d'un entrepôt contenant 2 400 tonnes de produits chimiques, dont du cyanure de sodium.	173 morts (dont 84 pompiers) et 800 blessés.	On a pris le risque d'entreposer une très grande quantité de produits chimiques présentant un risque d'interaction et de ne pas ou peu former les pompiers aux accidents industriels, dans une zone portuaire fortement industrialisée.
2018	Gênes (Italie)	Effondrement du pont Morandini.	38 morts confirmés, des dizaines de blessés.	On a pris le risque de garder ouvert à la circulation un pont connu pour ses défaillances structurelles.

Dans la plupart de ces exemples, la prise de risque est double : la gestion est au mieux négligente et la possibilité d'un accident n'est pas prévue (par un système d'alarme ou un plan d'évacuation dédié). En même temps qu'on prend un risque, la négation de ce risque est assumée.

Critique politique : prendre et faire prendre conscience des risques permet opportunément de poursuivre le développement technique et économique⁶⁸. C'est une critique importante de l'approche par les risques, pointée par Langdon Winner (voir encadré ci-après), qui s'explique de deux manières.

Premièrement, nous sommes passés d'une société du danger à une société du risque. Là où le danger s'appuie sur une expérience commune et peut faire consensus sur la façon de l'éviter, une grille de lecture par le risque confisque le débat et retarde l'action. Par exemple, s'il y a un trou profond dans une rue passante, que tout le monde peut constater, et que l'on estime qu'il s'agit d'un danger, il est assez consensuel de reboucher le trou pour éviter que quelqu'un ne tombe dedans. En revanche, une analyse du risque pour la même situation va requérir une multitude de données (fréquence et horaire des passages, trajectoire des piétons, des cyclistes et des véhicules, présence d'enfants, etc.) qui auront pour effet à la fois de techniciser le débat, lequel deviendra l'apanage des experts, et de retarder l'action, dans l'attente de données toujours plus précises. C'est en ce sens que l'analyse du risque est vue comme conservatrice.

Langdon Winner : l'évaluation des risques n'est jamais neutre

« L'arène où se jouent les débats sur le risque est hautement politique et conflictuelle. Les problèmes spécifiques comme ceux qui concernent la sûreté nucléaire, ou les problèmes plus généraux concernant les choix méthodologiques pour toute étude de risque, ont trop d'enjeux. De puissants intérêts sociaux et économiques sont investis dans la recherche de solutions. [...] Au moment où les sociétés modernes commencent à faire face à toute une série de protestations liées aux possibles dégâts des pratiques industrielles sur l'environnement et la santé publique, l'introduction d'une évaluation autonome du risque vient ajouter une composante nettement conservatrice. Par "conservatrice", je veux simplement désigner ici une vision des choses qui tend à être favorable au *statu quo*. Bien que beaucoup d'acteurs de l'évaluation du risque ne soient pas des conservateurs au sens politique du terme, il me semble que cette nouvelle approche finira par avoir pour conséquence un ralentissement, une complication et une confusion des problèmes qui maintiendront le *statu quo* industriel relativement à l'abri de toute limite imposée par la société⁶⁹. »

Par ailleurs, dans le cadre des démocraties libérales, le principe constitutionnel de la présomption d'innocence veut que la charge de la preuve revienne à l'accusation. Mais s'il faut pouvoir prouver la gravité et la probabilité d'un risque

68. Jean-Baptiste Fressoz, *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Seuil, 2012.

69. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur*, op. cit., p. 214.

avant de prendre des mesures d'interdiction ou de régulation (d'une substance, d'un process, d'un objet technique, etc.), une forme de conservatisme industriel ne manquera pas de l'emporter, qui fera taire les inquiétudes sanitaires et/ou environnementales pour favoriser le *statu quo* du *business as usual*.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- L'objet, la machine, le programme que je suis en train de concevoir ou de développer présentent-ils des risques ? Ces risques sont-ils explicites et discutés ?
- En cas d'analyse du risque, comment les données numériques sont-elles obtenues ? Qui/quel organisme est à l'origine de la méthodologie choisie ?
- Y a-t-il eu des catastrophes ou des accidents industriels dans mon secteur d'activité ou mon entreprise ? Correspondent-ils à des prises de risque particulières ?
- Des risques sont-ils aujourd'hui pris explicitement et volontairement par mon entreprise ? Comment puis-je favoriser une discussion sur les risques avec mes collègues ou mes supérieurs hiérarchiques ?
- Quels sont les risques de mon activité que je suis prêt à prendre, pour moi, mon équipe ou les futurs usagers ou consommateurs, et quels sont ceux que je refuse de prendre et de faire prendre ?

Au-delà du risque : vers une éthique de la responsabilité

L'entrée dans l'ère des catastrophes morales et industrielles provoque la fin de l'idéal moderne de maîtrise (éthique) de la maîtrise (technique) et révèle un changement de régime de la technique, qui acquiert une puissance sans précédent. La technique menace désormais la possibilité même d'une vie humaine sur terre, si bien qu'elle contraint l'humanité à affronter une responsabilité considérable portant sur l'avenir de l'homme. La logique de la compensation propre au risque est rendue caduque. Après la Seconde Guerre mondiale et le largage des premières bombes atomiques, la fin de la thèse de la pure instrumentalité de la technique est actée par des penseurs tels que Günther Anders⁷⁰ ou Hannah Arendt, et plus récemment Hans Jonas, qui tous contestent la bipartition classique entre les moyens et les fins. Dans la condition atomique, moyens et fins forment en effet système : la bombe, comme expression de la souveraineté du pouvoir de tuer, porte en elle la promesse de son utilisation. Les projets de fabriquer la bombe et de la tester sont indissociables. Oppenheimer, le physicien le plus connu du xx^e siècle avec Albert Einstein⁷¹, qui a piloté le projet *Manhattan* où se concevait et se fabriquait cette première bombe atomique, a fait savoir après le largage qu'il regrettait d'avoir participé à sa fabrication. Mais il est alors trop tard : la responsabilité individuelle fait son entrée dans des

70. Günther Anders, *Hiroshima est partout*, Seuil, 2008.

71. Silvan S. Schweber, *Einstein and Oppenheimer*, Harvard University Press, 2008.

logiques d'après coup. Si je n'assume pas ma responsabilité maintenant, il est ensuite trop tard pour revenir en arrière. Jozef Rotblat, physicien polonais, seul scientifique à avoir quitté le projet *Manhattan*, a reçu le prix Nobel de la paix en 1995 pour l'avoir bien compris. « Ce que comprenait Jozef Rotblat, le pouvoir effrayant de la bombe en gestation, il semble quasi impossible qu'Oppenheimer ne l'ait pas compris. La seule explication qu'on puisse trouver à l'aveuglement d'Oppenheimer, ce sont l'excitation scientifique d'aller jusqu'au bout et la volonté inconsciente de ne pas voir la réalité. Au fond, le couple chercheur/politique fonctionne à merveille [...]: les chercheurs conçoivent, les politiques utilisent. Les chercheurs occultent soigneusement la finalité pourtant évidente de leur recherche: prodiguer de la puissance. C'est le fait de ne pas être les utilisateurs finaux qui leur permet de nier l'évidence avant qu'elle ne se produise⁷². »

Dans *Le Principe responsabilité*, Hans Jonas appelle à rompre avec la conception traditionnelle de la responsabilité où l'imputation d'une action à un agent ne se ferait qu'après coup. La responsabilité ne porte pas seulement sur ce qui a été fait (*respondere*, c'est répondre de ce qui a été fait), mais aussi et avant tout sur ce qui est à faire. À l'impératif catégorique kantien il convient de substituer un impératif adapté au nouveau type de l'action humaine: « Agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre⁷³. » En dépit de la formulation kantienne, l'éthique défendue ici est de type conséquentialiste puisque la qualité morale des actions dépend de leurs conséquences et ne repose pas sur des convictions *a priori*. Seuls les vivants peuvent avoir des droits et des devoirs, mais ils en ont surtout vis-à-vis de ceux qui ne vivent pas encore. La restriction devient donc un mot d'ordre: l'homme doit se mettre en quête des règles d'une morale de l'empêchement qui limiteraient ses pouvoirs. Son excès de pouvoir appelle une mesure. La responsabilisation est alors maximale, puisque « la technique élargit la responsabilité de l'être humain à l'avenir de la vie sur terre⁷⁴ ». Une telle responsabilisation affronte en effet les conséquences à long terme de notre agir technique et prend un engagement vis-à-vis de l'avenir.

72. Matthieu Calame, *Lettre ouverte aux scientifiques. Alternatives démocratiques à une idéologie cléricale*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2011, p. 82-83.

73. Hans Jonas, *Le Principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, op. cit., p. 30.

74. Hans Jonas, « La technique moderne comme sujet de réflexion éthique », in Marc Neuberger (dir.), *La Responsabilité. Questions philosophiques*, PUF, 1997, p. 236.

Éthique de la conviction versus éthique de la responsabilité : l'exemple de la catastrophe nucléaire de Fukushima (11 mars 2011)

La centrale nucléaire de Fukushima Daiichi est construite par Tepco et mise en service en 1971 avec les meilleures intentions du monde : il s'agit d'apporter aux Japonais une énergie abondante à bas coût. Mais la catastrophe qui la frappe le 11 mars 2011 révèle que l'éthique ne peut plus se contenter de viser les seules convictions des politiques et des professionnels industriels persuadés de faire le bien. Elle doit aussi prendre en charge leur responsabilité vis-à-vis des conséquences de leurs actions techniques, intentionnelles mais également non intentionnelles. Pour se défaire de cette responsabilité élargie, nombre d'acteurs industriels font valoir que la catastrophe de Fukushima est une catastrophe naturelle indépendante des opérations humaines. Mais en réalité elle imbrique de manière complexe des phénomènes naturels (un tremblement de terre suivi d'un tsunami) et des phénomènes industriels (la décision d'implanter des centrales sur un littoral à risques). Sur le moment du choc, la prévention des risques telle qu'elle a été conçue par les ingénieurs a fonctionné : les réacteurs se sont arrêtés et les circuits de refroidissement se sont enclenchés. Le risque de réaction en chaîne, comme dans une bombe atomique, a bien été prévenu. Le problème, c'est qu'une centrale produit de l'électricité mais en consomme également beaucoup : or l'électricité a été coupée à cause du tremblement de terre et les circuits de refroidissement ne pouvaient donc plus être alimentés. Des transformateurs ont donc été actionnés pour prendre le relais, mais un quart d'heure après, le tsunami déferlait sur la centrale. À l'heure actuelle, les trois réacteurs sont encore en train d'être refroidis par des arrivées d'eau continues.

« La plupart de nos maux physiques sont encore notre ouvrage », écrit Rousseau pour déplorer la catastrophe de Lisbonne de 1857 alors qu'un incendie ravage la ville suite à un tsunami : « la nature n'avait point rassemblé là vingt mille maisons de six à sept étages et [...] si les habitants de cette grande ville eussent été dispersés plus également, et plus légèrement logés, le dégât eût été beaucoup moindre, et peut-être nul. [...] Combien de malheureux ont péri dans ce désastre, pour vouloir prendre l'un ses habits, l'autre ses papiers, l'autre son argent⁷⁵ ? » Ce schéma dit de l'« anthropodicée » rousseauiste, au sens où les hommes sont responsables y compris des désastres naturels, s'applique à la catastrophe de Fukushima. Une centrale nucléaire est un processus technique qui déclenche une réaction nucléaire qui par nature va diverger, mais qui ensuite la bride : quels que soient les chocs externes envisageables sur ce dispositif, les responsables sont ceux qui ont mis le tigre en cage. Hans Jonas en appelle ainsi à l'obligation de redéfinir la responsabilité, désormais moins liée aux intentions qu'aux conséquences non intentionnelles, anticipées ou non, de l'agir technique, car nous ne pouvons plus distinguer l'emploi bénéfique de notre puissance technique de son emploi abusif. Cette distinction tombe en effet lorsque « l'action a lieu dans un contexte où tout emploi à grande échelle d'une capacité engendre, en dépit de l'intention droite des agents, une série d'effets liée étroitement aux effets "bénéfiques" immédiats et intentionnés, série qui aboutit, au terme d'un processus cumulatif, à des conséquences néfastes dépassant parfois de loin le but recherché⁷⁶ ».

Si le nucléaire constitue une exception industrielle, au sens où c'est la seule industrie qui peut rendre inhabitable un pays entier sur des durées très longues et où il n'y a jamais de décontamination absolue, dans l'esprit de Hans Jonas

75. Jean-Jacques Rousseau, *Lettre sur la Providence*, 1859.

76. Hans Jonas, « La technique moderne comme sujet de réflexion éthique », in Marc Neuberger (dir.), *La Responsabilité. Questions philosophiques*, op. cit.

l'éthique de la responsabilité s'applique à tous les ingénieurs, et pas seulement à ceux du domaine nucléaire: ils devraient évaluer des scénarios en proposant de régler notre action sur le pire d'entre eux, qui correspond à la catastrophe.

Cette éthique de la restriction des pouvoirs semble très exigeante, pour ne pas dire inapplicable dans la pratique, mais elle attire néanmoins l'attention sur la nécessité du conséquentialisme moral des ingénieurs, qui doivent se soumettre à une contrainte d'anticipation des conséquences des techniques qu'ils déploient. Cela dit, une autre difficulté de taille ne manque pas d'apparaître, car nous ne savons plus évaluer les conséquences de ce que nous faisons et nos capacités de prévision s'avèrent le plus souvent dépassées. Tout le progrès technique moderne repose sur la sûreté des prévisions (« Savoir c'est pouvoir, pouvoir c'est prévoir », dit Auguste Comte, philosophe mais également ingénieur de Polytechnique), mais ce que nous pouvons faire excède désormais très largement nos capacités de savoir. La majeure partie des problèmes sociotechniques contemporains dérive d'effets non souhaités des techniques. Nous découvrons après coup leur imprévisibilité, qu'il s'agisse des effets des radionucléides sur les corps humains; des effets des chlorofluorocarbures (dont le pouvoir de destruction de l'ozone stratosphérique n'est découvert que dans les années 1970-1980, alors qu'ils sont utilisés de manière intensive depuis les années 1930 pour remplacer l'ammoniac dans les processus réfrigérants); des effets des gaz à effet de serre (GES), dont le pouvoir réchauffant est révélé dans les années 1970; des effets des OGM, dont les effets sur la santé et l'environnement sont encore controversés parmi les experts, etc. Dans l'approche classique de la responsabilité, celle-ci est liée à la faute: l'ingénieur est responsable de ce qu'il aurait dû savoir des conséquences dommageables d'une action compte tenu de la disponibilité du savoir. À l'inverse, l'incertitude du savoir l'innocente. Mais dans une approche maximaliste de la responsabilité telle que la défend Hans Jonas, et qui correspond à une transformation radicale du régime de la responsabilité, l'ingénieur est responsable de l'intégralité des processus qu'il déclenche. Sa responsabilité ne porte pas seulement sur ce qu'il sait des conséquences de son action technique, mais également sur ce qu'il aurait pu redouter. Il est donc responsable des conséquences inintentionnelles de ses actions, dès lors qu'elles pouvaient être anticipées par un exercice actif du doute et de la peur. D'où la méthode de l'« heuristique de la peur », qui vise à simuler la peur pour actualiser le risque autrement que par le calcul d'ingénierie.

« Un ingénieur répond à des questions, il ne les pose pas. Telle est l'image de l'ingénieur chez ceux qui croient que la technique est neutre ou, ce qui revient au même, qu'elle est un pur moyen orienté vers la réalisation de buts ou, ce qui revient encore au même, qu'elle n'a pas d'autre but qu'elle-même et son propre développement⁷⁷ » : si l'on accepte avec Bruno Latour de reconnaître que la technique n'est ni neutre ni autonome, alors il faut aussi faire valoir qu'aux côtés des techniciens, des cadres non techniques, des industriels et des consommateurs, les ingénieurs sont de véritables sujets de l'agir technique. La thèse de la neutralité des techniques et celle de leur autonomie libèrent de toute responsabilité les réseaux technoscientifiques impliqués dans la conception et la diffusion des innovations. S'ils peuvent être des co-décideurs techniques de premier plan, les ingénieurs ont également des responsabilités liées à la promotion des valeurs du système technique auquel ils participent, à leur travail de diffusion sociotechnique, de conception, et enfin à l'activité de gestion des risques et à l'évaluation éthique des conséquences, intentionnelles ou non, de l'introduction de ces techniques.

L'ingénierie ne se réduit pas à l'application neutre de principes scientifiques et les actes fabricateurs ne sont jamais un désert de valeurs. Nos objets techniques ne déterminent pas de purs faits construits scientifiquement, mais portent en eux des choix de valeurs, des priorités, des préférences. L'éthique fait donc partie de la technique : elle ne vient pas après. Les ingénieurs doivent être responsables de leurs choix technologiques et de leurs applications dans les entreprises et les sociétés humaines.

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. Si l'interrogation sur les finalités sociales du développement technique est, ou devrait être, l'affaire de tous, il reste alors à définir les modalités et les enjeux du débat : c'est l'objet de la démocratie technique qui occupera le prochain chapitre.

77. Bruno Latour, *Aramis, ou l'Amour des techniques*, op. cit., p. 34-35.

CHAPITRE 2

LES INGÉNIEURS, PARTIE PRENANTE DE LA DÉMOCRATIE TECHNIQUE

Le chapitre précédent identifie les responsabilités de l'ingénieur dans le domaine sociotechnique. Au niveau institutionnel et politique, il faut désormais pointer les conditions d'exercice de ces responsabilités pour une possibilité de reprise de contrôle de la technologie. La démocratie technique recouvre un ensemble de dispositifs qui permettent de repenser la manière dont les choix technologiques sont opérés et de redonner leurs chances à une pluralité de trajectoires pour le développement technique. Les productions techniques se présentent le plus souvent comme des offres de consommation faites à travers des marchés et pénètrent la société sans aucun débat préalable, alors même qu'elles transforment en profondeur les équilibres sociaux et la relation à la nature. En matière d'évolution technologique, c'est un fait désormais bien connu que la société arrive presque toujours trop tard : « Historiquement la technique n'a jamais fait l'objet d'un choix partagé. Certains acteurs l'ont fait activement advenir et il a fallu réguler ensuite. [...] L'histoire de la technique est celle de ses coups de force et des efforts ultérieurs pour les normaliser¹. » Cette logique est à son comble dans le contexte contemporain : les vagues d'innovation, réelles ou annoncées, mettent hors jeu les acteurs étatiques traditionnellement considérés comme les dépositaires de l'intérêt général ou, du moins, comme des instances régulatrices.

Le besoin de démocratie technique n'a donc jamais été aussi fort et l'ingénieur est appelé à s'en constituer partie prenante : « L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine : il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun », stipule clairement la charte de l'IESEF.

Ce chapitre part des implications politiques des choix technologiques qui justifient que la technique soit l'affaire de tous, tout le temps, et non pas seulement des ingénieurs. Il propose ensuite un examen critique des différents modèles de démocratie technique.

1. Jean-Baptiste Fressoz, *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, op. cit., p. 19.

POLITIQUE DE LA TECHNIQUE

La technique ne répond pas seulement aux nécessités d'appropriation du milieu naturel. Elle organise surtout les rapports sociaux entre les hommes au travers des médiations qu'elle introduit entre l'homme et la nature. C'est en ce sens qu'il faut reconnaître la dimension politique des techniques.

Quand les objets techniques « font de la politique »

Dire que les artefacts techniques « font de la politique », comme l'écrit Langdon Winner dans un article célèbre², signifie qu'en modifiant le monde par les techniques, nous modifions l'architecture des rapports sociaux dans lesquels nous nous insérons et nous nous transformons nous-mêmes. L'historien Lewis Mumford explique que, « depuis l'époque néolithique au Proche-Orient jusqu'à nos jours, deux technologies ont constamment existé en parallèle : l'une autoritaire, l'autre démocratique, l'une centrée sur le système, terriblement puissante, mais fondamentalement instable, l'autre centrée sur l'homme, relativement faible, mais inventive et durable³ ». Dans le domaine de l'énergie par exemple, les énergies renouvelables de la période préindustrielle font l'objet d'une gestion en commun contrastant très fortement avec l'industrialisation fondée sur des systèmes énergétiques de grande taille qui requièrent une direction centralisée et hiérarchique (machine à vapeur, centrale nucléaire, etc.).

Langdon Winner développe l'exemple devenu canonique de la construction des ponts de New York par l'architecte Robert Moses à la moitié du xx^e siècle pour illustrer la catégorie des techniques conservatrices au sens de Mumford. Il explique que l'architecte Moses, issu de la bourgeoisie blanche, ne souhaitait pas que les populations pauvres et afro-américaines puissent accéder à l'île de Jones Beach⁴. Ces populations ne possédant pas de véhicule individuel, il aurait conçu les ponts et tunnels reliant Long Island à Jones Beach de façon à ce qu'ils laissent passer les automobiles, mais pas les bus de transport public. Cet exemple a fait l'objet d'une vive controverse et la figure de Robert Moses a été partiellement réhabilitée, mais il a tout de même servi de point de départ à toute une série d'études sur l'impensé du privilège blanc embarqué dans les technologies, le raisonnement pouvant d'ailleurs se transposer à propos des deux autres grandes lignes de clivage de la société que constituent la classe sociale (voir encadré ci-après) et le genre. L'anthropologue Paola Tabet montre par exemple que la domination masculine repose entre autres sur la monopolisation par les hommes des outils techniques (les armes notamment) aux dépens des femmes (qui se voient retirer le droit de faire couler le sang au motif qu'elles le perdent déjà passivement durant leurs menstruations)⁵. Dans tous les cas, la technologie ne se

2. Langdon Winner, "Do Artifacts have Politics?", *Daedalus*, vol. 109, n° 1, 1980.

3. Lewis Mumford, "Authoritarian and Democratic Technics", *Technology and Culture*, vol. 5, n° 1, 1964.

4. Langdon Winner, "Do Artifacts have Politics?", art. cité, p. 121-136.

5. Paola Tabet, « Les mains, les outils, les armes », *L'Homme*, vol. 19, n° 3-4, 1979, p. 5-61.

réduit jamais à la stricte adéquation des moyens aux fins mais doit s'appréhender comme du social réifié dans des objets. La maîtrise technologique est un des moyens privilégiés par lesquels les dominants maintiennent leur domination.

Des machines « inutiles » ?

« Les études sur les machines et outils industriels font également resurgir des histoires politiques bien intéressantes, dont certaines contredisent frontalement ce que nous croyons savoir des raisons pour lesquelles certaines innovations technologiques sont développées. Si l'on croit que les technologies nouvelles sont introduites pour améliorer l'efficacité, on sera parfois déçu par l'histoire de la technologie. Le changement technologique dépend de toute une panoplie de motifs, parmi lesquels le moindre n'est pas le désir qu'ont certains humains de dominer les autres, même si cela doit impliquer quelques aberrations en termes de coût et de rentabilité globale.

On en trouve une triste illustration dans l'histoire de la mécanisation industrielle au xx^e siècle. Au milieu des années 1880, dans l'usine de fabrication des moissonneuses McCormick à Chicago, des machines pneumatiques de moulage, innovation encore mal maîtrisée, furent introduites en fonderie, pour un coût estimé de 500 000 \$. L'interprétation économique standard nous conduirait à penser que cette action a été entreprise pour moderniser l'usine et augmenter l'efficacité par la mécanisation. Mais l'historien Robert Ozanne a replacé ce développement dans un contexte plus large. Cyrus McCormick II était, à cette époque, en pleine bataille avec le Syndicat national de la métallurgie. Il considérait l'introduction des nouvelles machines comme un moyen de "se débarrasser des mauvais éléments dans le personnel", c'est-à-dire se débarrasser des ouvriers qualifiés qui avaient monté le syndicat local à Chicago. Les nouvelles machines, manœuvrées par des ouvriers non qualifiés, produisaient en réalité moins de pièces et pour plus cher que l'ancien procédé. Ces machines furent en fait abandonnées après trois ans d'utilisation mais, à ce moment-là, elles avaient rempli leur office : détruire le syndicat. L'histoire de ces développements techniques à l'usine McCormick ne peut donc être correctement comprise sans prendre en compte les tentatives d'organisation des ouvriers [et] la répression policière antisyndicale dans le Chicago de cette époque. [...]

Nous considérons habituellement les technologies comme des outils neutres qui peuvent être utilisés bien ou mal, pour faire le bien ou le mal, ou un peu des deux. Mais nous prenons rarement le temps de nous demander si un appareil donné n'aurait pas été conçu et construit de manière à produire un certain nombre de conséquences *au-delà* (logiquement et temporellement) *de toute utilisation déclarée*⁶. »

À l'autre bout du spectre politique, il existe des techniques démocratiques, même si les exemples qui viennent à l'esprit pour la période contemporaine font redouter leur devenir conservateur. Le développement de l'informatique dans le giron de la Silicon Valley, par exemple, est rendu possible par les commandes publiques du complexe militaro-industriel dès les années 1930-1940, mais s'amplifie dans les années 1960-1970 à partir d'une « idéologie californienne » qui associe le libéralisme économique et les idées de gauche de la contre-culture

6. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur*, op. cit., p. 52-53.

anti-autoritaire⁷. Récupérée par le capitalisme au tournant des années 2000 pour relancer la croissance, structurellement entravée par des contraintes physiques, dans le cyberspace, cette idéologie s'oriente clairement vers une dérive anti-démocratique dans la période récente. Concentration du secteur des GAFAM qu'aucun pouvoir politique ne vient rééquilibrer; exploitation économique des données personnelles dans une perspective de ciblage de la publicité; surveillance de la vie privée; renoncement à la neutralité du Net; corruption du débat public gouverné par des algorithmes conçus pour enfermer le citoyen dans la fréquentation de contenus redondants, etc., en sont des preuves manifestes, de sorte que la Silicon Valley échappe définitivement aux lignes politiques de clivage traditionnelles. Mais si la partition de Mumford se révèle simplificatrice, il n'en demeure pas moins que la Silicon Valley produit autant de politique que de circuits semi-conducteurs.

L'AUTOMATISATION DES TECHNIQUES ET LA MISE HORS CIRCUIT DU POLITIQUE

Dire que les objets techniques « font de la politique » comporte une implication forte: cela signifie qu'ils modifient l'univers moral et politique dans lequel les humains prennent des décisions, au point parfois de se substituer aux hommes, dont l'autonomie délibérative constitue pourtant la condition même de possibilité du politique. Comme l'écrit le psychiatre Serge Tisseron, « les plus vieilles légendes racontent des histoires d'épées magiques qui se battent toutes seules contre l'ennemi, de charrues qui labourent le champ la nuit pendant que le paysan dort⁸ », mais ce n'est qu'au moment de la première révolution industrielle que l'instrument sort de la main de l'homme pour se retrouver manié par un mécanisme. La machine-outil prend la place de l'outil et amorce une tendance de l'évolution technique à l'automatisation, comprise comme une délégation aux machines des compétences et des responsabilités humaines, y compris dans le domaine politique (voir encadré ci-après), mais aussi comme une automatisation du comportement humain (physique et cognitif) lui-même, s'ajustant au rythme de la machine. La deuxième révolution industrielle amplifie cette automatisation par le recours au taylorisme et au travail à la chaîne. Le philosophe Bernard Stiegler identifie une troisième vague d'automatisation dans la période contemporaine, qui ne repose pas seulement sur les machines, mais également sur les données immatérielles produites par les usagers d'équipements numériques⁹. Toutes ces *data* alimentent des plateformes, qu'il s'agisse de Google, de banques ou de sites marchands, et sont traitées de manière instantanée par des algorithmes dont l'exploitation permet de nous inciter à fréquenter certains contenus ou à acheter certaines marchandises, elles-mêmes stockées et déstoc-

7. Andy Cameron et Richard Barbrook, "The Californian Ideology" [1995], repris dans Peter Ludlow, *Crypto-Anarchy, Cyberstates, and Pirate Utopias*, Cambridge, Mass, MIT Press, 2001, p. 363-387.

8. Serge Tisseron, *Le Jour où mon robot m'aimera*, Albin Michel, 2015.

9. Bernard Stiegler, *La Société automatisée*, Fayard, 2015.

kées par des robots pilotés par des logiciels, sans aucune intervention humaine. Cette réticulation numérique aggrave le déni du politique : la décision ne revient plus aux hommes, et en particulier aux hommes assemblés dans une délibération collective, mais aux machines.

Une comédie de l'automatisation : **DOCTEUR FOLAMOUR, OU COMMENT J'AI APPRIS À NE PLUS M'EN FAIRE ET À AIMER LA BOMBE**, film de Stanley Kubrick, 1964

Docteur Folamour est une parodie sur la dissuasion nucléaire qui popularise la *Doomsday Machine*, la machine dite « du Jugement dernier », comme paradigme de la machine autonome. Capable de s'autonomiser par rapport aux ingénieurs qui l'ont conçue, elle échappe également aux politiques. L'action se situe pendant la guerre froide, sur une base américaine administrée par le Général Jack D. Ripper, atteint de folie paranoïaque. Persuadé que les Russes sont sur le point d'attaquer le territoire américain, il décide seul d'envoyer ses B-52 frapper l'URSS. Mais dès lors qu'elle est enclenchée, cette riposte est automatique : aucun système de communication n'est prévu pour les rappeler sur leur base. Une réunion d'urgence est convoquée avec le président américain et l'ambassadeur soviétique pour étudier les différentes options militaires et politiques possibles, et éventuellement indiquer aux Soviétiques la position des avions pour qu'ils les détruisent à temps. Cette situation parodique révèle l'absurdité des fondements de la dissuasion nucléaire. Le philosophe et ingénieur Jean-Pierre Dupuy montre en effet qu'en réalité la bombe constitue une menace peu crédible : si elle est utilisée, elle détruit dans le même temps son détenteur et son adversaire¹⁰. Pour rendre implacables et crédibles d'éventuelles représailles en cas de menace d'un adversaire, un moyen serait de rendre la riposte automatique : des machines seraient chargées de contre-attaquer sitôt que l'adversaire a envoyé ses missiles. La machine automate est un mécanisme d'auto-extériorisation ou d'autotranscendance, qui se présente sous la forme d'une extériorité étrangère aux intentions humaines alors qu'elle vient d'eux : elle programme une dépossession volontaire dans sa matérialité même. Dans le film de Kubrick, les Américains sont montrés comme à la fois responsables et irresponsables : ils sont responsables de la guerre parce qu'ils ont attaqué les premiers ; et irresponsables en ce sens qu'ils ont créé, dans leur folie, un système qui les rend incapables d'arrêter leurs propres bombardiers. Le film exprime ainsi la crainte que les objets techniques ne cessent d'être des objets pour devenir autonomes.

Le développement de l'intelligence artificielle, cas particulier d'automatisation, ouvre des horizons radicalement nouveaux. 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

10. Jean-Pierre Dupuy, *La Guerre qui ne peut avoir lieu. Essai de métaphysique nucléaire*, Desclée de Brouwer, 2019.

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. Ce n'est plus l'humain, espèce caractérisée par sa capacité d'adaptation, qui s'adapte aux machines, mais celles-ci qui s'adaptent non seulement à l'humain en général, mais à chaque humain en particulier pour comprendre ses besoins et même devancer ses désirs (voir encadré ci-après). La plasticité, critère ancien de distinction entre l'homme et la machine, se trouve profondément remise en cause.

Kraft, un anti-héros au temps de l'abondance technologique

Un détour par la littérature permet de mieux cerner ce qui se joue dans l'utilisation d'un système de guidage automobile. *Monsieur Kraft, ou la Théorie du pire* de Jonas Lüscher est un roman paru en 2017. Il met en scène Richard Kraft, professeur de philosophie allemand qui participe à un concours de rhétorique dont le sujet imposé, « Théodicée et Technodicée », requiert d'argumenter que nous vivons dans le meilleur des mondes possibles grâce à la technologie. Durant son long séjour aux États-Unis, dans la Silicon Valley, le lecteur le voit lutter entre des visions contradictoires de la technologie. Anti-héros à la vie sentimentale tumultueuse, Kraft profite également de ce voyage pour partir à la rencontre d'une ex-compagne, ce qui fournit un prétexte à sa première expérience de système de navigation :

« Kraft entre l'adresse que lui a indiquée la voisine dans le GPS et se laisse entièrement guider par l'agréable voix féminine du système de navigation. *Follow 4th Street, then turn right on Harrison. Now turn right.* En fait, il avait pensé qu'il quitterait la ville en passant par le Golden Gate Bridge. Cela semble être le chemin le plus court. Soit, de toute façon il n'est pas venu pour faire du tourisme, et c'est bien agréable de laisser quelqu'un d'autre décider. Pour la première fois, il saisit quel peut être l'attrait des véhicules autonomes. Il n'a jamais compris l'enthousiasme que cela déclençait. Qui pourrait bien avoir envie de ça, s'était-il toujours demandé, se laisser mener par un ordinateur, abandonner les rênes à quelqu'un d'autre ? Certainement pas lui, qui supporte à peine d'être passager dans un véhicule. Mais à présent il lâcherait bien le volant pour s'abandonner entièrement au bon vouloir de cette voix sympathique. Peut-être sait-elle ce que lui ne sait pas ; que ce voyage ne mènera à rien de bon¹¹. »

Ce passage est d'autant plus intéressant que, quelques chapitres plus tôt, le personnage principal s'est engagé dans une aventure solitaire en aviron, un moyen de transport autonome requérant compétence technique et compréhension de son environnement, qui s'est très mal terminée. Kraft est donc soulagé d'« abandonner les rênes à quelqu'un d'autre » : il perd en autonomie pour gagner en tranquillité d'esprit et en sécurité. Le glissement final interpelle cependant : de détenteur d'une compétence technique – indiquer l'itinéraire optimal –, le GPS est soudain devenu dépositaire d'un savoir existentiel et l'on devine en filigrane que la prochaine question que pourrait poser Kraft à son GPS n'est pas seulement : « Comment me rendre à...? » mais : « Devrais-je me rendre à ...? » C'est ce glissement axiologique (vers le monde des valeurs) des systèmes embarqués et de l'intelligence artificielle qui doit être interrogé.

Il convient de distinguer, d'une part, automatisation et autonomie, et d'autre part plusieurs niveaux d'automatisation. L'autonomie, spécificité de la raison

11. Jonas Lüscher, *Monsieur Kraft, ou La Théorie du pire*, Autrement, 2017.

humaine dans la modernité, renvoie à la capacité pour l'individu ou la communauté de choisir de façon non directement contrainte entre différentes options. Les évolutions technologiques, en permettant aux machines de s'autonomiser, réduisent en ce sens les domaines d'autonomie des humains. Par ailleurs, le philosophe allemand contemporain Bruno Gransche propose de distinguer trois types d'autonomie : une autonomie opérationnelle, portant sur le choix des moyens ; stratégique, portant sur celui des stratégies ; normative, portant sur les finalités de l'action et qui relève traditionnellement de la morale ou de la politique. Le tableau suivant illustre le glissement de l'autonomie humaine vers les machines¹².

Tableau n° 1 : Schéma traduit et adapté de Bruno Gransche

	Choix des fins (autonomie normative)	Choix des stratégies (autonomie stratégique)	Choix des moyens (autonomie opérationnelle)
Conducteur n'utilisant aucun système de guidage électronique	X	X	X
Conducteur d'un véhicule avec GPS	X	X	
Conducteur d'un véhicule autonome	X		
Super-machine?			

Le conducteur qui n'utilise aucun système de guidage électronique, mais qui sait lire une carte, réunit les trois types d'autonomie : il choisit les moyens, les stratégies et les fins.

Le conducteur d'un véhicule avec GPS abandonne son autonomie opérationnelle, au sens où l'orientation dans l'espace n'est plus nécessaire, mais il conserve son autonomie stratégique : par exemple, il peut programmer le GPS pour éviter les péages.

Le conducteur d'un véhicule autonome a délégué son autonomie opérationnelle et stratégique et ne conserve que son autonomie normative, à savoir la capacité à choisir sa destination.

À mesure que s'opère le transfert d'autonomie, les colonnes grisées font apparaître des machines de plus en plus autonomes : la machine semi-autonome est dotée d'une autonomie opérationnelle (c'est le cas du GPS qui choisit les

12. Bruno Gransche, "Things get to know who we are and tie us down to who we were", in Heather Wiltse et Michel Puech (dir.), *Things that Relate to Us*, Bloomsbury, 2019.

moyens pour parvenir à une destination programmée par un humain) et les systèmes intelligents à apprentissage autonome possèdent une autonomie stratégique (c'est le cas du véhicule autonome qui met en place des stratégies pour atteindre des objectifs qui demeurent fixés par les humains). La dernière ligne questionne ce à quoi pourrait ressembler une machine qui combinerait les trois types d'autonomie. Dans l'extrait du roman de Jonas Lüscher cité plus haut, Kraft est satisfait d'avoir renoncé à son autonomie opérationnelle, le choix des moyens, c'est-à-dire ici l'itinéraire à suivre, et par glissement s'interroge sur l'autonomie normative du véhicule. On raconte que, pendant la Seconde Guerre mondiale, des affiches étaient placardées dans les gares britanniques, demandant aux voyageurs : *"Is your journey really necessary?"* par souci d'optimisation des ressources dans un contexte de pénurie. Si un véhicule autonome posait la même question à Kraft, le héros de notre roman, grâce aux données collectées sur sa vie privée, cela pourrait donner : « Est-il vraiment nécessaire d'entreprendre un trajet de plusieurs heures, alors que tu es loin d'avoir fini la tâche que tu t'es assignée, pour aller rencontrer une ex-compagne que tu n'as pas revue depuis trente ans et qui ne pourra probablement pas répondre à la question que tu te poses ? » Dans ce cas, on pourrait estimer que le véhicule a atteint le dernier stade d'autonomie, en se prononçant à la fois sur le choix des moyens, celui des stratégies et celui des fins.

La menace d'une perte d'autonomie n'est pas le propre de notre troisième révolution industrielle. Dès les années 1930, le philosophe espagnol Ortega y Gasset fait remarquer que la perte d'autonomie opérationnelle et stratégique entraîne progressivement celle de l'autonomie normative : « Peut-être que la maladie fondamentale dont souffre notre époque correspond à une crise des désirs, et ce serait pour cela que toute la fabuleuse potentialité de notre technique nous semble vaine. [...] Le répertoire sur lequel l'homme compte aujourd'hui pour vivre est non seulement incomparablement supérieur à celui dont il a pu bénéficier jusqu'ici (les forces créées par la technique équivalent à 2,5 milliards d'esclaves, c'est-à-dire deux serviteurs pour chaque civilisé), mais nous avons par ailleurs pleinement conscience de leur surabondance. Malgré cela, le malaise demeure énorme, car l'homme actuel ne sait pas quoi être, l'imagination lui fait défaut pour inventer le scénario de sa propre vie ¹³. » La substitution d'une hétéronomie normative (quand les objectifs sont fixés par autrui) à l'autonomie normative (la capacité de se fixer à soi-même ses propres objectifs) est problématique pour Ortega : la technique, qui libère de la réflexion sur les moyens, menace la réflexion authentique sur les fins.

La prise de conscience de la capacité humaine d'autonomie normative est l'affaire de tous dans le cadre d'une démocratie technique. Les systèmes techniques doivent répondre aux objectifs fixés grâce à leur autonomie opérationnelle et stratégique, dans les limites du maintien de la capacité politique à choisir les finalités. C'est l'objet de la démocratie technique que de ressaisir

13. José Ortega y Gasset, *Méditation sur la technique*, Allia, 2017.

collectivement cette autonomie normative sur la base d'une meilleure participation des publics à la construction des choix scientifiques et techniques. Michel Callon, anthropologue des sciences et des techniques de l'École des mines, propose d'en distinguer trois modèles qu'il s'agit désormais d'examiner : la diffusion des connaissances, le débat public et la co-production des savoirs¹⁴.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- 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) ?
- L'objet, la machine, le programme que je suis en train de développer seront-ils accessibles à tous ? Favorisent-ils un groupe au détriment d'un autre ? Si oui, s'agit-il d'un choix volontaire ou d'une négligence ?

LE MODÈLE DE LA DIFFUSION DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Principes

Ce premier modèle correspond à l'idéal des Lumières et s'incarne progressivement dans la démocratisation de l'enseignement public aux XIX^e et XX^e siècles. Il prend appui sur un modèle politique de prise de décision où, avant d'agir et de décider, il faut préalablement savoir de quoi l'on parle. Il suppose une diffusion linéaire et descendante des connaissances scientifiques et techniques des experts (les scientifiques et les ingénieurs) vers les publics, dont les craintes vis-à-vis des techniques sont implicitement mises au compte de l'ignorance. Si cette conception de la démocratie technique demeure verticale, puisqu'elle est gouvernée d'en haut par des experts, elle prend en charge une opposition sociologique entre les éducateurs et la masse des éduqués qui ne renvoie pas qu'à une réalité du passé. Depuis la première moitié du XVI^e siècle, nous savons grâce à Copernic que la Terre tourne autour du Soleil. S'il faut encore plus d'un siècle pour que les savants et l'Église abandonnent définitivement le géocentrisme, il s'agit désormais d'une théorie incontestée, du moins parmi les scientifiques. La question de savoir qui de la Terre ou du Soleil tourne autour de l'autre est régulièrement posée, en Europe avec l'Eurobaromètre des connaissances scientifiques et aux

14. Michel Callon, « Des différentes formes de démocratie technique », *Annales des Mines*, n°9, janvier 1998, p. 6373.

États-Unis avec les enquêtes de la National Science Foundation (NSF). Toutes ces études montrent encore très récemment qu'environ un tiers des sondés ne savent pas que la Terre tourne autour du Soleil. En 2018, un questionnaire de la NSF auprès de citoyens américains, européens et d'autres nationalités fait état d'un niveau à peine plus élevé de connaissances scientifiques et techniques. Une partie des résultats de cette enquête est reportée dans le tableau suivant¹⁵.

Tableau n° 2 : L'illettrisme scientifique et technique (2018)

Proposition	Réponse correcte	Pourcentage de réponses correctes		
		États-Unis	Union européenne	Chine
La Terre tourne autour du Soleil.	Vrai	73%	66%	Non communiqué
Toute radioactivité est d'origine humaine.	Faux	70%	59%	41%
Le sexe d'un bébé est déterminé par le matériel génétique du père.	Vrai	59%	64%	49%
L'humain actuel provient de l'évolution progressive d'espèces précédentes.	Vrai	52%	70%	68%

Le constat d'une coupure entre la formation scientifique et technique et l'éducation humaniste (lettres et langues, sciences humaines et sociales, etc.) n'est pas nouveau. Au xx^e siècle, il est théorisé par Charles Percy Snow¹⁶, un scientifique britannique qui affirme dans une conférence célèbre de 1959 que la séparation du monde intellectuel entre deux cultures, la culture des sciences et la culture des humanités, est un obstacle majeur à la résolution des problèmes contemporains. Il en repère l'origine dans le fait que les politiques, qui décident au moins en partie des grandes orientations de la recherche et des réformes de l'éducation, reçoivent traditionnellement une formation littéraire plutôt que

15. "Science & Engineering Indicators 2018", National Science Foundation, 2018: www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/404/science-and-technology-public-attitudes-and-understanding.pdf

16. Charles Percy Snow, *The Two Cultures*, Cambridge University Press, 1959.

scientifique et ne sont donc pas compétents pour comprendre la complexité des enjeux soulevés par la technique. Snow plaide pour une forme d'alphabétisation scientifique et technique de l'ensemble de la population, qui rendrait les principes de la thermodynamique aussi largement diffusés que les œuvres de Shakespeare. À la même époque, en France, et pour les mêmes raisons, Gilbert Simondon défend lui aussi une « éducation technique » que les scientifiques et les ingénieurs devraient assumer comme une obligation morale impliquée par leur statut.

Ce premier modèle renvoie à une « conviction ancienne, à la division entre science et professionnels, au cœur de tout progrès – et l'univers social et politique qui, sur cette base solide, peut faire les meilleurs choix. Aujourd'hui, cette manière de penser le monde est de moins en moins revendiquée – prudence sociale oblige – mais elle structure toujours les manières dominantes de penser et de faire des scientifiques, des ingénieurs et des politiques¹⁷ ». Dans la charte éthique de l'IESF, l'ingénieur « diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la société », et cette obligation morale semble bien mentionnée dans l'objectif de prévenir les « peurs irraisonnées » des publics.

Mise en œuvre

L'opérationnalisation concrète de ce premier modèle de démocratie technique se joue principalement au niveau de l'État mais il est aussi relayé par les ingénieurs eux-mêmes.

Au niveau étatique, c'est d'abord un travail sur la vulgarisation scientifique qui est entrepris, dans l'esprit anglo-saxon du *Public Understanding of Science*. L'effort n'est pas seulement concentré sur l'enseignement : il diffuse au-delà, et notamment dans des centres de popularisation des savoirs institutionnalisés au début des années 1980 sous la forme de Centres de culture scientifique, technique et industrielle (CSTI). Par ailleurs, les États se sont équipés d'organismes spécifiques pour « évaluer » le développement scientifique et l'innovation technologique. Les offices de Technology Assessment (TA) du monde anglo-saxon et l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) en France, inspiré des premiers, sont rattachés au Parlement et généralement composés de députés assistés d'un conseil scientifique recruté parmi les meilleurs experts. Le TA relève du premier modèle de démocratie technique en ce qu'il se présente comme un outil de production d'information sur les conséquences possibles des développements scientifiques et technologiques, destiné à améliorer la démocratie représentative. Il en informe notamment le Parlement pour éclairer ses décisions, mais aussi pour renforcer son pouvoir législatif face à l'exécutif. Considéré comme neutre et non partisan, il favorise le débat d'opinions en fournissant une base commune pour une évaluation

17. Dominique Pestre, « Des sciences, des techniques et de l'ordre démocratique et participatif », *Participations*, n° 1, 2011.

« objective » des faits scientifiques et technologiques dans tous les domaines. Ce dispositif s'insère dans le cadre traditionnel de la démocratie représentative : par opposition au modèle de la démocratie directe (dite « participative »), c'est un type de démocratie qui organise la délégation du pouvoir de volonté individuelle du citoyen à une autre volonté, celle des représentants (politiques et experts), assemblés dans un Parlement, qui voudront à sa place et en son nom.

Au niveau des ingénieurs, c'est dès la formation qu'apparaissent des dispositifs de sensibilisation aux enjeux de la démocratie technique. La diffusion de la méthodologie de cartographie des controverses sociotechniques, imaginée par le philosophe Bruno Latour il y a une vingtaine d'années à l'École des mines de Paris, en est un bon exemple. Dans cette activité pédagogique, les élèves-ingénieurs doivent apprendre à identifier les termes des débats autour de connaissances scientifiques et techniques qui ne sont pas encore stabilisées, par exemple sur les OGM, l'extraction du gaz de schiste, l'installation du wifi à domicile, la disparition des abeilles, etc. Ces controverses entremêlent des considérations diverses (éthiques, juridiques, morales, économiques et sociales) et des acteurs « hybrides » (des politiciens, des experts, des techniciens, des ONG, des riverains, des citoyens ordinaires, etc.) dans le cadre d'une société démocratique pluraliste et conflictuelle. Elles conduisent à des affaires d'autant plus embrouillées que les analyses des experts peuvent ne pas converger. L'objectif n'est pas d'amener les élèves-ingénieurs à assumer une prise de position personnelle, ni même à proposer des solutions pour dénouer la controverse dans l'approche solutionniste classique de l'ingénieur. Il est plutôt d'apprendre aux élèves-ingénieurs, en tant que citoyens, à développer une opinion la plus informée possible afin de s'orienter dans des débats complexes comme à l'aide d'une carte routière. Mises en ligne sur le web¹⁸, les cartographies de controverses alimentent le premier modèle de démocratie technique par la diffusion d'une information responsable, mais de manière originale puisqu'ici l'ordre des savoirs est aplani dans une cartographie.

Critiques

Les insuffisances du premier modèle de démocratie technique sont de deux ordres, éthique et politique.

Critique éthique

Le modèle de la diffusion souffre d'une lacune normative importante, dont le TA illustre les impasses de manière particulièrement grossière. Le TA documente en effet le techniquement possible, dans une perspective qui se prétend descriptive, mais ne s'efforce pas de décider du « moralement souhaitable » dans une perspective éthique plus prospective. Il s'applique donc difficilement à des technologies en cours de développement, alors que la question des choix de

18. Pour un aperçu des travaux des élèves-ingénieurs, voir : <http://controverses.mines-paristech.fr/>

trajectoire technologique se pose de manière aiguë. Il est évidemment difficile d'anticiper les conséquences d'une technologie dans les premières phases de sa conception, mais une fois qu'elle est commercialisée et qu'elle correspond à des pratiques sociales largement diffusées, il est trop tard pour faire machine arrière. De multiples exemples illustrent de manière tragique ce dilemme dit « de Collingridge¹⁹ », que ce soient les chlorofluorocarbures (CFC) et l'amiante (voir encadré ci-après); l'utilisation du thalidomide dans les années 1950 et 1960 comme antinauséux dédié aux femmes enceintes, qui a pu conduire à de sévères malformations du fœtus; ou encore l'utilisation des pesticides, aujourd'hui trop largement répandue pour rendre crédible une interdiction brutale selon les parlementaires français. Dans tous les cas, le dilemme de Collingridge déploie ces deux termes. D'une part, en effet, les technologies introduisent dans la nature des irréversibilités très fortes: « L'homme sait ce qu'il fait », disait Paul Valéry, mais l'extraordinaire changement d'échelle de nos milieux de vie implique qu'il ne « [sache plus] ce que fait ce qu'il fait ». D'autre part, lorsque apparaissent les conséquences de la diffusion de ces irréversibilités dans la société et dans la nature, le problème de la flèche du temps et de l'inéluctable n'a déjà plus de solution générale.

CFC et amiante : l'argumentaire de l'Agence européenne pour l'environnement

« Nous avons tous agi trop tard, tout le monde le sait à présent. Au cours des 50 prochaines années, nous verrons apparaître des milliers de cancers de la peau supplémentaires, car les enfants d'aujourd'hui grandissent en étant exposés aux rayons ultraviolets plus élevés qui traversent la couche d'ozone censée nous en protéger, par le "trou" créé par les chlorofluorocarbures (CFC) et d'autres substances chimiques de synthèse. Au cours de la même période, plusieurs milliers d'Européens mourront des suites d'un des cancers les plus douloureux et les plus graves qui soit, le mésothéliome, causé par l'inhalation de poussières d'amiante. Ces deux phénomènes nous ont pris par surprise : les dangers de ces technologies bénéfiques ne furent "identifiés" que quand il était déjà trop tard pour éviter les impacts irréversibles. Ils présentaient des périodes de latence tellement importantes entre les premières expositions et les effets tardifs que, pendant des décennies, une pléthore de conséquences imprévues ont fait leur apparition avant que des mesures n'aient pu être prises pour éviter de nouvelles expositions²⁰. »

Ces exemples témoignent tous de l'importance des signaux dits « précoces ». En ce qui concerne l'amiante, les premiers cas de lésions sont rapportés dès 1896. En 1974, le premier « scandale de Jussieu » rassemble scientifiques et citoyens pour demander une interdiction de l'amiante, qui ne sera effective en France

19. David Collingridge, *The Social Control of Technology*, New York, St. Martin's Press, 1980.

20. Agence européenne pour l'environnement, « Signaux précoces et leçons tardives : le principe de précaution 1896-2000 », Copenhague, AEE, 2001, Orléans, Ifen, 2004 : www.eea.europa.eu/fr/publications/environmental_issue_report_2001_22

qu'en 1997. Dans d'autres pays, comme le Brésil ou l'Ukraine, il faudra attendre 2017. Pour expliquer ces délais, on doit comprendre que la critique du risque se combine aux effets du dilemme de Collingridge. Tant que l'amiante est perçu comme un risque, il faut toujours plus d'études, de données, de populations témoins, etc., pour affiner sa documentation : cela s'étale sur près d'un siècle dans le cas de l'amiante. Mais à partir du moment où le danger est prouvé, on se trouve dans une situation où l'amiante est incrusté partout. Il ne suffit pas de cesser d'en produire, il faut désamianter avec des coûts colossaux pour l'État, les particuliers et les entreprises, sans parler des pertes économiques liées à l'arrêt de la production, tout cela constituant encore une autre raison de retarder le processus. Rétrospectivement, il apparaît qu'on aurait dû écouter les signaux précoces – ce qui n'empêche pas en parallèle de conduire une analyse de risque ou un TA sur un échantillon réduit et existant – et limiter très fortement l'utilisation d'amiante dès le début du xx^e siècle.

L'écoute des signaux précoces relève d'une question moins technique qu'éthique et politique : dans un monde complexe, il s'agit de choix à assumer sur le long terme. La récente annonce, en juin 2018, de l'Agence américaine de protection environnementale (EPA) d'autoriser de nouveaux usages pour l'amiante au cas par cas (contrairement à l'interdiction totale qui était jusqu'alors en vigueur) montre d'ailleurs que la robustesse des preuves scientifiques et la gravité établie des dommages ne sont que peu corrélées aux décisions politiques encadrant les choix technologiques. Les signaux précoces sont le plus souvent remontés par les usagers des techniques, alors que la logique de la démocratie représentative dans laquelle s'inscrit le TA, qui valorise une conception verticale du pouvoir fondé sur l'excellence des représentants et des experts, disqualifie par construction l'intelligence des publics.

Critique sociopolitique

Par ailleurs, le premier modèle de démocratie technique déplore implicitement l'ignorance des publics sans voir que l'illettrisme scientifique et technique est socialement construit. D'une part, la déploration : le citoyen est envisagé comme un individu pétri de lacunes à combler, ce qui justifie opportunément de le maintenir dans un statut passif de « consommateur de science ». Le monde anglophone évoque symptomatiquement un *deficit model*²¹ pour dénoncer ce schéma de pensée qui associe les résistances citoyennes à la diffusion d'une technologie à un *déficit* de connaissances et de rationalité. La charte de l'IESF s'inscrit dans un tel modèle lorsqu'elle évoque dans son préambule que « la désinformation peut conduire l'opinion publique à des sentiments exagérés de sûreté, à des psychoses sans fondement, à des peurs irraisonnées » (voir charte en annexe disponible sur le site www.eclm.fr). Dans cette approche, il suffirait de former

21. Brian Wynne, "Public Participation in Science and Technology: Performing and Obscuring a Political-Conceptual Category Mistake", *East Asian Science, Technology and Society: an International Journal*, vol. 1, n° 1, 2007, p. 99.

les publics pour qu'ils réalisent les bénéfices des technologies et la démocratie technique prend essentiellement la forme d'une fabrique du consentement dans une situation de gestion des conflits.

D'autre part, le déni du caractère socialement construit de l'illettrisme scientifique et technique : or les sciences et les techniques s'inscrivent dans un ordre des savoirs qui produit une autorité hiérarchique aggravée par le verrouillage des objets techniques par les industriels. L'historien François Jarrige rappelle ainsi qu'« aujourd'hui on comprend beaucoup moins bien les objets techniques qu'on ne les comprenait au ^{XIX}^e siècle, quand on était capables de les bricoler et de les fabriquer. C'est là la différence entre la technique et la technologie : la technique est un outil qu'on peut s'approprier, qu'on peut comprendre et connaître. Comment voulez-vous connaître ou vous approprier véritablement la robotique, les téléphones portables, qui reposent sur des modes de fabrication dans lesquels l'utilisateur est totalement exclu ? L'argument qui consiste à dire que le refus de la technique serait le résultat d'une forme d'ignorance masque le fait que l'ignorance par rapport à la technique est socialement construite, et elle n'a jamais été aussi forte qu'aujourd'hui. Au cours du ^{XX}^e siècle, il y a eu un processus d'exclusion de l'utilisateur. [...] Il faudrait bien accueillir la technique, et développer des apprentissages pour mieux la comprendre. Le problème, c'est que dans les modes de fabrication et dans la nature des objets qui sont mis sur le marché aujourd'hui, cette idée de l'exclusion de l'utilisateur est construite pour éviter la réparation et qu'on les fabrique nous-mêmes dans notre coin²² ». Cette tendance forte de l'évolution technique est particulièrement marquée dans le domaine de l'informatique (voir double page « L'ingénieur informaticien et les enjeux éthiques de la conception d'outils libres » en fin de partie) où « les ingénieurs sont constamment occupés à mettre en retrait leur propre exploit. Plus la technologie est sophistiquée, plus elle devra se faire oublier. Finie l'époque où l'on devait encore maîtriser les commandes de DOS pour accéder aux fonctions de base de son ordinateur ; à présent, c'est l'intuitivité des surfaces qui prime, au risque de rendre encore un peu plus analphabète l'utilisateur, devenu incapable de regarder sous le capot²³ ».

Une tentative de réforme de ce système par l'inventivité sociale et technique est à l'œuvre dans l'expérience des *fablabs*²⁴ et celle des mouvements DIY (*Do it yourself*). Ces expérimentations font l'éloge de l'autonomie technique, de la capacité à fabriquer ou à réparer soi-même. Le philosophe et mécanicien américain Matthew Crawford a théorisé les vertus des travaux manuels (en l'occurrence, la réparation de motos), qu'il considère comme des activités permettant

22. François Jarrige, « La grande table des idées », *France Culture*, 27 mars 2017.

23. Emmanuel Alloa, « L'égalitarisme automatisé. Sur l'idéologie de la Silicon Valley », *Esprit*, n° 454, mai 2019, p. 53.

24. Michel Lallement, *L'Âge du faire. Hacking, travail, anarchie*, Seuil, 2015.

d'accéder à une bien meilleure autonomie que beaucoup d'activités intellectuelles subordonnées²⁵.

Pour résumer, la diffusion large des connaissances scientifiques et techniques ne peut s'envisager que comme une étape de la démocratie technique, nécessaire mais non suffisante. Le grand philosophe américain des techniques Andrew Feenberg pointe ces insuffisances (voir encadré ci-après) et réaffirme la nécessité de faire émerger une véritable démocratie technique pour prendre en charge une demande sociale de participation citoyenne continue aux grandes orientations techniques. La crise simultanée de l'espérance progressiste et de la démocratie délégative, structurées l'une et l'autre par la coupure entre experts et profanes, implique d'ouvrir des espaces publics de négociation et d'expérimentation collectives des technologies.

Objectifs et conditions de la démocratie technique d'après Feenberg

« De nos jours, la plupart des choix techniques se font dans le privé, les droits de propriété et l'idéologie technologique garantissant que le public ne s'en mêlera pas. Que peut-on faire pour inverser cette tendance ? Même si la diffusion de la connaissance est nécessaire à la démocratisation de la technique, elle n'est pas suffisante. Il faut aussi qu'on élargisse la sphère des intérêts représentés par ceux qui contrôlent la technique, pour qu'il soit plus difficile de se délester des effets externes de l'action technique sur des groupes qui n'ont aucun pouvoir. Seule une organisation démocratiquement constituée entre acteurs, une organisation comprenant tous ceux qui sont affectés, est suffisamment soumise aux conséquences de ses propres actes pour pouvoir résister dès le départ à des conceptions et à des projets dangereux²⁶. »

D'autres dimensions de la démocratie technique doivent être explorées, et notamment celles du débat public et de la co-production des connaissances.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Les futurs usagers du produit que je suis en train de développer ont-ils conscience de la transaction à l'œuvre ? Comment la rendre plus explicite pour qu'ils puissent faire un choix éclairé ?
- L'objet, la machine, le programme que je suis en train de développer ont-ils fait l'objet d'une évaluation (*technology assessment*) ? Selon quelle méthodologie ?
- Existe-t-il des signaux précoces ? Sont-ils publics ou au contraire étouffés ?
- Quelles sont les connaissances scientifiques et techniques à ma disposition que je pourrais diffuser plus largement, et comment ?

25. Matthew B. Crawford, *Éloge du carburateur. Essai sur le sens et la valeur du travail*, Éditions Logiques, 2010.

26. Andrew Feenberg, *Pour une théorie critique de la technique*, trad. Iketnuk Arnaq, Montréal, Lux, 2014, p. 170.

LE MODÈLE DU DÉBAT PUBLIC

Principes

Ce deuxième modèle de démocratie technique est dominant depuis les années 2000 dans les institutions qui ont à gérer les technosciences. En régime de technosciences en effet, l'activité d'ingénierie n'est plus une activité contenue dans le périmètre restreint du laboratoire ou de l'entreprise : elle se déverse sur le corps social tout entier avec des effets à long terme parfois gravement nuisibles et/ou irréversibles. Le produit de l'ingénierie n'est pas un savoir clos sur lui-même, mais un objet qui transforme le monde : « Quand la science prend le monde dans son laboratoire, l'ingénierie prend le monde pour un laboratoire », écrit Carl Mitcham²⁷. Les technosciences provoquent une telle prolifération du social (riverains de sites d'entreposage de déchets nucléaires, riverains d'antennes téléphoniques, riverains de champs d'OGM, etc.) qu'il n'est plus possible de maintenir le citoyen dans la posture passive du consommateur de science, fût-il particulièrement bien éclairé par le premier modèle de démocratie technique²⁸. Il est alors convoqué à réfléchir en tant que non-spécialiste aux conséquences des techniques et à leur signification vis-à-vis de la poursuite de l'intérêt général, dans l'objectif de prendre ensemble les meilleures décisions de trajectoire socio-technique. Dans un cadre démocratique pluraliste où s'affrontent différentes visions du monde (voir encadré ci-après), le débat public réunit tous les acteurs autour de la table dans une mise en scène refusant la coupure traditionnelle entre experts et profanes qui est caractéristique de la démocratie représentative.

Cette éthique du débat public est institutionnalisée par l'inscription du principe de précaution dans la Charte de l'environnement (2004). L'article 7 stipule en effet que « toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement ». Dans un contexte d'incertitude où le savoir scientifique disponible sur les risques introduits par les technosciences est incomplet, la dimension sociale du risque et l'idée d'une démocratie participative inclusive où la définition du risque ne revient plus seulement à l'expert sont valorisées. Plus fondamentalement, le principe de précaution peut s'interpréter comme une critique des modalités technocratiques de légitimation de la décision politique. Le doute sur la capacité du savoir disponible à identifier correctement les risques amène à inverser les termes de la décision politique classique : il ne s'agit plus de savoir avant d'agir, comme dans la modernité qui a consacré dans les grandes écoles scientifiques l'idée d'un contrôle du pouvoir par le savoir, mais d'agir alors même qu'on ne sait pas (interdire les OGM en dépit

27. Carl Mitcham, *Thinking Ethics in Technology: Hennebach Lectures and Papers, 1995-1996*, op. cit., p. 138

28. Callon, Lascoumes, Barthe, *Agir dans un monde incertain : essai sur la démocratie technique*, Seuil, 2001.

d'une documentation consensuelle des risques, acheter des vaccins en masse face à la menace de grippe aviaire, etc.).

L'éthique de la discussion comme socle de la démocratie technique

Si l'éthique est rendue nécessaire toutes les fois que des individus se trouvent confrontés à des dilemmes, c'est au niveau d'une société tout entière que le dilemme apparaît lorsque les techniques se trouvent très largement diffusées. Différentes conceptions du bien, portées par différents acteurs, peuvent en effet s'opposer sans conciliation possible (bien de l'environnement, bien des générations futures, bien économique, bien stratégique dans la course industrielle, ou encore bien technique selon les valeurs de l'innovation), tous ces biens pouvant sembler des maux à d'autres. Il y a conflit sans instance transcendante pour décider de son issue et il faut s'en remettre à la discussion collective pour décider. Dans ce cadre, l'éthique de la discussion est dite « procédurale » au sens où elle prend acte de l'impossibilité de s'accorder sur un principe substantiel du bien dans les sociétés modernes caractérisées par le pluralisme des visions du monde, mais propose en échange de trouver une procédure rationnelle qui permette néanmoins de garantir la validité morale d'un jugement pour résoudre des conflits d'interprétation et prendre ensemble les meilleures décisions (y compris techniques). Quand plus personne ne possède une vérité ou une autorité morale *a priori*, reste encore la possibilité de discuter. Pour participer à ce dialogue éthique, il suffit donc d'adhérer au principe de la discussion comme espace et méthode pour faire émerger la posture morale. Le philosophe allemand Habermas, théoricien de l'éthique de la discussion, substitue à l'impératif catégorique kantien de l'éthique déontologique le critère de la discussion : au dialogue intérieur de la raison il préfère un dialogue externe entre des individus rationnels en situation de liberté de parole. Cette discussion n'est pas une discussion informelle ni une addition de monologues : c'est une discussion argumentée, encadrée par des procédures, avec un début et une fin qui peut être provisoire, et dont le modèle sous-jacent est celui du droit. Par l'échange d'arguments, il s'agit de parvenir à une vérité qui n'est pas transcendante, mais plutôt obtenue de façon endogène. Cette école de pensée reconnaît que l'éthique n'est jamais purement personnelle, car l'individu appartient d'emblée à la sphère publique : face aux autres, l'individu est obligé de réfléchir à ce qu'il tient pour évident, de rationaliser son vécu par l'argumentation. Il évite la morale de conviction pour prendre au sérieux ses responsabilités de sujet moral. À défaut de dire ce qu'il faut faire ou ne pas faire, l'éthique interroge ici les modes d'argumentation par lesquels on délibère : ce qui convainc ou non, ce qui persuade ou non, sans prendre position sur les contenus mêmes.

La démocratisation du débat public permet de faire émerger une pluralité de points de vue qui, paradoxalement, débouche moins sur le chaos redouté par les acteurs de la technocratie que sur l'efficacité collective. Scott Page, professeur de sciences politiques à l'université du Michigan²⁹, soutient qu'un gouvernement des experts offre généralement moins de « diversité cognitive » qu'une démocratie directe. Des experts qui pensent tous de la même manière vont avoir tendance à converger rapidement vers la solution qui leur paraît la meilleure, alors que les membres d'un groupe cognitivement plus divers ont la possibilité

29. Scott Page, *The Difference. How the Power of Diversity Creates Better Groups. Firms, Schools, and Societies*, Princeton University Press, 2006.

de se guider les uns les autres dans l'exploration d'autres possibilités. La diversité cognitive est plus importante que la compétence pour prendre une décision collective en matière d'éthique.

Mise en œuvre

Dans ce deuxième modèle de démocratie technique, la discussion s'organise concrètement sous la forme de conférences de citoyens, de tables rondes multi-acteurs, de forums hybrides, etc. La conférence de citoyens, par exemple, est à l'origine un dispositif qui rassemble un nombre restreint de citoyens (la plupart du temps entre quinze et vingt-cinq) pour débattre d'un sujet controversé dans le domaine des sciences et des technologies. Trouvant sa source dans les conférences médicales aux États-Unis progressivement ouvertes à des non-professionnels, la conférence de citoyens est véritablement née au Danemark dans les années 1980. Depuis, le dispositif a essaimé et un grand nombre de pays et d'institutions s'en sont emparés pour débattre de sujets très variés.

Comment s'organise concrètement une conférence de citoyens ? Elle commence par une partie de formation, grâce à l'intervention d'experts (qui ne sont pas toujours d'accord entre eux) qui tentent d'expliquer les aspects à la fois techniques, mais également juridiques ou économiques, d'une innovation technologique, d'un résultat scientifique, ou tout simplement de proposer un état de l'art d'une situation complexe. Il s'agit en général de week-ends de formation, la participation se faisant sur la base du volontariat, et les participants étant défrayés mais non rémunérés. Ensuite, les participants débattent entre eux, puis formulent des recommandations au gouvernement ou à l'organisme commanditaire, qui s'inscrivent parfois dans le cadre d'un débat plus vaste.

En France, la première conférence de citoyens a eu lieu en 1998 et portait sur les OGM, à la suite d'une décision controversée de 1997 d'autoriser certains maïs transgéniques. Elle a été suivie par des dizaines d'autres conférences de citoyens. Une sélection de ces conférences est présentée dans le tableau ci-après, montrant la grande diversité des sujets abordés (techniques et non techniques), les différentes échelles (micro et macro) et la variété des structures organisatrices (selon les contextes, il s'agit soit de la structure à l'initiative de la consultation, soit d'une organisation mandatée).

Tableau n° 3 : 1998-2018 : 20 ans de conférences citoyennes en France

Année	Institution/Cadre	Thème	Nombre de participants
1998	Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)	L'utilisation des organismes génétiquement modifiés dans l'agriculture et dans l'alimentation	14
2002	Commission française du développement durable	Changements climatiques et citoyenneté	16
2003	Débat national sur l'eau	Le devenir des boues domestiques issues des stations d'épuration	15
2012	Institut Montaigne	Quel système de santé voulons-nous ?	25
2013-2014	Commission nationale du débat public	Projet Cigéo (enfouissement des déchets nucléaires à Bure)	17
2016	Mairie de Paris	L'amélioration de la qualité de vie en logement social à Paris	19

D'une façon générale, on constate que les dispositifs sont de plus en plus impulsés à l'échelon local (la mairie de Paris a par exemple consulté 105 citoyens sur la question de la propreté à Paris au cours de plusieurs séances) et que les sujets abordés relèvent de moins en moins du domaine strict des sciences et des technologies, avec une ouverture à des problématiques plus transversales comme le logement. Dans ces différents dispositifs, on peut donc estimer que « l'antidote n'est pas la formation, mais la prise de parole³⁰ » – la formation n'étant qu'une étape, un moyen d'*encapacitation* des citoyens³¹.

Instauré en région Île-de-France en 2009, « Questions de Sciences, Enjeux Citoyens » est un autre dispositif qui vise à développer le dialogue entre citoyens, chercheurs et élus, et qui confirme ces tendances en favorisant le débat autour d'un thème nouveau chaque année : la bioéthique (2009-2010), l'alimentation (2010-2011), l'air (2014-2017). L'originalité de ce dispositif repose sur le fait que le choix du thème n'est pas imposé par la Région, mais est défini en commun et participe de l'exercice : le thème doit ainsi « ouvrir sur des débats contradictoires

30. Michel Callon, « Des différentes formes de démocratie technique », art. cité, p. 69.

31. On utilise en français le terme « encapacitation » pour traduire l'anglais *empowerment*, c'est-à-dire l'acquisition de connaissances ou d'outils qui permettent d'augmenter son pouvoir d'agir sur le monde.

engageant des valeurs, des positionnements sociétaux, des perceptions, des projets pour l'avenir³² ».

Critiques

Les conférences de citoyens sont l'objet de critiques croisées de la part des représentants de l'ordre technologique établi et des collectifs citoyens résistants aux technosciences. La première série de critiques met en cause l'absence de représentativité des échantillons : de quel droit une vingtaine de citoyens sélectionnés au hasard donnent-ils leur avis sur l'avenir de la recherche génétique ou du nucléaire ? Une seconde série de critiques vient du cadrage excessif des termes du débat en amont et de l'absence d'obligation de suivi en aval, du fait de la valeur consultative des recommandations formulées, qui n'obligent en rien le politique. Certaines critiques assimilent alors cet exercice à une démocratie de façade où des citoyens proposent des orientations qui ne seront majoritairement pas suivies. Le philosophe Dominique Bourg fait remarquer qu'« en général, dans les formes institutionnelles d'aujourd'hui, on sollicite un avis, et puis ensuite personne n'y répond. La meilleure caricature de cette situation a été la première conférence de citoyens sur l'introduction des OGM dans l'agriculture et l'alimentation³³ ». Ces critiques ont été particulièrement virulentes également au moment de la conférence de citoyens organisée en 2013 autour du projet Cigéo, piloté par l'Agence nationale de gestion des déchets radioactifs (Andra), dont l'objectif était de concevoir le stockage géologique profond des déchets radioactifs de moyenne et haute activité à vie longue, dits « ultimes » car, en l'état actuel des techniques, il n'est pas possible de les recycler et de les réinsérer dans le « cycle » du combustible. Gaspard d'Allens et Andrea Fuori, résistants au projet s'exprimant dans le registre de la contre-expertise savante, font valoir qu'en l'absence de possibilité de remettre en cause l'opportunité même du projet (le principe de l'enfouissement est acquis depuis 2005 suite à un premier débat organisé au Parlement), la discussion se déplace nécessairement sur des points secondaires (dimensionnement industriel, longueur des galeries souterraines, etc.)³⁴. À partir d'une telle contrainte de cadrage, il n'est plus possible de dépasser le point de vue purement statique pour s'interroger sur les effets à long terme du stockage. Un conséquentialisme radical imposerait au contraire d'évaluer des responsabilités élargies à l'égard d'un mal éloigné dans l'espace et le temps. Pour les organisateurs industriels de la conférence, les avantages de cette gouvernance participative sont de présenter le processus comme ouvert et la décision comme étant en train de se prendre ; mais aussi de

32. Nicolas Blémus, « "Questions de Sciences, Enjeux Citoyens" : à la recherche de l'expression citoyenne », *La Lettre de l'OCIM. Musées, patrimoine et culture scientifiques et techniques*, n° 136, juillet-août 2011, p. 27-35 : <https://doi.org/10.4000/ocim.896>

33. Cité dans Frédéric Prat, *OGM : la bataille de l'information. Des veilles citoyennes pour des choix technologiques éclairés*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2010, p. 126.

34. Gaspard d'Allens et Andrea Fuori, *Bure. La bataille du nucléaire*, Seuil, 2017.

dégrader la politique au niveau d'un marché aux opinions. Le boycott du débat public permet de révéler par contraste l'invisibilisation des questions de fond par le cadrage initial et l'illusion de maîtrise du processus par la société civile.

De manière générale, les conférences de citoyens ont été au mieux suivies par une forme d'ignorance ou d'attentisme, au pire par des décisions contradictoires avec les recommandations formulées par les citoyens – sauf peut-être dans les cas où les mandataires s'étaient explicitement engagés, en amont de la démarche, à suivre les recommandations qui en sortiraient³⁵.

Face à ces nombreuses critiques, les enthousiastes de la première heure des dispositifs participatifs comme le biologiste Jacques Testart³⁶ opposent un cahier des charges précis pour une « convention de citoyens » qui ne soit pas simplement un exercice de communication³⁷. Cependant, quelles que soient les améliorations apportées au modèle participatif, tant que le narratif soutenant ces dispositifs sera celui de la formation ou de la consultation, avec une séparation encore marquée entre experts d'un côté et citoyens de l'autre, la légitimité et l'utilité de ces processus ne seront pas assurées. Il est donc temps de se tourner vers un troisième modèle de démocratie technique : la co-production des savoirs.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Quels sont les débats scientifiques, techniques et sociétaux auxquels je pourrais participer en tant qu'ingénieur et citoyen ?
- Si je m'engage dans un processus de discussion publique, est-ce que j'en attends un changement de conviction de la part de mes interlocuteurs ?
- Suis-je capable d'accepter, une fois qu'un ensemble de connaissances basiques sur un sujet a été acquis par un citoyen profane peut-être grâce à mon initiative, que ce dernier n'ait toujours pas les mêmes convictions que moi ?
- Suis-je prêt à remettre en question mes propres opinions et convictions ?

LE MODÈLE DE LA CO-PRODUCTION DES SAVOIRS

Principes

Ce troisième modèle implique directement les citoyens, organisés (en associations de la société civile, en groupes d'habitants, etc.) ou pas, en leur

35. Rémi Barbier, Clémence Bedu et Nicolas Buclet, « Portée et limites du dispositif "jury citoyen". Réflexions à partir du cas de Saint-Brieuc », *Politix*, n° 86, janvier 2009, p. 189207.

36. Jacques Testart, *L'Humanité au pouvoir. Comment les citoyens peuvent décider du bien commun*, Seuil, 2015.

37. Voir notamment la lettre ouverte adressée au Président de la République en mai 2019, https://sciencescitoyennes.org/201905_lettre-ouverte-au-president/#more-117825

reconnaissant une capacité à produire des savoirs complémentaires ou alternatifs à ceux des experts dans une démarche collaborative (là où le deuxième modèle maintient la construction séparée des savoirs de chacune des parties). Il demeure attaché à la valeur universelle de la science, mais propose de partir du principe que le savoir scientifique est toujours incomplet et surtout n'est jamais spontanément attentif aux conséquences des applications techniques qui en sont dérivées. À la différence du premier modèle, il n'institue plus la science comme une forme supérieure de vérité qu'il convient de mettre en partage avec les profanes. À la différence du deuxième, il ne s'agit plus de reconnaître seulement une capacité à juger des conséquences des techniques, mais bien de valoriser une contre-expertise citoyenne en tant que telle et l'existence de savoirs pertinents au-delà des sciences.

Alors que les deux premiers modèles s'inscrivent dans le cadre de la démocratie représentative (le premier de manière assumée, le deuxième de manière plus implicite), ce dernier modèle appelle à une démocratisation de la démocratie. En mettant en cause le grand partage entre politiques, experts et profanes, il promeut une « démocratie dialogique » qui organise la confrontation des volontés par la participation plutôt que par la représentation. Si ce troisième modèle de démocratie technique est peut-être moins familier aux ingénieurs dans leur pratique quotidienne, il n'est cependant pas ignoré dans la charte éthique de l'IESF : si l'une des obligations morales de l'ingénieur est de « maint[enir] sa culture et sa compétence en fonction de l'évolution des techniques [...] [il] ne se limite pas aux seuls domaines techniques de sa compétence : il élargit ses connaissances en intégrant celles d'autres disciplines lui permettant d'améliorer les services qu'il rend ».

Helga Nowotny et Michael Gibbons évoquent un « mode 2 de production des connaissances » pour valoriser ce caractère hybride de la nouvelle production des savoirs en société³⁸. Selon eux, la production de la connaissance scientifique a évolué, depuis un mode 1 monodisciplinaire et circonscrit à la sphère scientifique, vers un mode 2 pluridisciplinaire et multi-acteurs. Les théoriciens du mode 2 suggèrent que, « pour rester fiable, la connaissance doit aussi être socialement robuste » (voir encadré ci-après). Cette co-production des savoirs correspond à un renversement des objectifs et des méthodes de la science, dont la qualité de la connaissance dépend historiquement d'une restriction *a minima* des contextes et des facteurs qui devaient être pris en compte.

38. Michael Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott et Martin Trow, *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Londres, Sage, 1994.

Le mode 2 : pour une connaissance socialement robuste

« Beaucoup des techniques scientifiques les plus puissantes – le réductionnisme, la normalisation, les méthodes d'échantillonnage, les groupes de contrôle – se fondent sur cette volonté de mise en quarantaine ou d'isolement. [...] Notre thèse est que la situation s'est inversée. Les disciplines scientifiques qui ont voulu sauvegarder un "espace stérile" en persistant à limiter les facteurs pris en compte [...] deviennent de moins en moins productives. Celles qui affrontent, volontairement ou non, la diversité des facteurs extérieurs [...] ne sont pas seulement plus "pertinentes" [...] mais deviennent aussi plus fertiles en termes de quantité et de qualité de la connaissance produite³⁹. »

Les cinq caractéristiques d'une connaissance socialement robuste

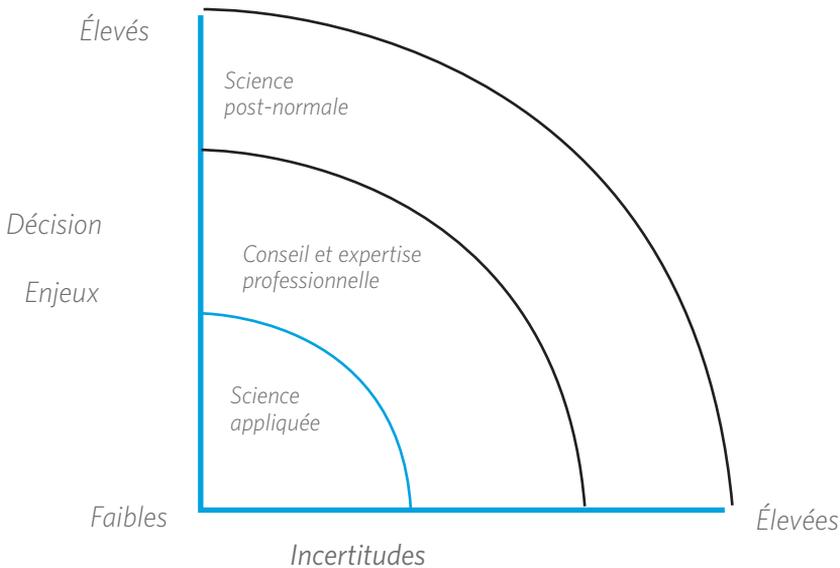
- 1) La robustesse sociale est un concept relationnel: elle ne peut être évaluée que par rapport à un contexte spécifique.
- 2) La robustesse sociale décrit un processus qui peut parvenir à une certaine stabilité.
- 3) La robustesse de la connaissance ne s'identifie pas à son degré d'acceptation par des individus, des groupes ou des sociétés. Les deux aspects sont évidemment liés, mais il est important de reconnaître que la robustesse sociale est une notion prospective qui prend tout son sens à l'épreuve de contextes inconnus ou imprévisibles.
- 4) La robustesse se manifeste quand la recherche a été infiltrée et améliorée par la connaissance sociale.
- 5) Toute connaissance socialement robuste a une dimension empirique importante: elle se prête à de fréquentes mises à l'épreuve, à des effets en retour et à des améliorations, parce qu'elle n'est jamais complète.

L'ingénieur pourra cependant rester perplexe face à cette approche: est-il vraiment nécessaire d'inclure le public pour dimensionner une structure en béton ou optimiser le rendement d'un panneau photovoltaïque? À quel moment est-il pertinent de passer du mode 1 au mode 2? Un premier élément de réponse repose sur le cadrage des questions. Le profane n'est certes pas très compétent pour calculer la robustesse d'un pont, mais son intervention est pertinente à trois moments: tout d'abord, il peut informer l'ingénieur sur les usages du pont (par exemple, il y a un festival agricole chaque printemps dans la ville voisine et des milliers de bovins traverseront le pont); ensuite, il peut y avoir une forme de concertation sur les grandes orientations techniques du pont (peut-on envisager un matériau moins impactant pour l'environnement que le béton armé?); enfin, il revient au citoyen de s'exprimer sur l'utilité du projet lui-même (a-t-on vraiment besoin d'un pont à cet endroit-là?). Quand il s'agit d'un projet d'aménagement tel que la construction d'un pont, la loi impose de recourir à une forme de débat public, même si celui-ci souffre des mêmes lacunes que celles identifiées pour les conférences de citoyens (manque de légitimité et statut consultatif uniquement).

39. *Ibid*, p. 214.

Un second élément de réponse est apporté par le cadre de la science post-normale⁴⁰, qui reconnaît de multiples niveaux de complexité des questions, appelant différentes approches. Dans le cadre de la science post-normale en effet, deux grandes caractéristiques des questions sont prises en compte : le degré d'incertitude scientifique ou technique auquel ces questions renvoient, et l'ampleur des enjeux de la décision à tous les niveaux (économique, sanitaire, politique, etc.). Si le degré d'incertitude et les enjeux sont faibles, on reste dans le cadre de la science appliquée. Si l'incertitude et les enjeux sont d'importance moyenne, on entre dans le cadre du conseil professionnel. Enfin, si les incertitudes et les enjeux sont élevés, alors c'est le cadre de la science post-normale qui s'applique. Plus précisément, ce cadre concerne des situations dans lesquelles les incertitudes sont fortes, les enjeux élevés, des conflits de valeurs existent et il y a des décisions urgentes à prendre. C'est dans ce cadre que la participation citoyenne et les processus de co-production des savoirs sont essentiels.

Le schéma original de la science post-normale



Le cadre de la science post-normale reprend les trois étapes de la démocratie technique : quand les enjeux et les incertitudes sont faibles, une diffusion des

40. Silvio O. Funtowicz et Jerome R. Ravetz, "Science for the post-normal age", *Futures*, vol. 25, n° 7, 1993, p. 739-755.

connaissances peut être suffisante. Quand le débat gagne en complexité, des dispositifs de débat public sont nécessaires. Enfin, quand les incertitudes sont élevées ou les enjeux importants et que des conflits de valeurs existent, il convient d'inclure plus directement les citoyens dans les prises de décision. L'évolution du métier d'ingénieur requiert de plus en plus de faire appel à une approche post-normale pour prendre certaines décisions. La dernière caractéristique de la science post-normale, des décisions urgentes à prendre, peut cependant parfois rendre cette nécessité difficile à appliquer. D'où l'importance de ne pas attendre qu'une question spécifique surgisse sur l'agenda politique pour entretenir, au long cours, une culture de débat public autour de questions scientifiques et techniques, soutenue par des actions de formation et des dispositifs participatifs.

Mise en œuvre

Ce troisième modèle de démocratie technique où les citoyens développent des savoirs qui ne sont pas spontanément produits par les institutions officielles trouve son expression la plus aboutie dans le travail associatif, et notamment dans le fonctionnement des associations de malades, à partir desquelles Michel Callon a dégagé ce modèle. Ces associations recueillent généralement des données (symptômes, relevés ADN, etc.) et construisent un savoir de la maladie en lien avec les équipes médicales. Au-delà de la robustesse de la connaissance acquise, ce modèle insiste sur la transformation identitaire que ce processus permet : « Le malade atteint d'une grave déficience génétique, en participant activement au collectif hybride, élabore une nouvelle identité qu'il s'attache à faire reconnaître et dans laquelle il se reconnaît : par exemple, d'être à peine humain, sans existence, accablé d'une tare qu'il cache, il se transforme progressivement en être public à part entière, victime d'une erreur de codage génétique, mais semblable, à cette erreur près, à tous ses frères humains. Cette identité construite et négociée, en même temps que les savoirs et les techniques qui en fournissent les ingrédients, entretient avec la science un rapport tout à fait original⁴¹. »

Des ingénieurs et des scientifiques s'impliquent également dans le travail associatif et militent activement pour la promotion du modèle de co-production des savoirs. Les trois exemples de la Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (CRIIRAD), d'Ingénieurs sans frontières et de Sciences citoyennes, qui appuient les projets d'acteurs sur le terrain, apportent un éclairage sur ces pratiques démocratiques. Les scientifiques et les ingénieurs de la CRIIRAD ont parcouru l'ensemble de la France, entre 1996 et 2002, pour prélever des échantillons des taux de contamination environnementale, alimentaire, corporelle, une décennie après la catastrophe de Tchernobyl. Les malades de la thyroïde ont pu porter plainte contre l'État français à partir de cette contre-expertise et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

41. Michel Callon, « Des différentes formes de démocratie technique », art. cité, p. 72.

(IRSN), l'expert technique de l'Autorité de sûreté nucléaire, a dû réviser ses mesures à partir de ces travaux.

Ingénieurs sans frontières (ISF) se crée en 1982 à l'École des ponts et chaussées, dans le contexte de la crise de la dette en Afrique, où la construction d'infrastructures nécessaires au développement est compromise. C'est une association ouverte à tous, au-delà du cercle restreint des ingénieurs, dans une démarche explicitement démocratique : « L'intérêt général [...] ne peut être atteint que par la poursuite d'une démarche démocratique, au-delà d'un exercice plus "juste" ou "responsable" du métier d'ingénieur.e⁴². » L'engagement individuel ou professionnel pour « une pratique critique de la démarche de l'ingénieur dans des réseaux solidaires de partenaires » ne suffit pas : il faut aussi le resituer dans un cadre démocratique pluraliste.

Historiquement issue d'ISF, SystExt (pour Systèmes extractifs et environnements) est une association qui accompagne des citoyens et des acteurs de terrain et leur fournit des outils de compréhension, d'action et de communication sur les sujets qui les préoccupent. Pour permettre au consommateur de mieux comprendre son environnement technique, SystExt a par exemple développé un outil en ligne, « Des métaux dans mon smartphone⁴³ », qui explique de façon claire la fonction de chaque métal utilisé dans un smartphone. L'objectif n'est pas seulement pédagogique, mais également politique car il permet de déconstruire le registre normatif utilisé par les industries extractives – il *faut* de l'or, de l'étain, des terres rares, etc., dans un téléphone – en faisant appel à un registre descriptif qui permet de penser la substitution ou l'alternative : l'or a des propriétés anticorrosives et antioxydantes, l'étain est utilisé en alliage avec le plomb pour souder (c'est le « brasage »), les terres rares sont recherchées pour leurs propriétés magnétiques permettant toujours plus de miniaturisation. Il n'y a pas toujours de nécessité technique : parfois des substituts sont envisageables, parfois les quantités utilisées sont si infimes (dans le cas de l'or notamment) que leur utilisation dans les smartphones ne peut être un argument permettant de défendre l'ouverture de nouvelles mines d'or.

Au-delà d'outils numériques, SystExt est également à l'origine de nombreuses initiatives qui participent des trois modes de la démocratie technique identifiés plus haut. Parfois sollicitée par des établissements scolaires, l'association transmet alors son savoir de terrain aux plus jeunes, sur le modèle de l'instruction publique. Invitée à un moment de son histoire à participer aux débats sur la relance minière en France, au sein d'un groupe de travail hybride « Mine responsable » (dont elle s'est distanciée par la suite), elle fait ainsi exister le deuxième modèle, celui de la discussion publique.

Mais SystExt porte également des projets plus subversifs, comme le Programme d'accompagnement des collectifs et territoires (PACTe), qui favorise l'échange de connaissances entre ingénieurs miniers et citoyens. Ces derniers

42. www.isf-france.org/charte

43. www.isf-systext.fr/sites/all/animationreveal/mtxsmpl/#/

sont en effet demandeurs de compétences techniques pour mieux comprendre les projets miniers qui les concernent, et ce d'autant plus que la relance minière en France depuis 2015 se développe dans l'ombre, avec peu de consultation citoyenne. Ces compétences techniques peuvent ensuite servir à déconstruire le discours de certains industriels ou organes gouvernementaux. Par exemple, comprendre la différence entre un *stéril* (roche qu'on extrait pour accéder au minerai) et un *résidu* (déchet minier après exploitation) permet de ne pas être dupe de certains discours entretenant la confusion et appelant tous les déchets miniers des *stérils*, qui dans l'imaginaire collectif renvoient à des roches ne présentant aucune toxicité. En permettant à tous de s'appropriier un vocabulaire technique adapté, SystExt fait exister une véritable démocratie technique par la *rationalisation démocratique*, selon l'expression d'Andrew Feenberg, des enjeux techniques contemporains.

Sciences citoyennes est une association créée en 2002 pour répondre aux objectifs de la démocratie technique à travers ses trois principales caractéristiques : démocratisation de la science et diffusion des connaissances *via* un plaidoyer politique, organisation de débats publics et mise en place de dispositifs de recherche participative dans un objectif de co-construction des savoirs, notamment à travers les boutiques des sciences (voir encadré ci-après). À ces trois missions s'en ajoute une quatrième, « déontologie de la recherche », qui recense les initiatives de chercheurs engagés ou soutient des lanceurs d'alerte.

Sa charte propose un nouveau pacte entre science et société : « Moteur d'émancipation pendant plusieurs siècles, la science, devenue technoscience, est aujourd'hui un formidable pouvoir. Pour servir le bien-être de l'ensemble des êtres humains de notre planète, ce pouvoir requiert d'autres pilotes que la seule volonté de savoir, le désir de puissance ou les logiques de profit. Après l'ère de la "maîtrise de la nature" doit donc venir celle de la "maîtrise de la science", de la citoyenneté scientifique⁴⁴. » L'idée est que, les sciences dans leur dimension d'activité sociale étant largement financées par des crédits publics, les citoyens peuvent légitimement en réclamer un contrôle démocratique, et ce d'autant plus que les conséquences de cette activité sur leur vie quotidienne sont de plus en plus importantes.

Les boutiques des sciences : un modèle citoyen de co-production des savoirs

La première boutique des sciences est née aux Pays-Bas à la fin des années 1960, à l'initiative d'étudiants de l'université d'Amsterdam. Généralement rattachées à une université, la plupart sont en lien avec le réseau international Living Knowledge. Ces boutiques répondent à cinq types de missions : l'analyse scientifique d'un problème généralement soumis par des collectifs de citoyens qui peuvent être formellement regroupés en associations, mais pas nécessairement ;

44. https://sciencescitoyennes.org/l_association/

la synthèse des connaissances sur un thème précis; l'évaluation d'impact d'un projet gouvernemental; le développement de solutions à un problème précis; l'évaluation des produits ou services offerts par les structures à l'origine de la demande⁴⁵. En parallèle des actions de formation, des acteurs de la société civile leur soumettent régulièrement des mandats, des questions auxquelles les étudiants de l'université encadrés par leurs enseignants s'efforcent de répondre. Après une période difficile, les boutiques des sciences ont connu un nouvel essor dans les années 2000 grâce à l'engagement militant et au soutien de programmes européens. On estime qu'une centaine de boutiques des sciences fonctionnent aujourd'hui, dont une dizaine dans les pays francophones : Lyon, Lille, Québec, Dakar, etc. La boutique des sciences de l'université Laval à Québec, Accès Savoirs, est sans doute l'une des plus développées.

Exemple d'un mandat citoyen auprès d'une boutique des sciences (Accès Savoirs, Québec)⁴⁶

Mandat déposé par l'ONG Solon qui « accompagne les citoyen-ne-s dans l'identification, l'élaboration et la mise en œuvre de projets collectifs locaux bâtissant sur et renforçant le tissu social, et ayant pour objectif la création de milieux de vie inclusifs, conviviaux, prospères et résilients ».

Description du mandat

Concevoir 2 prototypes de séchoirs solaires, l'un pouvant répondre au besoin d'une personne et éventuellement de sa famille, l'autre aux besoins d'une communauté. Les prototypes doivent être construits à faible coût en valorisant des matériaux réutilisés ou du moins facilement accessibles (coût abordable, approvisionnement simple).

La conception doit être simple et facilement répétable à l'aide d'un manuel d'instructions. L'utilisation doit être sécuritaire et ne pas avoir d'impacts négatifs sur la santé des utilisatrice-eur-s. Le poids du système doit être considéré comme une contrainte pour ce qui est du séchoir individuel, qui doit pouvoir être aisément transporté par une personne, équipée d'une remorque à vélo, par exemple. Le séchoir doit être accompagné d'un manuel d'installation et d'un manuel d'instruction simples (type IKEA, avec diagrammes ou photos). Le séchoir doit pouvoir fonctionner avec une grande variété d'aliments et doit être scellé pour éviter l'entrée de poussière, insectes ou autre pathogènes.

Nous nous attendons à ce que les étudiant-e-s nous présentent :

- › Cahier des charges complet
- › Analyse conceptuelle
- › Quatre (4) concepts générés
- › Justification des solutions retenues
- › Cahier de calculs
- › Dessins de fabrication (type logiciel CAO)
- › Liste de matériel (type BOM)
- › Deux prototypes de séchoirs solaires

On peut noter que la même ONG a également déposé un mandat auprès de la même boutique des sciences, Accès Savoirs, pour mieux comprendre les usages du séchage solaire par les habitants⁴⁷, nécessitant cette fois une approche sociologique et anthropologique. Parce que les mandats relèvent généralement d'une approche par projet, les boutiques des sciences font souvent appel à des domaines disciplinaires très différents, favorisant ainsi l'interdisciplinarité.

45. Loet Leydesdorff et Janelle Ward, « Science Shops: A Kaleidoscope of Science-Society Collaborations in Europe », *Public Understanding of Science*, 18 août 2016, <https://doi.org/10.1177/0963662505056612>

46. www.accessavoirs.ulaval.ca/conception-dun-deshydrateur-solaire-passif-milieux-de-vie-montrealais/ (consulté le 26/08/2018).

47. www.accessavoirs.ulaval.ca/sechage-solaire-interet-usages-potentiels-citoyen-nes/ (consulté le 26/08/2018).

Critiques

L'idéal de co-production des savoirs est menacé d'une dépolitisation paradoxale : il situe sur un même plan la capacité de production savante des experts et des profanes alors qu'elle n'est pas socialement partagée. Dans les faits, les savoirs alternatifs aux savoirs officiels relèvent plus souvent de la contre-expertise savante que de la production profane en tant que telle. Si l'on reprend l'exemple des associations de malades, le cas des personnes homosexuelles infectées par le VIH montre bien que leur implication auprès des médecins dans la co-production des savoirs a été rendue possible par un niveau socio-éducatif et un savoir-faire militant relativement élevés⁴⁸.

Par ailleurs, l'un des fondateurs des *Social Studies of Knowledge*, Harry Collins, regrette que les savoirs experts soient mis au second rang au profit d'une vision romantique qui associe toutes les parties prenantes, alors que leur confrontation scientifique demeure prioritaire et essentielle⁴⁹. Le principe de l'expertise pluraliste est acquis, la participation des publics est maintenue comme juste, mais ceux-ci seront d'autant plus aptes à juger de l'opportunité des techniques que la confrontation scientifique des avis experts n'aura pas été négligée ni écartée. Il peut alors s'avérer utile de repérer les experts reconnus tout à la fois pour la valeur de leurs connaissances et pour leur engagement dans la société civile, susceptibles de servir de « traducteurs » au sens de Bruno Latour.

48. Janine Barbot, *Les Malades en mouvements. La médecine et la science à l'épreuve du sida*, Baland, 2002.

49. Harry Collins et R. Evans, *Rethinking Expertise*, Chicago, University of Chicago Press, 2007.

L'ingénieur informaticien et les enjeux éthiques de la conception d'outils libres

Près des trois quarts des ingénieurs informaticiens sont ingénieurs en systèmes d'information ou informaticiens de gestion, c'est-à-dire qu'ils travaillent directement sur la conception de logiciels. Un aspect essentiel de la conception de logiciels est le type de libertés qu'ils autorisent. On distingue classiquement quatre libertés fondamentales : 1) utiliser : la liberté d'utiliser le logiciel ; 2) copier : la liberté de reproduire le logiciel ; 3) étudier : la liberté d'étudier le code-source du logiciel ; 4) modifier : la liberté de modifier le code-source du logiciel. Un logiciel est dit « libre » lorsqu'il garantit ces quatre types de libertés. Les logiciels dits « propriétaires » ne permettent au contraire aucune de ces libertés (la liberté d'utilisation dépend notamment du type de licence). Entre ces deux types de logiciels, on trouve des *freewares* et des *sharewares*. Les *sharewares* sont généralement des logiciels propriétaires payants pour lesquels une version d'évaluation gratuite et limitée existe. Les *sharewares*, dits « partagiciel » ou « contribuciel », sont des logiciels qui peuvent être utilisés gratuitement, généralement durant une certaine période ou avec des fonctionnalités limitées.

Le mouvement du logiciel libre s'épanouit dans les années 1980 comme une « alternative au verrouillage par la propriété privée des savoirs et des techniques⁵⁰. » Sa figure tutélaire, Richard Stallman, programmeur et activiste du logiciel libre, déclare de manière provocatrice dans une conférence donnée en 2014 qu'il « peu[t] expliquer la question du logiciel libre en trois mots : liberté, égalité, fraternité. C'est-à-dire les choses que l'État français ne respecte plus⁵¹ ». On ne saurait formuler plus clairement la capacité des objets techniques à « faire de la politique ». La liberté va bien au-delà d'une simple liberté d'utilisation et repose sur la liberté de créer soi-même les conditions d'existence d'un projet en modifiant le code-source. L'égalité fait référence à une égalité d'accès dans un contexte où les promesses d'inclusion du numérique s'affaiblissent et où la fracture numérique se pare de nouvelles formes. Quant à la fraternité, elle s'exerce sur les forums Internet et les rencontres de libristes IRL – *in real life*, c'est-à-dire de façon non virtuelle, au Fosdem à Bruxelles ou lors des Samedis du libre à la Cité des sciences à Paris. Ces espaces, virtuels ou non, reposent sur le partage de compétences et le travail collaboratif dans une visée d'encapacitation (empowerment) des individus au moyen du DIY (*Do it yourself*).

Le choix du type de logiciel est un choix politique qui fait appel à deux façons radicalement différentes d'envisager la gouvernance : une approche descendante (*top-down*) dans le cas du logiciel propriétaire ou du *sharewares* contre une approche ascendante (*bottom-up*) dans le cas du logiciel libre. Eric Raymond, l'un des hackers les plus célèbres de l'histoire numérique, co-créateur du terme *open source* (pour code-source ouvert), propose la métaphore de la cathédrale et du bazar pour illustrer cette différence :

« Linux a remis en cause une grande partie de ce que je croyais savoir. J'avais prêché l'évangile selon Unix sur l'utilisation de petits outils, le prototypage rapide et la programmation évolutive, depuis des années. Mais je pensais aussi qu'il existait une certaine complexité critique au-delà de laquelle une approche plus centralisée, plus a priori, était nécessaire. Je pensais que les logiciels les plus importants (comme les systèmes d'exploitation et les très gros outils comme Emacs) devaient être conçus comme des cathédrales, soigneusement élaborés par des sorciers isolés ou des petits groupes de magies travaillant à l'écart du monde, sans qu'aucune version bêta ne voie le jour avant que son heure ne soit venue. Le style de développement de Linus Torvalds – distribuez vite et souvent, déléguiez tout ce que vous pouvez déléguer, soyez ouvert jusqu'à la promiscuité – est venu comme une surprise. À l'opposé de

50. Ingénieurs sans frontières, « Du logiciel libre à l'ingénierie ouverte », *Alteractif*, n°80, juin 2015, p. 6.

51. www.april.org/le-logiciel-libre-et-ta-liberte-richard-stallman-rml12014

la construction de cathédrales, silencieuse et pleine de vénération, la communauté Linux paraissait plutôt ressembler à un bazar grouillant de rituels et d'approches différentes (très justement symbolisé par les sites d'archives de Linux qui acceptaient des contributions de n'importe qui), à partir duquel un système stable et cohérent ne pourrait apparemment émerger que par une succession de miracles⁵². »

Par ailleurs, Eric Raymond insiste sur l'incroyable efficacité de l'expérience Linux et de la collaboration horizontale. C'est d'ailleurs sur cet aspect qu'insistent les partisans du terme *open source*: quand les libristes, partisans du terme logiciel libre, s'intéressent davantage à l'expérience de l'utilisateur final, à son degré de liberté ou encore au respect de sa vie privée. Si Microsoft, IBM ou Samsung ont rejoint la Fondation Linux, c'est bien évidemment beaucoup plus par conscience de l'efficacité de l'*open source* que par conviction libriste.

Les communautés de libristes et de hackers questionnent notre rapport aux technologies en dénonçant la dépendance à des systèmes opaques dont nous ignorons tout: on ne soulève ni le capot d'un brevet ni celui d'un algorithme, et ce renoncement est signe d'une dépossession politique à laquelle elles refusent activement de se soumettre. Le modèle de technologie ouverte qu'elles défendent s'étend aujourd'hui à d'autres secteurs de l'ingénierie (cartes électroniques libres Arduino, voiture Tabby ou Wikispeed, etc.), entre autres grâce aux machines de prototypage rapide telles que les imprimantes 3D. Le bénéfice est à la fois sociopolitique (réappropriation et partage des techniques) et environnemental (lutte contre l'obsolescence programmée): « Quand un produit est conçu dans l'objectif unique de vente et de profits, il suit le modèle du monopole et de la rareté [...]. En revanche, si c'est une communauté hétérogène incluant des utilisateurs qui conçoit le produit, la durabilité est prise en compte naturellement. De fait, en facilitant également la réparation et l'évolution de produits modulaires, le matériel libre porte la promesse de limiter le gaspillage et de préserver nos ressources naturelles⁵³. »

52. Eric S. Raymond, *The Cathedral & the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*, Sebastopol, CA, O'Reilly Media, Inc., 2001. Le texte intégral en français est disponible sur: www.linux-france.org/article/these/cathedrale-bazar/cathedrale-bazar_monoblock.html

53. Ingénieurs sans frontières, « Reprendre la main sur les objets techniques », *Alteractif*, n°80, juin 2015, p. 7.

La technique est un produit naturel de l'humanité, mais elle met certains hommes en capacité d'en asservir d'autres. Si les ingénieurs abordent le plus souvent la technique comme un moyen de mettre les hommes en relation avec leur environnement (voir troisième partie ci-après), elle ne leur apparaît pas nécessairement comme une réalité sociopolitique qui réifie des formes de pouvoir dans des artefacts. C'est donc l'ensemble de la société civile, et non pas seulement le groupe socioprofessionnel des ingénieurs piloté par les priorités des grands groupes industriels, qui doit prendre en charge les choix de valeurs embarquées dans les technologies.

Face à la double crise de la technocratie et de la montée des effets nocifs de la technicité humaine, l'enjeu des sociétés contemporaines est de repolitiser les sciences et les techniques en trouvant une « procédure d'évolution technologique qui soit disciplinée par la sagesse politique de la démocratie⁵⁴ ». Trois dispositifs sont traditionnellement recensés : la diffusion des connaissances scientifiques et techniques, les débats publics participatifs et la co-production des savoirs. Sur le principe, ils sont concurrents entre eux dans la mesure où ils ne s'appuient pas sur la même philosophie politique et la même épistémologie : démocratie représentative et valeur universelle de la science dans le premier ; démocratie participative pour les deux derniers, avec une mise en cause de la démarcation entre savoir expert et savoir profane dans le troisième. Dans les faits, ces trois formes peuvent s'hybrider.

Faire exister une démocratie technique à hauteur de la puissance croissante de nos capacités d'action suppose d'encourager l'émergence d'espaces publics où toutes les possibilités technologiques sont examinées par tous, tout le temps. Dans un tel cadre, une co-éducation continue entre experts et profanes est nécessaire et juste, mais tout à la fois difficile et insuffisante. Aussi pertinente soit-elle, la démocratie technique pose en effet des problèmes d'ordre politique (il ne suffit pas d'ouvrir des espaces d'échange et de dialogue pour démocratiser les technosciences) et éthique (la controverse n'apporte pas de résolution éthique d'un problème) qu'il convient de ne pas ignorer.

54. Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur*, op. cit., p. 96.

À l'image de la première, cette deuxième partie articule les niveaux d'analyse micro et macro, la responsabilité professionnelle des ingénieurs et la responsabilité politique des publics dans les choix en matière d'innovation. Qu'il s'agisse de la promotion des valeurs de progrès et d'innovation, des choix de conception, des pratiques de greffe des innovations sur le corps social, ou encore de l'évaluation des conséquences des techniques, les responsabilités des ingénieurs dans l'orientation des trajectoires sociotechniques ne sont pas vides de contenu et les ingénieurs ne peuvent pas s'envisager comme des exécutants se contentant de cautionner un développement technique conçu par d'autres. Cela dit, l'intégralité de ce développement ne leur est pas imputable de manière unilatérale : c'est donc une responsabilité de connexion sociale qui associe les ingénieurs aux politiques, aux militaires et aux industriels qu'il faut redéployer.

Par ailleurs, les sciences et les technologies sont des activités socio-éthiques trop structurantes des sociétés pour abandonner leur pilotage aux seuls ingénieurs, fussent-ils bien éclairés et bien intentionnés. Dans la mesure où elles tracent désormais l'horizon de ce que nous pouvons espérer ou craindre, une mise en démocratie des orientations du techno-développement s'impose pour augmenter les responsabilités des publics concomitamment à celles des ingénieurs.

Bibliographie sélective de la deuxième partie

Ulrich Beck, *La Société du risque. Sur la voie d'une autre modernité* [1986], Aubier, 2001.

Michel Callon, « Des différentes formes de démocratie technique », *Annales des Mines*, n° 9, 1998, p. 6373.

Michel Callon, Pierre Lascoumes, Yannick Barthe, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Seuil, 2001.

Matthew B. Crawford, *Éloge du carburateur. Essai sur le sens et la valeur du travail*, Éditions Logiques, 2010.

Andrew Feenberg, *Pour une théorie critique de la technique*, trad. Iketnuk Arnaq, Montréal, Lux, 2014.

Jean-Baptiste Fressoz, *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Seuil, 2012.

François Jarrige, *Technocritiques. Du refus des machines à la contestation des technosciences*, La Découverte, 2014.

Michel Puech, *Homo sapiens technologicus*, Le Pommier, 2008.

Richard Sclove, *Choix technologiques, choix de société*, Éd. C.L. Mayer, 2003.

Jean-Pierre Sérès, *La Technique*, PUF, 1994.

Jacques Testart, *L'Humanité au pouvoir. Comment les citoyens peuvent décider du bien commun*, Seuil, 2015.

Langdon Winner, *La Baleine et le Réacteur*, trad. Michel Puech, Éditions Charles Léopold Mayer, 2002.

TROISIÈME PARTIE
L'EXTENSION
DE L'ÉTHIQUE
DE L'INGÉNIEUR
AUX ENJEUX
ENVIRONNEMENTAUX

La charte éthique de l'ingénieur de l'IESF mentionne que « l'ingénieur a conscience et fait prendre conscience de l'impact des réalisations techniques sur l'environnement ». Cette obligation éthique d'anticipation des conséquences des interventions techniques sur la nature élargit le périmètre de ses responsabilités de manière inédite dans l'histoire humaine. Dans l'Antiquité, les stoïciens distinguaient ce qui dépend de moi de ce qui n'en dépend pas. La responsabilité renvoie traditionnellement à ce qui dépend de moi : c'est ce dont je répons à autrui en tant que cela dépend de moi. « Des stoïciens, des épicuriens à mon père, en passant par La Fontaine, nul n'aurait eu l'arrogance d'espérer un jour régenter le climat, les épidémies, l'heure de sa naissance et celle de sa mort », écrit Michel Serres¹. Mais le programme moderne de maîtrise et de possession de la nature est désormais si abouti que la nature elle-même ne peut plus s'envisager comme une entité extérieure aux hommes. « Nous voici [donc] devant le réel tel quel, devant les choses du monde, dans la même situation qu'en économie, où nous dépendons précisément de ce qui dépend de nous, l'argent, le marché, le travail, le négoce », conclut Michel Serres. La biosphère n'est pas plus neutre moralement que ne le sont les sphères économique et sociotechnique précédemment examinées : c'est une réalité artificialisée par l'ingénierie qui y implémente ses propres valeurs et qui en retour pourrait bien se constituer comme juge ultime des actions humaines. Mais au moment même où nous prenons conscience de cette artificialisation de la biosphère par les techniques, nous redécouvrons que nous sommes des êtres naturels, menacés à ce titre par la perte du milieu naturel. Comment les ingénieurs peuvent-ils intégrer ces deux réalités dans une même éthique ?

Le premier chapitre de cette troisième partie s'ouvre sur une présentation du concept d'Anthropocène qui permet d'interroger la nature des responsabilités humaines à l'origine des transformations de la biosphère. Il explicite la manière dont les ingénieurs formalisent collectivement leurs responsabilités nouvelles à l'ère de l'Anthropocène, que ce soit en termes de réduction des impacts environnementaux des activités humaines ou d'adaptation des sociétés humaines à ces impacts.

Le second chapitre propose de dépasser l'optimisme technologique qui imprègne ce travail de responsabilisation des ingénieurs vis-à-vis des dégradations environnementales pour montrer la nécessité d'une démocratie écologique et d'un nouveau rapport à la nature.

1. Michel Serres, *Temps des crises*, Le Pommier, 2009.

CHAPITRE 1

LES INGÉNIEURS AU CHEVET DE LA PLANÈTE : DES RESPONSABILITÉS ENVIRONNEMENTALES NOUVELLES

Ce premier chapitre documente l'accumulation des périls environnementaux et rend compte de leur origine anthropique. Il détaille le concept d'Anthropocène, proposé par le Prix Nobel de chimie Paul Crutzen au début des années 2000, et discute de sa pertinence pour appréhender la situation contemporaine. S'il met opportunément l'accent sur la gravité et l'irréversibilité de l'entrée dans une nouvelle ère géologique provoquée par les activités humaines, l'Anthropocène présente toutefois l'inconvénient d'imputer la responsabilité des dégradations environnementales à une humanité abstraite et indifférenciée. L'*anthropos* de l'Anthropocène nécessite d'être caractérisé de manière à identifier plus précisément qui est responsable de quoi et avec quelles conséquences pour qui.

Les historiens de l'environnement et certains philosophes évoquent un « Capitalocène² » ou un « Technocène³ », plutôt qu'un Anthropocène, pour pointer la responsabilité historique des hommes du capitalisme, et spécialement du capitalisme anglo-saxon, dans les dégradations environnementales. Dans ce récit alternatif, le rôle des ingénieurs est réévalué puisque c'est l'attitude dominatrice acquise à partir du déferlement technique précipité par les révolutions industrielles qui fait entrer dans l'Anthropocène, mais ces derniers n'interviennent le plus souvent que comme « porte-flingues » d'un système polluant piloté d'en haut par les politiques, les militaires et les industriels.

À supposer que l'inventaire des responsabilités spécifiques aux ingénieurs dans le domaine des destructions écologiques soit possible, tant les

2. Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, *L'Événement Anthropocène*, Seuil, 2013. Voir également Jason W. Moore, *Capitalism in the Web of Life: Ecology and the Accumulation of Capital*, Verso, 2015.

3. Alf Hornborg, "La magie mondialisée du Technocène. Capital, échanges inégaux et moralité", in Rémi Beau et Catherine Larrère (dir.), *Penser l'Anthropocène*, Presses de Sciences Po, 2018, p. 97-112.

responsabilités s'organisent ici encore en un système relationnel complexe, ce n'est pas dans cette direction rétrospective que les ingénieurs s'investissent. L'optimisme techno-solutionniste de la profession les oriente davantage vers le repérage de leurs responsabilités prospectives : la responsabilité est moins vécue comme imputation pour des dommages passés que comme mission pour des bénéfices futurs. Cette responsabilisation inédite prend alors appui sur un pari double : une transformation du modèle d'utilisation des ressources remises en circulation dans le cadre d'un paradigme économique renouvelé ; un choc technique susceptible de réparer la nature ou d'en extraire autrement les potentialités. Dans les deux cas, il s'agit bien pour les ingénieurs de recréer la « corne d'abondance⁴ » d'une nature prodigue.

BIENVENUE DANS L'ANTHROPOCÈNE

Le concept d'Anthropocène articule deux thèses fondamentales : la première est que nous affrontons une révolution géologique irréversible ; la seconde est que cette révolution est d'origine humaine. L'Anthropocène désigne une collision sans précédent du temps géologique et du temps humain.

L'Anthropocène : une nouvelle ère géologique ?

Un franchissement historique de l'espace de sécurité des limites planétaires

L'Anthropocène n'est pas une période géologique officiellement reconnue par l'ensemble de la communauté des géologues, qui débattent de sa pertinence pour succéder à l'Holocène (époque toujours en cours et s'étendant sur les dix mille dernières années, qui se distingue de l'Anthropocène par une anthropisation réversible du milieu). La datation de l'entrée dans l'Anthropocène fait notamment débat. Paul Crutzen retient la date symbolique de 1784, date du dépôt du brevet de la machine à vapeur par l'ingénieur James Watt, qui inaugure l'entrée dans un régime technique intensif en énergies fossiles. Mais certains auteurs font remonter son point de départ à la période néolithique (de – 9000 à – 3300), estimant qu'avec la sédentarisation et la naissance de l'agriculture et de l'élevage, *Homo sapiens* a modifié son milieu bien davantage qu'aucune autre espèce avant lui⁵. Ce cadrage temporel très large menace toutefois de dépolitiser le débat en suggérant que l'Anthropocène est d'emblée contenu dans les particularités de l'évolution humaine, que les paléanthropologues décrivent comme un processus bioculturel caractérisé par la construction de niches pour créer les conditions favorables à la survie des hommes et à leur développement.

La plupart des scientifiques du système-Terre favorables au concept d'Anthropocène s'accordent pour le faire démarrer entre la première révolution

4. Philippe Bihouix, *Le bonheur était pour demain, Les rêveries d'un ingénieur solitaire*, op. cit., p. 20.

5. Voir par exemple William F. Ruddiman, *Earth Transformed*, W. H. Freeman & Co Ltd, 2013 ; ou encore James C. Scott, *Homo Domesticus. Une histoire profonde des premiers États*, La Découverte, 2019.

industrielle et les années 1950. Mais plusieurs dates de départ et marqueurs stratigraphiques correspondants sont encore débattus dans cet intervalle, et notamment 1830 (sortie du niveau de concentration de CO₂ dans l'atmosphère de la fourchette de variabilité holocénique) et 1945 (date de l'explosion des bombes atomiques à Hiroshima et Nagasaki). Dans tous les cas, les événements lointains que constituent le Néolithique ou la conquête des Amériques ont augmenté la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone de quelques parties par million (ppm), de 10 à 25, et dans le premier cas sur une durée très longue, alors que nous en avons accumulé une centaine en quelques décennies, à raison désormais de 3 ppm par année.

L'écologue suédois Johan Rockström et son équipe du Stockholm Resilience Centre identifient neuf processus du système-Terre, domaines clés de dimension systémique, particulièrement perturbés par les activités humaines⁶ : l'évolution du changement climatique, la présence d'« entités nouvelles » dans l'environnement comme les nanomatériaux, l'épaisseur de la couche d'ozone, les aérosols atmosphériques, l'acidification des océans, les flux biogéochimiques, les prélèvements d'eau douce, l'usage des sols (déforestation/agriculture) et la biodiversité. En 2017, quatre de ces neuf limites, au-delà desquelles le « terrain de jeu planétaire » n'est plus sûr et fait entrer dans l'Anthropocène, étaient déjà franchies : le « changement climatique » avec une concentration atmosphérique en CO₂ qui dépasse actuellement 410 ppm ; la « biodiversité » avec un taux d'extinction annuel supérieur à cent espèces par million, soit mille fois plus qu'à l'époque préindustrielle ; les « flux biogéochimiques » avec un seuil d'azote atmosphérique transformé en azote réactif dépassé et des rejets phosphorés dix fois supérieurs au lessivage naturel ; enfin l'« usage des sols » avec une limite de préservation de 75 % du couvert forestier désormais franchie du fait de la pression démographique exercée sur l'accès aux terres arables.

Dans la suite de notre propos, nous choisissons de décrire les transformations du système-Terre par l'amont (épuisement des ressources notamment) ou par l'aval (déchets, multiplication et extension des pollutions, mais surtout dérèglement climatique) des cycles de production, certains phénomènes (tels que la destruction de la biodiversité) mêlant les deux logiques. Alors que le thème de l'épuisement des ressources domine très largement les préoccupations des ingénieurs, les scientifiques font davantage porter l'alerte sur la gravité des phénomènes produits qui se manifestent en aval de cycle.

6. Voir l'article pionnier : Johan Rockström *et al.*, "Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity", *Ecology and Society*, vol. 14, n° 2, 2009 ; et son actualisation de 2015 : "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet", *Science*, vol. 347, n° 5223, 2015.

En amont, l'épuisement des ressources : vrai problème ou fausse alerte ?

Si l'épuisement des ressources ne perturbe pas nécessairement les écosystèmes, l'extractivisme sans retenue constitue néanmoins un enjeu crucial pour l'organisation du monde humain. Pour certains, il s'agit d'un faux problème à mettre au compte du pessimisme d'individus technophobes qui ne mesurent pas l'ampleur des progrès techniques réalisés dans l'augmentation de la productivité d'usage des ressources. Pour d'autres, l'épuisement des ressources est une catastrophe lente, une érosion silencieuse qui touche aussi bien les ressources non renouvelables que les ressources dites « renouvelables ».

Pour comprendre les termes du débat sur les ressources non renouvelables, il faut introduire une distinction entre ressources et réserves : les ressources désignent l'ensemble des volumes contenus dans le sous-sol, quand les réserves désignent les volumes exploitables aux conditions techniques et économiques du moment. Si les ressources sont fixées par la nature, on comprend que les réserves sont au contraire dynamiques. Quand le cours d'une ressource s'envole, des gisements qui n'étaient pas considérés comme rentables le deviennent subitement, ce qui accroît le volume des réserves. La disponibilité physique des ressources n'est donc pas un problème en soi : elle dépend des investissements (économiques et techniques) que les sociétés sont prêtes à consentir pour aller les extraire (avec un coût écologique souvent prohibitif, mais presque jamais internalisé).

Dans le cas des hydrocarbures (pétrole, gaz et charbon), il est peu probable que l'intégralité des ressources disponibles soit exploitée, pour des raisons qui relèvent de la rationalité économique pure. Les réserves s'amenuisent, mais les rendements diminuent eux aussi : il faut toujours plus d'énergie pour extraire une quantité d'énergie constante. Dater avec précision le pic (le moment où la production plafonne) de pétrole, de gaz ou de charbon n'est pas la démarche la plus pertinente : ce qui importe, c'est la quantité d'énergie nécessaire pour leur production. Or la mesure du taux de retour énergétique (*energy return on investment*), qui indique le ratio d'énergie utilisable acquise à partir d'une source d'énergie donnée, s'oriente inexorablement à la baisse. Un champ onshore d'Arabie Saoudite offre un rendement autour de 40 : un baril de pétrole est nécessaire pour en produire 40. Mais au Canada, les sables asphaltiques de l'Athabasca ne dépassent pas un rendement de 3, avec un input sous forme de gaz naturel : « En clair, on brûle du gaz pour produire deux à trois fois plus de pétrole », écrit l'ingénieur Philippe Bihouix⁷.

Par ailleurs, si des critères environnementaux sont introduits à côté de cette logique purement économique, alors l'épuisement redouté se convertit en abondance : d'après l'ingénieur Henri Prévost, il reste dans les entrailles de la Terre un volume d'hydrocarbures deux à trois fois plus élevé que ce que nous pouvons encore émettre si l'on veut respecter l'objectif de + 1,5 °C de réchauffement par

7. Philippe Bihouix, *L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Seuil, 2014.

rapport à l'ère préindustrielle⁸. Autrement dit, nous détenons encore trop d'hydrocarbures par rapport aux capacités d'absorption du système-Terre.

Dans le cas des métaux comme dans celui des hydrocarbures, la qualité des gisements diminue. L'industrie récupère de moins en moins de grammes du métal convoité par tonne de minerai extrait, ce qui augmente tout à la fois les coûts économiques et les impacts environnementaux. La grande différence est que les métaux sont théoriquement recyclables à l'infini, ce qui autorise à penser que la ressource n'est pas perdue et qu'elle ne fait que se déplacer. Mais ce gisement théorique est loin d'être entièrement exploitable : même quand il s'agit de flux importants, pour lesquels des dispositifs de collecte et des infrastructures de recyclage existent (comme c'est le cas pour l'aluminium), la moyenne mondiale de recyclage ne s'établit qu'à 27 % (avec un pic à 57,3 % pour le Royaume-Uni, le pays le plus avancé⁹).

En ce qui concerne les matériaux de construction, ils se trouvent dans une situation paradoxale : majoritairement abondants (sable, graviers, etc.) et pour partie renouvelables, ils n'ont jamais été ciblés comme des ressources à préserver. Leur utilisation massive conduit pourtant à des situations de pénurie et de déséquilibre écologique. Dans le cas du sable notamment, la ressource la plus extraite au monde (environ 15 milliards de tonnes par an), les carrières s'épuisent et les secteurs gourmands en sable (le BTP notamment, puisque les granulats de sable sont à la base du béton) sont en tension. On extrait de plus en plus de sable marin pour y échapper, ce qui accélère les phénomènes d'érosion et menace la biodiversité marine. Un cercle vicieux menace par ailleurs de s'enclencher : au Sri Lanka, l'extraction massive de sable a été un facteur aggravant du tsunami de 2004, mais la demande en sable a bondi pour la reconstruction après le tsunami¹⁰.

S'agissant enfin des ressources dites « renouvelables », forestières et halieutiques notamment, la disponibilité à long terme dépend du taux de prélèvement sur le milieu. Une gestion biologique consiste à maintenir le taux de prélèvement d'une ressource à un niveau égal ou inférieur au taux d'accroissement naturel. Dans le cas contraire, la pression humaine crée des dysfonctionnements et remet en cause la reproduction de la ressource (le stock) car la mortalité n'est plus compensée par la natalité. En l'absence d'une gestion biologique, la ressource renouvelable peut donc devenir non renouvelable¹¹.

8. Henri Prévost, *Trop de pétrole ! Énergie fossile et réchauffement climatique*, Seuil, 2007.

9. United Nations Environment Programme, "Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure", UNEP, 2013, p. 138.

10. Aurora Torres et al., "A Looming Tragedy of the Sand Commons", *Science*, vol. 357, n° 6355, 2017, p. 970-971.

11. Francisco Neira Brito, « La gestion des ressources renouvelables : vers une gestion patrimoniale des écosystèmes », *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, vol. 33, n° 1, 2004, p. 167-191.

En aval des activités humaines, le dérèglement climatique

Le processus le plus médiatisé de l'Anthropocène est sans nul doute le changement climatique qui, associé à l'intensification des événements extrêmes, est moins un réchauffement qu'un dérèglement. Si l'effet de serre est un processus naturel qui permet à la Terre d'accueillir des températures favorables à la vie (on estime que, sans vapeur d'eau et sans gaz à effet de serre, la température moyenne serait de -18°C), l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère amplifie cet effet de manière complexe. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) propose régulièrement des rapports d'évaluation du dérèglement climatique. Le réchauffement global par rapport à l'ère préindustrielle s'établit aujourd'hui autour de $+1,1^{\circ}\text{C}$, avec un phénomène d'accélération sur les dernières décennies (vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses). L'avant-dernier rapport du GIEC, datant de 2013, estime en effet que « chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850. Les années 1983 à 2012 constituent probablement la période de 30 ans la plus chaude qu'ait connue l'hémisphère Nord depuis 1 400 ans¹² ». Selon les scénarios, les projections des hausses de températures qui sont déjà engagées oscillent entre $+0,3^{\circ}\text{C}$ et $+4,8^{\circ}\text{C}$ d'ici à 2100. Au-delà de $+2^{\circ}\text{C}$ de réchauffement, les scientifiques estiment que nous entrons dans un régime climatique caractérisé par des boucles de rétroaction positive immaîtrisables: s'il y a plus de vapeur d'eau par exemple (le principal GES), il fera plus chaud, et s'il fait plus chaud, il y aura plus de vapeur d'eau, aussi le processus est-il susceptible de s'autoentretenir sans même que nous ayons à l'alimenter en GES.

Par ailleurs, l'une des grandes caractéristiques du dérèglement climatique est qu'il est en partie irréversible à échelle d'une vie humaine: selon le chimiste David Archer, au bout de mille ans, entre 17 et 33 % des émissions émises résident encore dans l'atmosphère; au bout de dix mille ans, ce sont encore entre 10 et 15 % des émissions qui s'y trouvent logées¹³.

Comme il ne suffit pas de constater un réchauffement climatique pour en déduire un problème humain (voir encadré ci-après), il convient de rappeler les points particulièrement menaçants pour les sociétés humaines et les êtres vivants:

- Un premier phénomène fortement amplifié par les changements climatiques est la **désertification**. On estime qu'environ 60 000 km² (soit deux fois la Belgique) de terres fertiles disparaissent chaque année au profit du désert. Les conséquences économiques et humaines de la désertification sont d'autant plus redoutables qu'elles touchent des territoires et des populations particulièrement vulnérables.

12. GIEC, *Changements climatiques*, contribution du groupe de travail I, 2013, p. 4.

13. David Archer, *The Long Thaw: How Humans Are Changing the Next 100'000 Years of Earths Climate*, Princeton University Press, 2009.

- Une autre conséquence directe du réchauffement climatique est la **diminution de la cryosphère** – les zones du globe où l'eau est présente à l'état solide. Plus communément appelée la « fonte des glaces », la diminution de la cryosphère est directement liée à l'élévation du niveau de la mer, un phénomène qui menace toutes les zones côtières, et plus spécialement les îles du Pacifique dont le recouvrement est en cours. Dans les pays riches, les dépenses qui seront engagées pour protéger certaines zones côtières seront colossales, tandis que, dans les pays plus pauvres, des catastrophes humanitaires et des déplacements massifs de population sont à prévoir.
- Une troisième conséquence notable est l'**augmentation de la fréquence et de la sévérité des événements climatiques extrêmes** : canicules, tempêtes, sécheresses, cyclones, voire séismes. Les cyclones tropicaux existent depuis toujours, mais leur fréquence et leur puissance s'amplifient. Si les ouragans et les typhons les plus meurtriers se situent majoritairement à l'époque contemporaine, ce ne serait pas seulement parce que les zones côtières sont plus peuplées, mais également parce qu'il semblerait que la violence des cyclones se renforce.

Une perspective du futur sur les changements climatiques

Dans un récit de science-fiction remarquablement bien documenté, s'appuyant sur les travaux du GIEC, Naomi Oreskes et Erik Conway adoptent la perspective d'historiens du xxiv^e siècle pour décrire les conséquences des changements climatiques en mêlant description du présent et anticipation du futur.

« Simultanément, le changement climatique s'intensifiait. Pendant l'été 2010, une vague record de chaleur et d'incendies fit plus de 50 000 morts en Russie et infligea plus de 15 milliards de dollars de pertes (en dollars américains 2009). L'année suivante, des inondations massives touchèrent plus de 250 000 personnes en Australie. En 2012, qu'on allait appeler aux États-Unis "l'année sans hiver", les records de températures hivernales furent pulvérisés à la hausse : on connut notamment les températures minimales nocturnes les plus élevées – ce qui, de toute évidence, aurait dû beaucoup inquiéter. Durant l'été qui suivit, les vagues de chaleur et les pertes de bétail et de cultures furent sans précédent. La formule "l'année sans hiver" était inexacte, car cet hiver chaud s'était essentiellement limité aux États-Unis, mais 2023, l'année tristement célèbre de l'"été perpétuel", fut bel et bien conforme à ce surnom : elle fit au niveau mondial 500 000 victimes, et près de 500 milliards de dollars de dégâts, dus aux incendies, aux mauvaises récoltes et à la mort d'animaux d'élevage et de compagnie. [...] Davantage de chaleur dans l'atmosphère signifie davantage d'énergie à dissiper, ce qui se manifeste par des tempêtes plus puissantes, des déluges plus massifs, des sécheresses plus terribles. C'est aussi simple que cela. Mais l'ombre de l'ignorance et du déni s'était abattue sur ceux qui se croyaient les enfants des Lumières. C'est pourquoi nous appelons aujourd'hui cette époque "période de la Pénombre"¹⁴. »

14. Naomi Oreskes et Erik M. Conway, *L'Effondrement de la civilisation occidentale*, Les Liens qui libèrent, 2014, p. 20-21.

En amont et en aval, la destruction de la biodiversité

De la même façon que l'effet de serre est un phénomène naturel, l'évolution de la biodiversité (l'ensemble des espèces animales et végétales répandues sur la planète) est rythmée depuis toujours par des extinctions d'espèces indépendantes de l'action humaine. Ce qui change à l'ère de l'Anthropocène, c'est le rythme de disparition des espèces, au point que certains auteurs évoquent aujourd'hui une « sixième extinction¹⁵ ». Le terme d'« extinction massive » est utilisé quand au moins 75 % des espèces animales et végétales disparaissent dans un temps géologique relativement court. Pour rappel, la cinquième extinction a eu lieu il y a 65 millions d'années et correspond à la disparition des dinosaures. Si beaucoup d'incertitudes demeurent, les scientifiques estiment que cette extinction a été entraînée par des événements catastrophiques majeurs, comme la chute d'un astéroïde ou une activité volcanique intense. La sixième extinction serait en revanche directement liée à l'activité humaine.

Les scientifiques insistent sur le fait que la plupart des espèces sont touchées, au-delà des espèces figurant sur la « liste rouge » de l'Union internationale pour la conservation de la nature (du panda géant au tigre du Bengale en passant par l'éléphant d'Asie). Même les espèces qui ne sont pas directement menacées d'extinction voient leur population décliner. Des scientifiques montrent que 40 % des mammifères étudiés ont perdu plus de 80 % de leur population entre 1990 et 2015, ce qui évoque une « annihilation biologique » plutôt qu'une sixième extinction¹⁶.

Quelles sont les principales causes de cette extinction ? Si elles sont variées en fonction des différents territoires, on peut néanmoins en dégager les principales tendances : la déforestation et l'artificialisation des sols provoquent une diminution et une fragmentation des habitats ; la pollution et l'utilisation intensive des pesticides contaminent et affectent tous les maillons de la chaîne alimentaire ; la surexploitation des ressources renouvelables, forestières et halieutiques (ressources vivantes des milieux marins ou en eau douce) notamment, ne leur laisse pas le temps de se renouveler ; l'introduction d'espèces exogènes et invasives modifie les écosystèmes ; les changements climatiques enfin amplifient le phénomène.

15. Roger Lewin et Richard Leaky, *La Sixième Extinction. Évolution et catastrophes*, Flammarion, 2011.

16. Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich et Rodolfo Dirzo, "Biological Annihilation via the Ongoing Sixth Mass Extinction Signaled by Vertebrate Population Losses and Declines", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 114, n° 30, 2017.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Quelles ressources sont utilisées par mon activité ? S'agit-il de ressources dites « renouvelables » ou « non renouvelables » ?
- Dans le cas de ressources non renouvelables, quelle est l'anticipation de leur « durée de vie » ? L'usage que j'en fais permettra-t-il une réutilisation ou un recyclage ultérieur ?
- Dans le cas de ressources renouvelables, quel est le taux de prélèvement sur ces ressources ? Est-il soutenable (inférieur au taux de renouvellement) ?
- Quelles sont les émissions de CO₂ et plus généralement de GES dégagées par mon secteur d'activité ? Par mon entreprise ?
- Mon secteur d'activité ou mon entreprise contribuent-ils directement ou indirectement à la destruction de la biodiversité ?

Une révolution géologique d'origine anthropique

La révolution géologique précédemment décrite met en cause les activités humaines, et plus particulièrement les activités économiques et techniques du capitalisme thermo-industriel. Le réchauffement climatique est imputable aux rejets humains de GES, à 20 % près. 90 % des rejets anthropocentriques sont générés par deux grands systèmes, le système énergétique (émissions résultant de la production et de l'utilisation d'énergie) et le système agroforestier (émissions résultant des pratiques des agriculteurs et des éleveurs, de l'usage des sols et de la gestion de son couvert), respectivement responsables de 80 % et de 20 % du total des émissions dans le cas français¹⁷.

Dans le récit de l'Anthropocène, la distinction traditionnelle entre l'histoire de la Terre et l'histoire des hommes éclate et le dualisme moderne qui sépare nature et culture en ressort profondément ébranlé¹⁸. La Terre est considérée comme une entité politique incluse dans la communauté humaine, tandis que l'humanité est naturalisée puisqu'elle est vue comme capable de rivaliser avec les grandes forces géologiques telles que le volcanisme, la tectonique des plaques ou encore la variation de l'orbite terrestre autour du Soleil. Il n'y a plus de dehors indépendant de nos opérations et l'histoire humaine ne pourra pas recommencer ailleurs : la nature apparaît comme un monde totalement artificialisé dans lequel les hommes sont condamnés à contempler leurs propres productions.

Ce récit met idéalement en scène une responsabilité maximale de tous les acteurs humains, mais l'*anthropos* de l'Anthropocène doit être approché plus distinctement pour ne pas se trouver dilué en tant qu'espèce humaine. En faisant démarrer l'Anthropocène avec James Watt, Paul Crutzen pointe la responsabilité

17. Christian de Perthuis, *Et pour quelques degrés de plus... Nos choix économiques face au risque climatique*, Pearson, 2009.

18. Dipesh Chakrabarty, « Le climat de l'histoire : quatre thèses », *Revue internationale des livres et des idées*, n° 15, janvier-février 2010.

des scientifiques, des ingénieurs et des techniciens, dans une vision déterministe et technocentrée que les travaux des historiens de l'environnement mettent en cause au profit d'une histoire politique de l'Anthropocène. D'après eux, ce sont les sociétés européennes et nord-américaines qui ont propulsé le monde dans l'Anthropocène à partir d'options politiques et militaires. La moitié des GES accumulés dans l'atmosphère sur la période 1890-1980 l'a été par deux pays seulement : l'Angleterre et les États-Unis. Pour l'historien Kenneth Pomeranz, c'est au tournant des XVIII^e et XIX^e siècles que se produit la « grande divergence » entre l'Angleterre et le reste du monde¹⁹. Celle-ci surmonte alors une crise des ressources (bois, alimentation, etc.), source de tensions sociales, par des prédateurs écologiques sur le Nouveau Monde (coton, sucre, bois, etc.). Ce faisant, elle décline les autres pays, Chine en tête, en déployant son hégémonie à travers le monde et en inaugurant un modèle économique intensif en capital et en énergie. À l'intérieur des sociétés européennes, il faudrait encore différencier des contributions inégales aux dégradations environnementales, entre les secteurs industriel et agroforestier, par exemple, et le reste des activités humaines. À l'intérieur du secteur industriel, ce sont les industriels et les politiques, alliés aux ingénieurs, et spécialement les ingénieurs d'État, qui ont acté des choix, et notamment des bifurcations énergétiques, particulièrement polluants. La pétrolisation de l'économie, par exemple, s'explique moins par des raisons économiques (le pétrole est plus cher que le charbon tout au long du XX^e siècle) que politiques (voir encadré ci-après). Le recours au pétrole, énergie reine du monde non renouvelable, se généralise durant les guerres mondiales et structure désormais nos vies, que ce soit par l'expansion d'un mode de vie périurbain ou la plastification.

Le pétrole ou la grève ouvrière

« Le charbon (contrairement au pétrole) doit être extrait des mines morceau par morceau, chargé dans des convois, transporté par voie ferrée ou fluviale, puis chargé de nouveau dans des fourneaux que des chauffeurs doivent alimenter, surveiller et nettoyer. La pesanteur du charbon donnait aux mineurs le pouvoir d'interrompre le flux énergétique alimentant l'économie. Leurs revendications, jusqu'alors constamment réprimées, durent enfin être prises en compte : à partir des années 1880, les grandes grèves minières contribuèrent à l'émergence de syndicats et de partis de masse, à l'extension du suffrage universel et à l'adoption des lois d'assurance sociale. Une fois prise en compte l'affinité historique entre le charbon et les avancées démocratiques de la fin du XIX^e siècle, la pétrolisation de l'Amérique puis de l'Europe prend un sens politique nouveau. Elle correspond à une visée politique : ce sont les États-Unis qui l'ont rendue possible afin de contourner les mouvements ouvriers. Le pétrole est beaucoup plus intensif en capital qu'en travail, son extraction se fait en surface, elle est donc plus facile à contrôler, elle requiert une grande variété de métiers et des effectifs très fluctuants. Tout cela rend difficile la création de syndicats puissants²⁰. »

19. Kenneth Pomeranz, *Une grande divergence. La Chine, l'Europe et la construction d'une économie mondiale*, Albin Michel, 2010.

20. Jean-Baptiste Fressoz, « Pour une histoire désorientée de l'énergie », 25^{es} Journées scientifiques de l'environnement, 2014.

L'Anthropocène permet d'attirer l'attention sur le fait que l'ensemble des dispositions générales du système-Terre, et non pas tel ou tel dérèglement local, est aujourd'hui déterminé par les activités humaines, et spécialement les activités économiques et techniques des pays anciennement industrialisés.

Politiques, militaires, industriels et ingénieurs du Capitalocène : responsables, mais pas coupables ?

La responsabilité humaine historique, incontestable sur le plan matériel, n'implique pas mécaniquement la responsabilité morale, encore moins la culpabilité. Pour être reconnu responsable d'une action, encore faut-il avoir été conscient de ses conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances disponibles à l'instant *t*. Pour en être reconnu coupable, encore faut-il pouvoir montrer les intentions mauvaises qui l'ont mise en œuvre. Sur la question du repérage des responsabilités humaines à l'origine de l'Anthropocène, deux approches s'affrontent. Pour certains, une criminalisation de l'entrée dans l'Anthropocène est tout à la fois possible et nécessaire : les décideurs savaient et ont délibérément écarté les savoirs alarmistes produits par la société civile, quand ils n'ont pas purement et simplement joui des destructions écologiques de manière désinhibée. Pour d'autres, cette accusation, si elle n'est pas fautive historiquement, doit être dépassée sur le plan moral car la culpabilisation renvoie à un affect triste qui ne permet pas d'ouvrir à une responsabilisation positive.

Une criminalisation de l'entrée dans l'Anthropocène

La prise de conscience des impacts de l'activité humaine n'est pas récente et la dénégaration des mises en garde précoces par les décideurs politiques et techniques fait partie intégrante de l'histoire de l'Anthropocène. « De l'Anthropocène, il existe déjà un récit officiel : “nous”, l'espèce humaine, aurions par le passé, inconsciemment, détruit la nature jusqu'à altérer le système-Terre. Vers la fin du xx^e siècle, une poignée de “scientifiques du système-Terre”, climatologues, écologues, nous a enfin ouvert les yeux : maintenant nous savons, maintenant nous avons conscience des conséquences globales de l'agir humain. Ce récit d'éveil est une fable. L'opposition entre un passé aveugle et un présent clairvoyant, outre qu'elle est historiquement fautive, dépolitise l'histoire longue de l'Anthropocène », écrivent Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz²¹. La situation actuelle existe parce que les mises en garde écologiques du passé ont été systématiquement ignorées ou interprétées comme le prix à payer pour le développement.

La période 1750-1830 foisonne de contestations multiformes de l'ordre industriel naissant et fourmille de savoirs qui prennent pour objet les

21. Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, *L'Événement Anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, Seuil, 2011, p. 17.

interactions réciproques entre politique, climats, corps et santé (ce bien qui, pour les modernes, rend tous les autres progrès possibles). Les acteurs de la période ne sont pas si peu soucieux d'écologie qu'on veut bien les faire paraître aujourd'hui. Tandis que Saint-Simon, patron des ingénieurs, se réjouit de la modification radicale de la planète par l'industrie, le précurseur du socialisme Charles Fourier ou encore l'essayiste scientifique Eugène Huzar s'en inquiètent (voir encadré ci-après). Les effets de la révolution industrielle sur les écosystèmes ne constituent pas un impensé pour ses contemporains et l'idée que la réflexivité environnementale serait l'apanage des sociétés contemporaines est tout simplement fausse.

Deux points de vue sur la révolution industrielle par des contemporains : Saint-Simon et Huzar

« L'objet de l'industrie est l'exploitation du globe, c'est-à-dire l'appropriation de ses produits aux besoins de l'homme, et comme, en accomplissant cette tâche, elle modifie le globe, le transforme, change graduellement les conditions de son existence, il en résulte que par elle, l'homme participe, en dehors de lui-même en quelque sorte, aux manifestations successives de la divinité, et continue ainsi l'œuvre de la création. De ce point de vue, l'Industrie devient le culte » (Saint-Simon, années 1820).

« Dans cent ou deux cents ans le monde, étant sillonné de chemins de fer, de bateaux à vapeur, étant couvert d'usines, de fabriques, dégagera des billions de mètres cubes d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, et comme les forêts auront été détruites, ces centaines de billions d'acide carbonique et d'oxyde de carbone pourront bien troubler un peu l'harmonie du monde » (Eugène Huzar, 1857)²².

Des mobilisations populaires s'expriment également, notamment contre la production industrielle des produits chimiques²³. Condamnées lorsque la mobilisation est forte, les industries s'efforcent de trouver des moyens techniques pour limiter les pollutions, de sorte que ces luttes sociales contribuent aux progrès les plus importants réalisés en matière de protection sanitaire et environnementale à l'époque. Si les premières voix critiques face à l'industrialisation surgissent dès le XIX^e siècle, elles sont alors peu écoutées par les politiques et les industriels, et les enjeux écologiques passent au second plan derrière l'intérêt économique du pays face à la concurrence anglaise.

22. Cités dans Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, *L'Événement Anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, op. cit., p. 10.

23. Voir par exemple le travail de Jean-Baptiste Fressoz sur les résistances autour de la production des produits chimiques à Marseille dans les années 1810 : Jean-Baptiste Fressoz, *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Seuil, 2012.

Un deuxième moment de prise de conscience survient après la Seconde Guerre mondiale. Les environmentalistes américains William Vogt et Henry Fairfield Osborn Jr. publient chacun un ouvrage de dénonciation virulente en 1948 et en 1949. Le naturaliste Henry Fairfield Osborn Jr., dans *La Planète au pillage*²⁴, met en garde contre la surexploitation des ressources, tandis que William Vogt, ornithologue spécialiste du contrôle des populations, dans *Road to Survival*²⁵ (jamais traduit en français à notre connaissance), établit un lien entre l'ampleur des dégradations environnementales et l'explosion démographique, ouvrant la voie au malthusianisme (volonté de limitation des naissances pour contrôler la taille de la population). Ces ouvrages rencontrent cependant un succès très mitigé. Attaqués sur la gauche parce qu'ils ignorent les problèmes économiques immédiats des classes populaires, ils le sont aussi sur la droite parce qu'ils soutiennent l'intervention étatique. Par ailleurs, les acteurs du secteur privé leur reprochent une vision critique du capitalisme, et les communautés religieuses le contrôle des naissances²⁶. Autant dire qu'ils peinent à convaincre au-delà d'un cercle très restreint.

La publication de l'*Almanach d'un comté des sables*, écrit par Aldo Leopold en 1949 et publié un an après sa mort, constitue une exception notable. Considéré comme un jalon essentiel pour la pensée écologique américaine (voir au chapitre 2 l'encadré p. 244), ce beau livre inclassable, entre écologie scientifique, poésie et philosophie, est le seul ouvrage qui rencontre un certain succès dès la fin des années 1940.

Les années 1960 et le début des années 1970 marquent une nouvelle étape dans la prise de conscience environnementale, avec une succession de publications marquantes (voir la sélection opérée par le tableau n° 1) à la fois par la diversité et la gravité des impacts dénoncés, mais également par l'ampleur du public touché. Le mouvement environmentaliste moderne se déploie et s'institutionnalise véritablement durant cette période, en lien avec la montée de préoccupations post-matérialistes dans la société civile²⁷.

24. Henry Fairfield Osborn Jr., *La Planète au pillage* [1949], Arles, Actes Sud, 2008.

25. William Vogt, *Road to Survival* [1948], New York, Kessinger Publishing, 2010.

26. Simon L. Lewis et Mark A. Maslin, *The Human Planet. How we created the Anthropocene*, Londres, Pelican Books, 2018, p. 233.

27. Ronald Inglehart, *The Silent Revolution: Changing Values and Political Styles among Westerners Publics*, Princeton University Press, 1977.

Tableau n° 1 : 1960-1975 : un boom de publications environnementalistes

Année de publication	Auteur	Titre	Thèse
1962	Rachel Carson (US)	<i>Printemps silencieux</i>	L'utilisation massive des pesticides (DDT notamment) a causé une contamination généralisée de notre environnement et une destruction de la biodiversité (on n'entend plus les oiseaux chanter, d'où l'avènement d'un « printemps silencieux »). Ce livre lance le mouvement environnemental aux États-Unis.
1962	Serge Moscovici (FR)	<i>Essai sur l'histoire humaine de la nature</i>	L'état de la nature dépend des relations que les sociétés humaines entretiennent avec elle. La « technologie politique » souhaitée par l'auteur servira de socle à l'écologie politique.
1968	Richard Buckminster Fuller (US)	<i>Manuel d'instruction pour le vaisseau spatial Terre</i>	La Terre est comparable à un vaisseau spatial dans l'espace : les ressources sont limitées et elle ne peut pas se réapprovisionner.
1968	Paul et Anne H. Ehrlich (US)	<i>La Bombe P</i>	Des actions politiques doivent être entreprises de façon urgente pour limiter la croissance démographique (« la bombe population »).
1968	Garrett Hardin (US)	<i>La Tragédie des biens communs</i>	La compétition pour l'accès aux ressources, motivée par la poursuite et la satisfaction de l'intérêt individuel, conduit à leur épuisement inexorable.
1971	Barry Commoner (US)	<i>L'encerclement. Problèmes de survie en milieu terrestre</i>	La crise environnementale remet en cause les possibilités de survie de l'espèce humaine. Il faut « apprendre à restituer à la nature une richesse que nous lui avons empruntée ».
1972	Club de Rome	<i>Halte à la croissance ?</i>	La croissance économique et démographique provoque des dégâts environnementaux considérables. Il est urgent de réduire la croissance et d'inventer un nouveau modèle.
1973	René Dumont (FR)	<i>L'Utopie ou la mort</i>	L'inaction face aux problèmes environnementaux conduira à la disparition de notre civilisation.

Cette liste fait apparaître quelques publications alarmistes à la scientificité parfois sujette à caution : le néomalthusianisme des époux Ehrlich, qui anticipent que « des centaines de millions de personnes vont mourir de faim » dans les années 1970, est à resituer dans le contexte d'une croissance démographique mondiale très élevée. En France, ces idées sont diffusées par l'ingénieur agronome René Dumont, premier candidat écologiste à l'élection présidentielle de 1974, où il défend l'objectif de « croissance zéro de la population » par des mesures autoritaires, comme l'avortement obligatoire ou la mise en place de quotas de naissance dans chaque pays développé. Mais la clairvoyance de certains discours est également remarquable : la publication de *Silent Spring* par la biologiste Rachel Carson en 1962 lance le mouvement environnemental aux États-Unis à partir d'une alerte sur l'utilisation des pesticides (DDT notamment). Le rapport Meadows de 1972 (*Halte à la croissance ?*) pronostique un ralentissement de la croissance pour 2020 et 2040 à partir d'un modèle mondial simple aujourd'hui considéré comme réaliste. La réaction très violente qu'il suscite alors parmi les économistes libéraux, dits « orthodoxes », est une preuve supplémentaire de la dénégation du problème environnemental par les acteurs de l'ordre établi.

L'histoire de ces mises en garde qui ponctuent le récit de l'Anthropocène n'a pas pour objectif d'atténuer les responsabilités humaines récentes, mais plutôt d'éviter une amnésie des luttes environnementales qui condamnerait à répéter les mêmes constats impuissants à chaque génération. En repolitisant les percées techniques polluantes actées de manière non démocratique, cette histoire politique converge paradoxalement vers les analyses moralistes qui radicalisent la démarche de repérage des responsabilités : pour le philosophe moraliste Pierre-Henri Castel, il ne faut pas sous-estimer le choix du mal pour le mal et la jouissance retirée des malfaisances écologiques²⁸, que l'on songe par exemple à l'utilisation de l'agent orange durant la guerre du Vietnam, simultanément destructeur des hommes et de la nature, par les Américains. Cette jouissance de la destruction est par ailleurs d'autant plus exacerbée que la fin du monde est ressentie comme proche.

Une responsabilité objective de certains, mais complexe et relationnelle

Face à cette criminalisation de l'entrée dans l'Anthropocène, certains auteurs mettent en avant trois autres arguments, tout en admettant la responsabilité objective des hommes du Capitalocène. Le premier est que les décideurs ignoraient les conséquences à long terme d'actions par nature imprévisibles : assumer d'éliminer certains insectes par le recours à l'agrochimie n'implique pas de se représenter, encore moins de souhaiter, les réactions en chaîne que

28. Pierre-Henri Castel, *Le Mal qui vient*, Cerf, 2018.

cette élimination provoque sur l'ensemble de la biodiversité. Les hommes n'ont jamais une représentation parfaite des processus dans lesquels ils sont pris.

Le deuxième argument fait valoir que l'Anthropocène met en cause une responsabilité relationnelle complexe qui complique le repérage de la culpabilité de quelques acteurs, si puissants soient-ils. Deux échelles, globale et locale, sont à distinguer. Le philosophe Dominique Bourg rappelle que si certains analystes rejettent le mot même d'Anthropocène « car il viendrait masquer par son universalité la responsabilité d'acteurs minoritaires et celle d'un système, le capitalisme, dans la situation qui nous échoit », la justesse de ce constat « ne suffit [pourtant] pas à délégitimer l'usage de ce terme à prétention universelle. Autant refuser au genre humain les arts et les sciences sous prétexte que seule une minorité d'individus les pratique et produit. [...] Par ailleurs, la nouvelle dynamique terrestre qu'il ouvre va peser sur toutes les populations, présentes et à venir, sans égard à leur part de responsabilité passée²⁹ ». Une nouvelle géopolitique de l'Anthropocène, où la Chine et l'Inde émergent comme les plus gros pollueurs de la planète en volume de GES émis, atténue le thème de la responsabilité historique à défaut de le mettre en cause. L'humanité découvre qu'elle est embarquée dans le même bateau et qu'elle se trouve en quelque sorte condamnée à l'intérêt général. Par ailleurs, à une échelle moindre, le réchauffement est l'effet de responsabilités de masse, éclatées entre une diversité d'acteurs. L'ingénieur Jean-Marc Jancovici s'interroge ainsi : « Si des camions polluent pour apporter du raisin d'Italie, est-ce la faute du transporteur ou la faute du consommateur qui achète du raisin qui vient de loin et qui se doute bien qu'il a fallu le transporter³⁰ ? » Dans cette approche, le réchauffement est l'effet agrégé d'une multitude de petites actions quotidiennes et nous en sommes tous co-responsables à des degrés divers. Nous interagissons dans un monde qui a été fabriqué par d'autres, et en même temps nous acceptons ce legs en le polluant à notre tour.

Le troisième point est que la culpabilisation fait passer au premier plan les responsabilités rétrospectives, généralement négatives, quand la crise environnementale appellerait plutôt une réflexion sur les contenus positifs à donner à des responsabilités prospectives. Les ingénieurs se situent clairement dans cette approche : des prises de conscience individuelles se font certes entendre ici ou là sur le thème des ingénieurs responsables en tant qu'acteurs du développement technique, mais collectivement les ingénieurs se pensent surtout comme porteurs de solutions. Le refus de questionner l'ingénierie dans une perspective de catastrophe est d'ailleurs manifeste : sur les 27 000 ingénieurs interrogés pour l'enquête de l'IESF de 2011, 14 % seulement pensent que « si les choses continuent sur leur lancée, nous allons bientôt vivre une catastrophe écologique majeure » (contre 89 % des Français et 83 % des cadres). À la question de savoir si « l'équilibre de la nature est assez solide pour compenser les dégâts des pays industrialisés », 51 % répondent positivement (contre 16 % des Français et 16 %

29. Dominique Bourg, *Une nouvelle Terre*, Desclée de Brouwer, 2018, p. 19-21.

30. Jean-Marc Jancovici, « Climat, énergie : les impasses du futur », *Le Débat*, n° 130, 2004.

des cadres)³¹. Ces chiffres doivent moins s'interpréter comme un déni du temps long de réponse des écosystèmes à des dégradations irréversibles que comme la marque d'un optimisme technique tenace : les mêmes ingénieurs adhèrent à 87% à l'énoncé que « le génie de l'Homme permettra que la Terre reste vivable » (contre 51% des Français et 57% des cadres). Deux axes, économique et technique, sont actuellement explorés pour renouveler cette ingénierie humaine : le bouclage de l'économie sur elle-même pour prévenir la pénurie de ressources en amont ; une vague d'innovations technologiques susceptible de réduire les pollutions en aval.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Des luttes sociales ou des revendications dans le domaine de l'environnement liées à mon entreprise ou à mon secteur d'activité se sont-elles déjà manifestées ? Comment ont-elles été traitées ?
- Mes responsabilités d'ingénieur sont-elles positives, ouvertes vers l'avenir, ou négatives, tournées vers le passé ?

LE PARI DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE : TRANSFORMER LE MODÈLE D'UTILISATION DES RESSOURCES EN AMONT

La charte éthique de l'IESF stipule que « l'ingénieur inscrit ses actes dans une démarche de "développement durable" » qui répond à nos besoins sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs, selon la formule consacrée par le rapport Brundtland de 1987. La Commission des titres d'ingénieur, qui définit le cahier des charges des formations des ingénieurs, demande que la thématique du développement durable soit abordée. Cette réponse institutionnelle à l'Anthropocène vise d'abord à transformer le modèle d'utilisation des ressources (énergies, matières, métaux) tout en maintenant son inscription dans le schéma de la croissance économique. Récemment redécliné sous l'espèce d'une économie circulaire, ce développement rompt avec un modèle linéaire, dans lequel les ressources ne sont utilisées qu'une seule fois pour se convertir en déchets dans des délais très courts, mais renoue avec un principe ancien de circularité abandonné à la fin du XIX^e siècle. Jusque-là, en effet, l'interconnexion des espaces urbains et ruraux était telle que les villes rendaient à la campagne, sous forme de boues et d'engrais, ce qu'elles lui avaient pris sous forme de nourriture. Sous la double pression de l'hygiénisme et de la découverte de ressources minérales en quantités abondantes, cette circulation des matières s'est atrophiée, mais c'est bien ce schéma que l'utopie rationnelle de l'économie circulaire, susceptible d'être opérationnalisée par les ingénieurs friands d'approche systémique, tente de renouveler.

31. Christelle Didier et Kristoff Talin, « Attitudes et dynamiques environnementales des ingénieurs. Une entrée par la sociologie de l'environnement », *SociologieS*, 2015, p. 12.

Scientifiques et ingénieurs face aux menaces écologiques :

*pessimisme de la raison pour les premiers,
optimisme de la volonté pour les seconds ?*

Une succession d'appels de scientifiques rythme le débat public sur les périls environnementaux depuis le début des années 1970 : en 1971, dans l'appel de Milan, 2200 savants lancent un avertissement aux « trois milliards et demi de Terriens » de l'époque (l'appel est publié dans toutes les langues du monde par le bulletin de l'Unesco) pour les appeler à s'unir face au péril global du dérèglement climatique au-delà « de ce qui les sépare ». En 1992, une mise en garde, signée par de nombreux Prix Nobel, souligne l'urgence de l'action : « Si nous voulons éviter de grandes misères humaines, il est indispensable d'opérer un changement profond dans notre gestion de la Terre et de la vie qu'elle recèle. » En novembre 2017, un manifeste, signé par plus de 15 000 scientifiques, attire l'attention sur l'état de la planète, l'ampleur des détériorations qui l'affectent et la nécessité pour l'humanité tout entière de changer de comportement afin d'éviter la catastrophe menaçante en déterminant à long terme « une taille de population humaine soutenable et scientifiquement défendable tout en s'assurant le soutien des pays et des responsables mondiaux pour atteindre cet objectif vital ». Le climatologue Jean Jouzel, qui fait partie du GIEC, organisme international d'experts scientifiques (climatologues, géologues, économistes, etc.) chargé d'évaluer l'ampleur du réchauffement climatique et ses risques pour les sociétés humaines, fait savoir en 2019 qu'« il n'y a pas d'effondrement imminent », mais qu'« [il] nous voi[t] griller à petit feu³² ». Outre leur alarmisme, le point commun de toutes ces adresses est l'appel à l'humanité tout entière, sur le modèle des scientifiques de l'après-guerre alertant sur la menace atomique.

La montée des préoccupations environnementales affecte également les ingénieurs, avec toutefois un temps de retard par rapport aux scientifiques et une faible visibilité dans l'espace public. Mais ces inquiétudes sont perceptibles désormais dans la formation³³, dans les congrès nationaux et internationaux, dans les entreprises qui les emploient. Dans un document de 2017 de l'IESF déjà cité, la pertinence du terme d'Anthropocène est actée³⁴. La diversification des voies d'accès au diplôme, mais surtout la féminisation de la profession favorisent sans doute cette prise de conscience environnementale³⁵. Cependant les ingénieurs, semblables en cela aux scientifiques, ont tendance à situer l'origine des problèmes dans une démographie galopante (celle des pays pauvres) en oubliant que tous les humains n'ont pas la même empreinte écologique : dans l'enquête de l'IESF citée plus haut, 67% des ingénieurs interrogés estiment que « nous atteignons le nombre limite d'humains que la Terre peut supporter » (contre 48% des Français et 45% des cadres).

On pourrait néanmoins penser que le pessimisme de la raison est du côté des scientifiques, quand l'optimisme de la volonté serait plutôt du côté des ingénieurs. De fait, incités par les entreprises, les ingénieurs envisagent la contrainte écologique comme une opportunité historique pour l'innovation technique. Il reste que la théorisation du catastrophisme est moins le fait des scientifiques que d'une poignée d'ingénieurs critiques relativement solitaires et radicalisés au sein de leur profession pour cette

32. Entretien avec Jean Jouzel par Nathaniel Herzberg, *Le Monde*, 2 juin 2019.

33. David Brancher, *L'Environnement et la formation des ingénieurs*, Presses de l'Unesco, 1982.

34. IESF, « Responsabilité éthique de l'ingénieur dans les systèmes complexes », 2017, p. 2.

35. Karen J. Warren, *Ecofeminist Philosophy. A Western Perspective on what it is and why it matters*, Lanham, MD, Rowman & Littlefield Publishers, 2000.

raison même. L'ingénieur et philosophe Jean-Pierre Dupuy est le premier à introduire en France l'idée, issue du travail de Hans Jonas, de « catastrophisme éclairé³⁶ » comme artifice méthodologique : il s'agit de considérer qu'il faut regarder comme une quasi-certitude la possibilité d'un effondrement total pour avoir, paradoxalement, une chance de l'éviter. C'est l'« heuristique de la peur », qui recommande de prendre en compte le scénario qui maximise le pire et d'accorder aux prophéties de malheur une pleine attention pour appréhender l'ampleur des responsabilités humaines si le scénario venait à se réaliser.

Plus récemment, Pablo Servigne, ingénieur agronome, revendique cet héritage en évoquant un « catastrophiste raisonné » : « Il faut imaginer une vie où il n'y a plus rien dans les distributeurs automatiques, où l'essence est rationnée, où l'eau potable n'arrive pas souvent, où il y a de grandes sécheresses et de grandes inondations. Il faut se préparer à vivre ces tempêtes », écrit-il dans un livre qui est devenu un best-seller³⁷. L'affect de peur est délibérément instrumentalisé pour mettre en mouvement la population appelée à réinvestir la politique et à trouver des solutions coopératives. L'effondrement désignant une transition critique lente d'un état vers un autre et non une rupture brutale des écosystèmes, comme l'avait déjà indiqué le biologiste américain Jared Diamond dans un ouvrage célèbre³⁸, son potentiel de mobilisation sociopolitique est faible et il faut recourir à l'imagination du pire pour éviter qu'il n'advienne. Dans une veine survivaliste et individualiste qui n'est pas celle de Jean-Pierre Dupuy et de Pablo Servigne, Dmitry Orlov, ingénieur informatique russo-américain et auteur d'une série de livres consacrés au thème de l'effondrement, s'est rendu célèbre en 2007 en vendant son appartement de Boston pour aller vivre sur un voilier équipé de panneaux solaires, avec six mois de réserve de propane et de grandes quantités de nourriture.

Cette attitude catastrophiste pose évidemment problème : l'annonce de l'inéluçtabilité du pire naturalise notre résignation impuissante et n'embraie pas sur la réalité dans la mesure où notre quotidien n'est pas (encore) fondamentalement affecté par l'Anthropocène (du moins dans les pays riches).

36. Jean-Pierre Dupuy, *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain*, Seuil, 2004.

37. Pablo Servigne et Raphaël Stevens, *Comment tout peut s'effondrer. Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*, Seuil, 2015 ; Pablo Servigne, Raphaël Stevens et Gauthier Chapelle, *Une autre fin du monde est possible. Vivre l'effondrement et pas seulement y survivre*, Seuil, 2018.

38. Jared Diamond, *Effondrement. Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Folio, 2005.

À l'échelle locale, la promotion du modèle de l'écologie industrielle

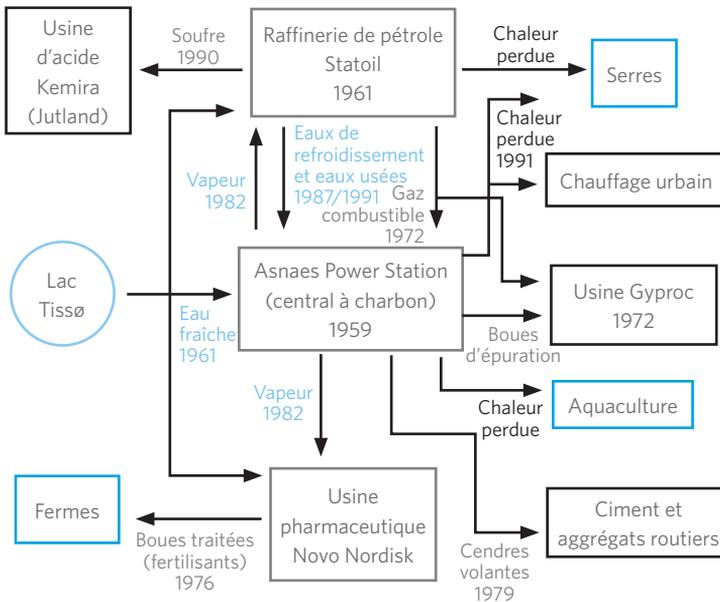
Le concept d'écologie industrielle émerge pour la première fois peu après la parution du rapport Brundtland en 1989, sous la plume de deux ingénieurs responsables de la recherche chez General Motors³⁹. Il assimile le fonctionnement des activités industrielles à celui des écosystèmes : il y a des intrants, des processus de transformation et des extrants. Dans le système hégémonique actuel, dit « linéaire », chaque fois que le besoin d'un nouvel intrant se fait sentir, il est extrait depuis l'extérieur du système tandis que les extrants sont évacués vers d'immenses décharges qui ne font pas non plus partie du système. L'écologie industrielle repose sur le principe simple que les déchets des uns peuvent devenir les ressources des autres, permettant de faire peser moins de pression à la fois sur l'extraction des ressources primaires et sur la gestion des déchets. Le premier exemple célèbre d'écologie industrielle est mis en œuvre dans la ville portuaire de Kalundborg au Danemark. Quatre industries sont plus particulièrement au cœur de cette symbiose industrielle et établissent entre elles et avec d'autres partenaires des flux de matières qui permettent un double bénéfice économique et environnemental⁴⁰ : Asnaes Power Station, une centrale à charbon (1 500 MW) ; une raffinerie de pétrole exploitée par Statoil ; Novo Nordisk, une entreprise pharmaceutique ; enfin Gybroc, une usine de fabrication de plâtre.

39. Robert A. Frosch et Nicolas E. Gallopoulos, « Des stratégies industrielles viables », *Scientific American*, Vol. 261, n° 3, 1989.

40. John Ehrenfeld et Nicholas Gertler, "Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at Kalundborg", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 1, n° 1, 1997, p. 67-79.

SCHÉMA N°1

La symbiose industrielle de Kalundborg⁴¹



Le processus d'«écologisation» s'est étendu sur plus de vingt ans, depuis le premier pipeline de gaz entre Statoil et Asnaes en 1972 jusqu'à la fourniture de gypse par Asnaes à Gybroc. Mais l'ensemble des systèmes productifs va se trouver intégré bien au-delà d'une simple écologie industrielle : agriculture avec la récupération des boues traitées comme fertilisants pour les fermes environnantes, récupération de la chaleur de la centrale à charbon pour chauffer les eaux des bassins d'aquaculture, et de la chaleur de la raffinerie de pétrole pour chauffer des serres. Si la centrale à charbon d'Asnaes a économisé environ 30 000 tonnes de charbon grâce à la réutilisation du gaz émis par la raffinerie de pétrole (soit 2 % de l'input), la commune de Kalundborg peut chauffer environ 3 500 logements grâce à la chaleur perdue provenant de ces deux installations.

Ce modèle d'écologie industrielle peut s'élargir avec l'introduction du concept de « mine urbaine » en aval de cycle. La mine urbaine désigne les gisements de métaux qui se trouvent dans les déchets des industries ou des ménages. Les caractéristiques et les avantages des mines urbaines par rapport aux

41. Schéma traduit et adapté de John Ehrenfeld et Nicolas Gertler, "Industrial Ecology in Practice. The Evolution of Interdependence at Kalundborg", *ibid.*

gisements primaires sont nombreux. Premièrement, il s'agit nécessairement de mines polymétalliques de surface. Deuxièmement, les concentrations sont généralement supérieures à celles du minerai. Dans le cas de l'or, par exemple, on estime que la concentration en or d'un smartphone est 25 à 30 fois supérieure à sa concentration dans le minerai. Troisièmement, la dépense énergétique nécessaire au recyclage est généralement moindre que celle nécessaire à l'extraction primaire.

Les principaux obstacles à la généralisation du schéma de l'écologie industrielle sont de nature moins économique qu'organisationnelle⁴². Il est beaucoup plus aisé de concevoir un système de symbiose industrielle pour une nouvelle zone industrielle que pour une zone industrielle déjà existante. Dans les pays plus récemment industrialisés, les écoparcs industriels sont plus faciles à mettre en œuvre, ce qui ne signifie pas pour autant qu'ils représentent la majorité des nouvelles installations. En Chine, entre 2002 et 2014, environ 1 500 nouvelles zones industrielles ont été créées, dont seulement une vingtaine relèvent de l'écologie industrielle alors qu'elles obtiennent des résultats très encourageants (par exemple, une diminution de 28% en moyenne des émissions d'eaux usées et de déchets solides)⁴³.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Quels sont les principaux flux entrants et sortants de ma structure ? D'où viennent-ils et à quoi sont-ils destinés ?
- Ma structure a-t-elle déjà noué des liens avec des entreprises partenaires ? Y a-t-il d'autres industries à proximité ?
- Quelles sont les ressources à ma disposition (associations, CCI, etc.) pour engager ma structure sur la voie de l'écologie industrielle ?

À l'échelle globale, la promotion de l'économie circulaire et de l'écoconception

Apparu dans les années 2000, alors que les prix des matières premières augmentent fortement, le modèle de l'économie circulaire vise à réduire l'extraction en amont et la mise en décharge en aval. Elle englobe l'écologie industrielle ou l'exploitation des mines urbaines, mais s'en distingue par une approche plus générale. L'écologie industrielle requiert une proximité géographique pour fonctionner (récupérer de la vapeur d'eau ou des boues industrielles sur plusieurs centaines de kilomètres diminue les avantages économiques ou environnementaux), de même que la mine urbaine est initialement ancrée dans un territoire,

42. Voir par exemple Joo Young Park, "Assessing determinants of industrial waste reuse: The case of coal ash in the United States", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 92, novembre 2014, p. 116-127.

43. Jean-Claude Lévy et Vincent Aurez, « Les dynamiques de l'économie circulaire en Chine », n° 76, octobre 2014, p. 13-18

tandis que l'économie circulaire ambitionne de dépasser cette contrainte spatiale. Elle est définie par l'Ademe comme un « système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien-être des individus⁴⁴ ». Elle rend nécessaire l'écoconception pour fabriquer des produits en prenant en compte leurs impacts environnementaux dès la phase de la conception, dont les ingénieurs sont plus particulièrement responsables. En 1986 déjà, le premier ouvrage d'éthique de l'environnement à destination des ingénieurs estimait qu'ils devaient introduire les problématiques environnementales au moment de la conception des projets, avant même qu'ils ne deviennent publics. Derrière la notion d'écoconception existent aujourd'hui une multitude de démarches détaillées ci-dessous : la lutte contre l'obsolescence programmée, l'analyse du cycle de vie, l'approche « du berceau au berceau » (*cradle to cradle*) ou encore le surcyclage (*upcycle*).

La lutte contre l'obsolescence programmée

Une culture éthique de l'ingénierie devrait d'abord prescrire de ne pas gaspiller les ressources. Parmi les formes de gaspillage fortement médiatisées ces dernières années figure l'obsolescence qui se décline à trois niveaux :

- **l'obsolescence technique** : il s'agit du déclassement des machines dû au progrès technique : le vinyle est rendu obsolète par le CD, qui est rendu obsolète par le MP3, qui est lui-même en passe d'être rendu obsolète par les nouveaux modes de consommation de la musique (streaming, écoute à la demande) ;
- **l'obsolescence psychologique** : il n'y a pas de différence technique significative entre deux produits, mais le consommateur est convaincu, à grand renfort de publicité (le deuxième budget mondial après l'armement), que l'ancien produit n'est plus désirable et qu'il doit acquérir le nouveau. C'est typiquement le cas entre deux générations de smartphones ;
- **l'obsolescence programmée ou planifiée** : elle survient quand la défaillance du produit est inscrite dans sa conception. Il peut s'agir d'une ampoule prévue pour brûler un nombre d'heures prédéfini ou d'une puce électronique qui bloque une imprimante après un certain nombre d'impressions.

L'avènement de l'obsolescence programmée peut être vu comme une défaite des ingénieurs face aux managers. Elle apparaît aux États-Unis après la crise de 1929, dans l'objectif de relancer la consommation des ménages dont l'effondrement aggrave les effets, mais les ingénieurs n'y sont pas favorables et identifient l'obsolescence programmée à une « monumentale déviation de la recherche technique ».

44. « Économie circulaire : notions », Fiche technique de l'ADEME (2013), www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-economie-circulaire-oct-2014.pdf

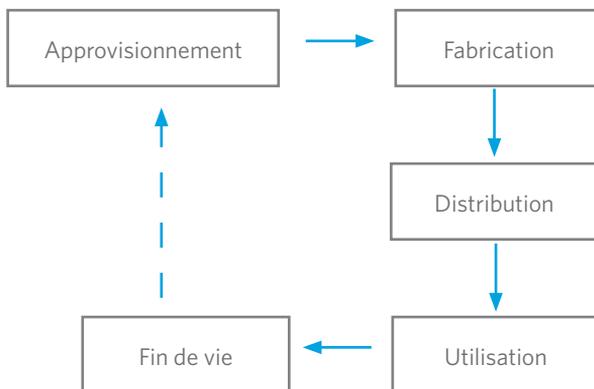
Le délit spécifique d'obsolescence programmée est aujourd'hui reconnu en France par la loi relative à la transition énergétique de 2015. Défini comme « le recours à des techniques par lesquelles le responsable de la mise sur le marché d'un produit vise à en réduire délibérément la durée de vie pour en augmenter le taux de remplacement », il est passible de deux ans d'emprisonnement et 300 000 euros d'amende. En septembre 2017, une première plainte est déposée par l'association Halte à l'obsolescence programmée (HOP) contre les principaux constructeurs d'imprimantes. Parmi les techniques incriminées, le fait que certains éléments, comme le tampon absorbant d'encre, soient faussement indiqués en fin de vie et le blocage des impressions au prétexte que les cartouches d'encre seraient vides, alors qu'il reste encore de l'encre.

L'analyse du cycle de vie

Pour lutter contre l'obsolescence programmée et encourager une utilisation optimale des ressources, l'analyse du cycle de vie (ACV) apporte des outils désormais largement diffusés. Il s'agit à la fois d'une norme, d'une méthode, d'un outil et d'un livrable. C'est l'outil privilégié de l'écoconception, et la seule méthode de diagnostic environnemental « produits » reconnue au niveau de la normalisation internationale. En tant que méthode, c'est une approche quantitative qui permet de quantifier les impacts d'un produit à chaque stade de son existence, depuis l'approvisionnement (extraction des matières premières et consommation énergétique) jusqu'à la gestion de la fin de vie.

SCHÉMA N° 2

Les cinq stades du cycle de vie d'un produit



Une ACV se réalise en quatre phases :

- **définition des objectifs et du périmètre d'étude** (les limites du système) : une étape importante est de définir l'unité fonctionnelle du produit. Par

- exemple, pour une ampoule, l'unité fonctionnelle dépend du temps d'éclairage et de la luminosité (en watts ou, mieux encore, en lumens);
- **inventaire des flux ou inventaire de cycle de vie (ICV)**: comme pour la mise en place d'un système de symbiose industrielle, sauf que l'on se limite aux flux affectant le produit considéré;
 - **estimation des impacts environnementaux**: à réaliser pour chacun des flux entrants et sortants inventoriés à l'étape précédente;
 - **analyse des résultats, interprétation et décision**: selon la nature de la structure à l'origine de l'ACV, celle-ci peut conduire à une liste de recommandations s'il s'agit d'un organisme gouvernemental ou de conseil, comme l'Ademe, ou à la modification de plusieurs paramètres si l'industriel est lui-même le commanditaire (changement de fournisseur, de matériau, de process, etc.).

Un exemple permet d'illustrer cette méthodologie, celui d'une ACV réalisée en 2013 qui pose la question de savoir s'il vaut mieux utiliser des contenants réutilisables ou jetables pour des événements ponctuels⁴⁵. L'unité fonctionnelle est définie comme « servir 25 centilitres de boisson ». Les options considérées sont, pour les contenants, des gobelets réutilisables en plastique (polypropylène), des gobelets jetables biodégradables en PLA, ou des gobelets réutilisables en verre. En amont (le contenant à partir duquel on sert un verre), on considère des fûts, des bouteilles en verre ou des bouteilles plastique PET (polytéréphtalate d'éthylène). Les types d'impacts environnementaux considérés sont la contribution à l'effet de serre; la consommation des ressources primaires; la consommation en eau; l'eutrophisation (augmentation de la concentration en azote et en phosphore dans un milieu aqueux, conduisant à une prolifération excessive de plantes et d'algues, qui cause un déséquilibre pour la biodiversité du milieu); l'acidification (diminution du pH des océans, causant là encore un déséquilibre pour la biodiversité). L'impact en termes de changement d'occupation des sols n'est en revanche pas directement pris en compte et fait l'objet d'une analyse séparée.

On peut avoir l'impression qu'il est toujours plus souhaitable, d'un point de vue environnemental, d'utiliser des contenants réutilisables ou d'éviter le plastique. Mais l'ACV dresse un tableau plus nuancé:

- Si les bouteilles en PET sont recyclées, elles ont alors un bilan égal (peu d'utilisations) ou meilleur (à partir d'une centaine d'utilisations) que les bouteilles en verre.
- Le bilan environnemental des fûts est toujours meilleur, en moyenne, que celui des canettes.
- En deçà de 30 réutilisations, les gobelets réutilisables en PP sont systématiquement meilleurs que les gobelets réutilisables en verre.

45. RDC Environnement, « Étude de l'impact environnemental des gobelets réutilisables dans les événements », rapport final, juillet 2013: http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD2013Gobelet.PDF (consulté le 15/08/18).

- Si le nombre d'utilisations et le taux de retour (proportion de gens bien élevés qui ramènent leurs gobelets plutôt que de les jeter dans le caniveau) sont élevés, les gobelets réutilisables en PP ont en moyenne un meilleur bilan que les gobelets biodégradables en PLA.

Au-delà de ces résultats, on peut retenir de cette démarche le grand nombre de paramètres pris en considération, en ce qui concerne à la fois la diversité des impacts environnementaux (et pas seulement l'effet de serre) et les modes d'utilisation (nombre de réutilisations, taux de retour, bouteille recyclée ou incinérée, etc.). La définition du périmètre d'étude et l'inventaire des flux sont donc des étapes capitales pour réaliser une bonne ACV. Enfin, il faut comprendre qu'une ACV ne délivre jamais une vérité valable de toute éternité mais reste un exercice dynamique : parce que les infrastructures, les sources d'énergie, les réseaux de transport ou la pression sur les ressources premières évoluent, un résultat n'est jamais qu'une indication à un instant t dans un contexte local donné.

Cradle to cradle

L'architecte américain William McDonough et le chimiste allemand Michael Braungart ont popularisé deux concepts qui s'inscrivent dans la démarche de l'économie circulaire : *cradle to cradle* et *l'upcycle* quelques années plus tard. L'ouvrage *Cradle to Cradle*⁴⁶ est paru en 2002 aux États-Unis et a rencontré un grand succès auprès des ingénieurs américains. Le livre commence par un exercice de « *retro-engineering* » qui réprécise les termes du cahier des charges de la révolution industrielle *a posteriori* : pollution maximale, perte définitive des ressources (combustibles fossiles et métaux), amoncellement des déchets, destruction de la biodiversité, etc. C'est le modèle *cradle to grave* (du berceau à la tombe), que les auteurs proposent de remplacer par le modèle *cradle to cradle* (du berceau au berceau : C2C). Leur démarche va plus loin qu'une simple diminution des impacts négatifs : ils proposent en effet d'avoir des impacts pas seulement « moins mauvais », mais bénéfiques. La démarche C2C s'appuie sur quelques grands principes :

- De la même façon que les organismes se nourrissent de nutriments biologiques, les systèmes ou produits industriels se nourrissent de **nutriments techniques** : tout déchet est une ressource.
- Le modèle de combustion des énergies fossiles est révolu, seules les **énergies renouvelables** permettent de préserver les ressources et de limiter la production de déchets.
- La **diversité** est célébrée : que ce soit pour le choix du type d'énergie ou pour les matériaux choisis, il faut s'adapter au contexte local en privilégiant une « customisation de masse » plutôt qu'une esthétique à taille unique.
- Les « **hybrides monstrueux** » (composés de nutriments biologiques et techniques), qui compromettent le recyclage du produit, sont évités. On peut

46. William McDonough et Michael Braungart, *Cradle to Cradle. Créer et recycler à l'infini*, Gallimard Alternatives, 2011.

d'ailleurs intégrer à la catégorie des hybrides monstrueux tous les **usages dispersifs** des matériaux, qui se produisent par exemple avec la généralisation des nanoparticules. Au-delà des inquiétudes d'ordre sanitaire, l'utilisation de nanoparticules de dioxyde de titane dans les dentifrices (effet blanchissant) ou de nanoparticules d'argent dans les chaussettes (effet désodorisant) condamne ces métaux à ne jamais être recyclés.

L'exemple de la chaise de bureau *Think chair*, conçue par les auteurs et commercialisée par Steelcase, illustre la démarche C2C. La chaise de bureau classique est un parfait exemple d'hybride monstrueux : fabriquée à partir de coton (nutriment biologique) et de PET issu du recyclage des bouteilles en plastique (nutriment technique), elle ne peut jamais réintégrer ni le cycle biologique ni le cycle technique. Par ailleurs, l'utilisation (le fait de s'asseoir) conduit à une abrasion du rembourrage et l'enduit de protection utilisé libère des molécules chimiques toxiques. L'objectif des auteurs est donc de concevoir un rembourrage compostable et arrachable par l'utilisateur. Le choix du tissu se fait avec les consommateurs, qui expriment leur envie d'un tissu qui « respire », et la décision se porte finalement sur un composé de laine (pour l'isolation) et de ramie (pour l'absorption d'humidité). Les auteurs concepteurs réussissent également à éliminer près de 800 substances chimiques pendant le processus de fabrication. Les bénéfices de la *Think chair* sont multiples : des eaux non polluées en sortie d'usine, une amélioration sanitaire des conditions de travail pour les ouvriers, et même des bénéfices économiques plus importants pour l'entreprise.

Des critiques ont cependant émergé concernant l'universalité de la démarche C2C et son incapacité à se substituer à une approche plus classique d'ACV. L'analyse complète du cycle de vie d'une machine à café, par exemple, peut se traduire par un design permettant à l'utilisateur de chauffer seulement l'eau dont il a besoin (grâce à une jauge visible), ce qui réduit d'autant la consommation énergétique. Une approche C2C met plutôt l'accent sur l'utilisation des matériaux lors de la construction pour assurer une recyclabilité maximale. Si aucune approche n'est intrinsèquement supérieure à l'autre, il faut travailler à leur complémentarité⁴⁷.

L'upcycle

L'upcycle, proposé par les mêmes auteurs, prolonge la démarche engagée : il ne s'agit plus simplement de réduire la production de déchets ou d'optimiser le prélèvement de ressources, mais bien de changer « en faveur d'une abondance réjouissante, sûre, et saine⁴⁸ ». *Saine* renvoie à la santé, *sûre* à la sécurité et à l'environnement, *réjouissante* au plaisir, et *abondance* à l'aspect économique. Les auteurs rappellent d'ailleurs régulièrement que la démarche qu'ils proposent est avant tout rentable : « Le changement le plus fondamental et le plus bénéfique

47. Cet exemple est analysé dans C. A. Bakker *et al.*, "Designing Cradle-to-Cradle Products: A Reality Check", *International Journal of Sustainable Engineering*, vol. 3, n° 1, 2010, p. 2-8.

48. Michael Braungart et William McDonough, *L'Upcycle. Au-delà de la durabilité - Concevoir pour l'abondance*, Gallimard Alternatives, 2016, p. 226.

lié à la pensée *Cradle to Cradle* n'est pas environnemental. Ni éthique. Il est économique⁴⁹. »

Au-delà de l'ingéniosité technique, le grand changement promu par les auteurs consiste à penser les valeurs en amont du processus de production, plutôt que de suivre des indicateurs *a posteriori*. À titre d'illustration, ils relatent la genèse du bâtiment « le plus performant des États-Unis », Sustainability Base, conçu en collaboration avec la Nasa. Sustainability Base utilise l'humidité de l'air pour produire de l'eau et possède un système de persiennes très sophistiqué permettant d'optimiser la température. Pensé comme un prototype du genre, il illustre le fait que l'innovation ne peut découler de la volonté de se conformer à des indicateurs puisque, « par définition, l'innovation ne peut être référencée⁵⁰ ». Il s'agit donc d'un véritable plaidoyer en faveur de l'innovation de rupture, par opposition à une innovation incrémentale fondée sur des valeurs et des principes décidés certes au sommet, mais en collaboration avec les différents acteurs et communiqués ensuite à l'ensemble de la chaîne de production.

Une anecdote sur la transformation du processus de fabrication de la *Think chair* relatée dans ce second ouvrage est particulièrement significative. Au-delà du rembourrage, un autre problème était posé par les roulettes de la chaise de bureau, traditionnellement fabriquées à partir d'acier plombé, et donc difficilement recyclables en même temps que potentiellement toxiques. Or il n'existe aucune raison technique de ne pas faire autrement et, d'après les auteurs, il suffisait de demander au fabricant de roulettes de changer leur composition pour qu'il propose une autre façon de faire : « Le secret pour obtenir une fabrication plus saine pour cette chaise consistait simplement à en faire la demande. Si Steelcase n'avait pas commencé par mettre les valeurs tout en haut de son plan en six points, personne n'aurait osé poser un jour la question⁵¹. »

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Les produits que je conçois relèvent-ils d'une forme d'obsolescence ? Comment puis-je augmenter leur durée de vie ?
- Une analyse du cycle de vie a-t-elle été réalisée pour les produits que je conçois ?
- Comment puis-je être proactif pour optimiser l'utilisation des ressources ? Quelle méthode est la mieux adaptée à mon activité ?

49. *Ibid.*, p. 210.

50. *Ibid.*, p. 84.

51. *Ibid.*, p. 99.

LE PARI DU VERDISSEMENT DE L'INGÉNIERIE : RÉPARATION ÉCOLOGIQUE ET GÉO-CONSTRUCTIVISME EN AVAL

Pour l'ingénierie, la résolution de la crise écologique ne passe pas seulement par le ressourcement du paradigme économique dominant en amont, elle est également soutenue par un recours radicalisé à la technique pour réparer les dommages survenant en aval de cycle. Si le levier technique n'apparaît pas comme un pilier du développement durable en tant que tel, l'amélioration technique est néanmoins appelée à jouer un rôle primordial : « La notion de développement durable implique certes des limites. Il ne s'agit pourtant pas de limites absolues, mais de celles qu'imposent l'état actuel de nos techniques et de l'organisation sociale ainsi que la capacité de la biosphère de supporter les effets de l'activité humaine. Mais nous sommes capables d'améliorer nos techniques et notre organisation sociale de manière à ouvrir la voie à une nouvelle ère de croissance économique⁵². » Cette ingénierie écologique comprend communément des activités très diverses (économies d'énergie, efficacité énergétique, gestion des déchets, etc.), mais dans un sens plus restreint, l'ingénierie écologique désigne la modification volontaire des milieux par la technique. Il convient alors de distinguer restauration écologique et géo-ingénierie.

Restauration et réhabilitation écologiques

Le projet de la restauration écologique est de réparer les écosystèmes par la technique. La Society for Ecological Restoration américaine définit la restauration écologique comme une « assistance » portée à « l'autorégénération des écosystèmes qui ont été dégradés, endommagés ou détruits ». Dans sa version la plus ambitieuse, la restauration écologique se fixe comme objectif le retour d'un écosystème « à son état initial », l'écosystème de référence, la détermination de cet état initial faisant l'objet de multiples débats. Un consensus mou est néanmoins atteint autour de l'idée que cet état initial correspondrait à l'état de l'écosystème avant la révolution industrielle⁵³. La réhabilitation écologique insiste elle aussi sur la notion de réparation, mais sans forcément viser à retrouver l'état d'origine. Ces approches concernent l'ingénieur à deux titres : les projets de restauration ou de réhabilitation sont généralement menés par des équipes pluridisciplinaires comprenant un ou plusieurs ingénieurs (ingénieurs écologistes, agronomes ou, plus spécifiquement, ingénieurs en gestion et restauration des écosystèmes), et plus généralement les ingénieurs qui portent des projets ayant un impact environnemental sur le territoire (construction, réseaux...) sont de plus en plus amenés à se poser la question de la restauration écologique dans le cadre de leur activité.

52. Gro Harlem Brundtland, *Notre avenir à tous*, p. 14.

53. Pour une excellente présentation de la restauration écologique et des questions qui se posent pour le choix de l'écosystème de référence, lire le chapitre 7 de Catherine Larrère et Raphaël Larrère, « L'écomimétisme », in *Penser et agir avec la nature. Une enquête philosophique*, La Découverte, 2015.

Les entreprises de restauration et de réhabilitation écologiques sont en effet facilitées en France dans le cadre de la séquence ERC (Éviter, Réduire, Compenser), qui doit être appliquée pour tout nouveau projet d'aménagement (éviter : supprimer totalement un impact environnemental négatif ; réduire : diminuer cet impact ; compenser : assumer cet impact et le compenser ailleurs par une action positive). Inscrite dans la loi dès 1976, elle est consolidée en 2016 par deux textes : la loi pour la reconquête de la biodiversité et l'ordonnance sur l'évaluation environnementale des projets. De nombreux ingénieurs doivent donc prendre en compte cet instrument réglementaire dans la conception de leurs projets.

Concrètement, la restauration écologique se concentre souvent sur deux éléments stratégiques des écosystèmes : la végétation (la production primaire) d'un côté, la microfaune et la microflore du sol de l'autre. Population végétale microscopique, la microflore est particulièrement importante en ce qu'elle permet la minéralisation des résidus organiques et participe ainsi aux cycles du carbone et de l'azote. Quant à la microfaune, dont l'existence est mise à mal notamment par les labours trop profonds de l'agriculture conventionnelle, elle permet la décomposition de la matière organique en humus. Quand les sols sont trop endommagés, il peut arriver qu'on inocule de la terre extraite de milieux similaires à celui de l'écosystème traité et comportant ses propres microfaune et microflore.

Deux types de critiques de nature philosophique ont été adressés à la restauration écologique.

D'une part ses détracteurs lui reprochent d'être une forme de contrefaçon (une forme de tricherie) et d'autre part ils déplorent le caractère artificiel des milieux restaurés (par opposition à naturels). Dans les deux cas, ce qui est en jeu, c'est le caractère authentique de l'écosystème restauré. Pour répondre à la première critique, certains philosophes estiment que l'analogie avec la restauration d'œuvres d'art est plus pertinente que l'analogie avec la contrefaçon : « Que font les restaurateurs de tableaux, de monuments ou de jardins, sinon réparer les outrages du temps, ou les dommages infligés à ces œuvres ? N'est-ce pas le propos même des praticiens de la restauration écologique⁵⁴ ? » La nature restaurée n'est donc pas une contrefaçon, mais plutôt un artifice : c'est justement l'argument de la seconde critique, reprochant à la restauration écologique de brouiller les pistes entre technique et naturel. Un contre-argument à cette seconde critique repose sur une connaissance fine des écosystèmes et de certains de leurs organismes qu'on appelle des « ingénieurs d'écosystèmes » (*ecosystem engineers*), en ce sens qu'ils façonnent le milieu dans lequel ils vivent en construisant des habitats ou en recyclant les déchets d'autres espèces (c'est le cas des castors ou des fourmis)⁵⁵. Les opérations humaines de restauration écologique peuvent se comprendre dans ce cadre, assimilant l'humain à un *super-ecosystem engineer*,

54. *Ibid.*, p. 257.

55. Clive G. Jones, John H. Lawton et Moshe Shachak, "Organisms as Ecosystem Engineers", *Oikos*, vol. 69, n° 3, 1994, p. 373-386.

dans la continuité de ce qui existe déjà dans les milieux naturels : la restauration écologique ne serait alors ni une contrefaçon ni un artifice.

Une fois ces critiques écartées, reste une question importante : la restauration écologique, intégrée en France à la séquence ERC, fonctionne-t-elle ? Est-elle vraiment mise en œuvre, dans quels contextes et avec quels résultats ? Une étude comparant le contenu de 358 mesures adoptées en France entre 2006 et 2016 en suivant la séquence ERC a mis au jour que la majorité des mesures (90 %) relève de la réduction des impacts, 6 % de la compensation, et seulement 1 % de l'évitement⁵⁶. Des mesures de réduction sont par exemple l'adaptation du calendrier des travaux au cycle de vie des espèces à enjeux de conservation ou la plantation d'essences végétales locales dans les espaces verts du projet, alors que les mesures de compensation se situent généralement sur un autre site que celui du projet, une opération de restauration écologique permettant de gagner à un endroit ce que l'on perd ailleurs. Les auteurs de l'article se demandent toutefois si ces mesures minoritaires ne sont pas, en réalité, une façon de légitimer une perte de biodiversité qu'on n'a pas su ou voulu éviter. Ils proposent surtout de donner une définition plus claire des différentes mesures et de qualifier la compensation comme le fait de « créer une plus-value écologique nette équivalente aux impacts résiduels significatifs (explicitement identifiés et définis) sur un site qui n'est pas déjà soumis à l'impact du projet⁵⁷ ».

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Quels sont les impacts sur l'écosystème du projet auquel je participe ?
- Puis-je les éviter ? Comment ? Sinon, puis-je les réduire ? Comment ?
- Sinon, puis-je les compenser ? Cette compensation prend-elle la forme d'une restauration écologique ? D'une réhabilitation ? S'agit-il d'une plus-value écologique nette ?

La géo-ingénierie : l'hybris d'une ingénierie absolue

La limite entre restauration écologique et géo-ingénierie n'est pas évidente, mais il est possible de les distinguer en deux points : d'une part, l'appellation « géo-ingénierie » peut être réservée à des projets de modification globale, et l'usage du terme « restauration écologique » restreint à des projets dimensionnés sur des écosystèmes locaux ; d'autre part, la restauration écologique se pense comme une aide aux écosystèmes, un « tuteur de résilience », tandis que les projets de géo-ingénierie portent en eux leur propre fin (par exemple, capter du CO₂) et s'imposent aux écosystèmes plutôt qu'ils ne les accompagnent.

56. Charlotte Bigard *et al.*, « De la théorie à la pratique de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) : éviter ou légitimer la perte de biodiversité ? », *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, vol. 9, n° 1, 2018.

57. *Ibid.*, p. 32.

La promesse de la géo-ingénierie n'est pas seulement de limiter les impacts des techniques, mais bien de « combattre le feu par le feu » en assumant une modification en profondeur du milieu par les techniques. Les projets dérivés de ce projet portent majoritairement sur la mitigation et l'adaptation aux changements climatiques par deux grandes entrées : la séquestration des gaz à effet de serre (GES), CO₂ en tête ; le contrôle du rayonnement solaire atteignant la Terre.

Les projets de séquestration du carbone consistent à stocker du carbone hors de l'atmosphère. Ce processus existe à l'état naturel, les forêts et les océans constituant les deux principaux puits de carbone. Certains projets de géo-ingénierie consistent à intensifier ce cycle du carbone en plantant de nouvelles surfaces de forêts ou en fertilisant l'océan (par du fer, de l'urée ou du phosphore notamment) afin que celui-ci capture davantage de CO₂. Dans le cas du reboisement, on estime qu'il faudrait planter 50 millions d'hectares chaque année pour compenser les émissions anthropiques⁵⁸, soit l'équivalent de la surface de l'Espagne : une solution complexe compte tenu des difficultés que rencontre déjà la lutte contre la déforestation. C'est pourquoi des projets de séquestration artificielle ont émergé. La technique du piégeage et du stockage de CO₂ est considérée comme la solution la plus viable. Si elle était mise en œuvre à grande échelle, elle pourrait gérer de 21 % à 45 % du CO₂ anthropique en 2050. Sous forme de gaz ou de liquide, le CO₂ peut être injecté dans des couches géologiques profondes ou dans des gisements de gaz ou de pétrole, mais les risques de fuite existent. La solution la plus sûre est également la plus coûteuse : il s'agit de transformer le CO₂ en matière solide (du calcaire, par exemple). Au-delà du coût et du risque de fuite, cette technologie présente également l'inconvénient d'être gourmande en énergie, avec un facteur de 1 à 4 pour une production d'électricité provenant des hydrocarbures (la génération d'électricité pour stocker 100 tonnes de CO₂ émet 25 tonnes supplémentaires). Il peut donc s'agir d'une mesure complémentaire, mais en aucun cas d'une solution miracle.

Le contrôle du rayonnement solaire recouvre, quant à lui, des projets extrêmement différents. Parmi les projets les plus simples techniquement, on trouve le fait de peindre massivement les toitures en blanc ou dans n'importe quelle couleur ayant un fort albédo (fraction de l'énergie solaire qui est réfléchi vers l'espace) – une idée mise en œuvre par les pays méditerranéens bien avant que n'émerge le problème du changement climatique, tout simplement pour rafraîchir les logements et diminuer l'effet « îlot de chaleur » dans les villes.

Mais il existe également des projets qui empruntent à la science-fiction son imaginaire techno-futuriste, comme l'idée d'envoyer des milliards de micro-miroirs en aluminium dans l'espace pour détourner les rayons du soleil, ou celle d'injecter du dioxyde de soufre dans la stratosphère. Une équipe de l'université Harvard a annoncé un premier test d'envoi de ballons dans la stratosphère qui

58. Clémentine Van Effenterre et Ronan Rocle, « La séquestration du carbone, solution miracle ? », *Regards croisés sur l'économie*, n° 6, 2009, p. 162-64.

devrait avoir lieu en 2019 dans l'Arizona⁵⁹ : il s'agirait d'un des premiers grands projets de géo-ingénierie à avoir lieu en dehors d'un laboratoire ou d'une simulation informatique. Si les promoteurs du projet insistent sur la nécessité de continuer, en parallèle, la stratégie de réduction des GES, on peut néanmoins s'interroger sur l'impact qu'ont ces projets sur la capacité des gouvernements, des entreprises et des citoyens à s'orienter vers de nouveaux modèles de production et modes de vie.

Outre le coût faramineux de tels projets, trois grandes catégories de critiques sont classiquement exprimées à leur encontre :

- **Incertitudes et complexité des systèmes** : l'atmosphère étant un système chaotique, elle est extrêmement sensible à l'évolution des conditions initiales. Il est donc très délicat d'anticiper les conséquences sur le long terme et les potentiels effets secondaires.
- **Impossibilité du test** : le système considéré est l'entièreté de la planète : si des « tests » peuvent être faits localement, on ne peut en tirer aucune garantie sur la façon dont l'ensemble du système réagirait à long terme. S'engager dans des projets de géo-ingénierie, c'est dès le départ se situer à une échelle globale et irréversible.
- **Géopolitique et équité** : la géo-ingénierie est certes un projet de modification globale, mais elle n'est pas homogène. Des injections de dioxyde de soufre dans l'atmosphère, par exemple, perturberaient les moussons en Afrique et en Asie. Sans compter que si le réchauffement peut sans doute être limité grâce à la géo-ingénierie solaire, celle-ci ne résout pas les autres aspects des changements climatiques, au premier rang desquels figure l'acidification des océans. Ainsi, la géo-ingénierie solaire serait clairement au service des pays riches et de ceux qui veulent participer au programme géo-constructiviste sans en subir les conséquences.

Le philosophe Frédéric Neyrat, reprenant en partie les analyses de l'Australien Clive Hamilton⁶⁰ envisage la géo-ingénierie comme un géo-constructivisme : « Si la Terre *peut* soi-disant être reconstruite, c'est dans la mesure où les géo-constructivistes considèrent que la nature, comme force et entité indépendante, a été dépassée par le pouvoir techno-industriel de l'humanité ; si elle *doit* l'être, c'est parce que telle serait la seule manière de régler les problèmes environnementaux⁶¹. » Cette critique permet de souligner deux aspects problématiques fondamentaux de la géo-ingénierie. Premièrement, la logique de la réparation conforte dans l'idée qu'il est permis de continuer à détruire dans un scénario *business as usual*. Sous couvert d'innovation technique, ces projets promeuvent un immobilisme politique et social aux conséquences potentiellement désastreuses. Ce n'est d'ailleurs pas une coïncidence si les grands groupes pétroliers soutiennent financièrement beaucoup de projets de géo-ingénierie

59. MIT *Technology Review*, mars-avril 2017 : www.technologyreview.com/s/603974/harvard-scientists-moving-ahead-on-plans-for-atmospheric-geoengineering-experiments/ (consulté le 21/08/18).

60. Clive Hamilton, *Earthmasters: The dawn of the age of climate engineering*, Yale University Press, 2014.

61. Frédéric Neyrat, *La Part inconstructible de la Terre. Critique du géo-constructivisme*, Seuil, 2016, p. 11-12.

(notamment la séquestration géologique du carbone): « L'ingénierie climatique est censée permettre de continuer à brûler allègrement les énergies fossiles et de maintenir ainsi le même type de développement, le même genre de société, la même domination organisée par les militants du programme géo-constructiviste⁶². »

Les partisans de la géo-ingénierie la présentent souvent comme un plan B: ce qu'il faudra se résoudre à faire si rien d'autre (l'évolution des contraintes réglementaires, les changements de comportement individuels, la modification en profondeur des systèmes productifs) n'a fonctionné. Mais ce qui est présenté comme une solution de secours devient *la* solution qui attire à elle tous les investissements, condamnant les chances de réussite du plan A. Enfin, la géo-ingénierie n'est pas un processus que l'on peut commencer puis arrêter, au risque de voir le réchauffement climatique reprendre de plus belle. Les sommes investies dans un projet comme l'envoi de dioxyde de soufre dans l'atmosphère seraient donc à jamais *confisquées*.

Deuxièmement, le géo-constructivisme renouvelle et amplifie la démesure des modernes (hybris) en grande partie responsable de la situation actuelle. Il élève l'ingénieur au statut de mécanicien du climat aux commandes du système-Terre. Cette vision prend appui sur une représentation du monde comme ce qui doit être arraisonné et exploité: une matière pour une (re)mise en forme. Dans une conférence de 1953, le philosophe allemand Heidegger avait déjà prévenu que « l'essence de la technique n'est rien de technique », mais métaphysique: elle est une manière de dévoiler la nature comme ce sur quoi l'homme doit intervenir. Avant même d'évoquer les effets potentiellement désastreux de la géo-ingénierie, c'est une responsabilité épistémique que l'ingénieur doit assumer⁶³: une manière de voir le monde qui n'est évidemment pas neutre et qui écarte la possibilité d'autres rapports au réel (esthétique, sensible, etc.). Sur le plan éthique, « l'ingénierie climatique est, d'une certaine manière, la production *ad hoc* d'un désaveu: d'un côté, l'ingénierie climatique reconnaît qu'il y a changement climatique; mais, de l'autre, elle esquivé la responsabilité humaine, puisqu'elle présente la technologie, l'industrie, le capitalisme et la possibilité d'être maître (et possesseur) de la Terre comme les seules solutions à nos problèmes. Là où la géo-séquestration devait, malgré tout, se confronter au CO₂ de l'atmosphère, l'ingénierie climatique, directement tournée vers le Soleil auquel elle tente de faire écran, tourne le dos à la Terre. Dangereuse topologie⁶⁴ ». Dans son projet même, elle affirme que l'homme peut tout détruire puis tout réparer par les mêmes méthodes dans un déni manifeste de l'irréversibilité du vivant. Par ailleurs, en sous-estimant la possibilité d'un échec, les projets de

62. *Ibid.*, p. 25.

63. Dean Nieuwsma et Donna Riley, "Designs on development: engineering, globalization, and social justice", *Engineering Studies*, vol. 2, n° 1, 2010, p. 29-59.

64. Frédéric Neyrat, *La Part inconstructible de la Terre. Critique du géo-constructivisme*, op.cit., p. 59.

géo-ingénierie ne prennent pas en compte ceux qui devront vivre avec les conséquences à long terme de la catastrophe⁶⁵.

Portrait de l'ingénieur en Dédale

Parce qu'il crée autant de problèmes qu'il en résout, l'ingénieur se rapproche de la figure de Dédale, patron des sculpteurs et grand inventeur de la mythologie grecque. Sollicité pour son ingéniosité, il incarne à sa manière le destin tragique des ingénieurs. La première demande qui lui est adressée est celle de Pasiphaé, femme du roi Minos. Éprise d'un taureau, elle réclame à Dédale une vache en bois afin de pouvoir s'unir à lui. Le Minotaure naît de cette union. À nouveau sollicité par Minos qui souhaite faire enfermer ce monstre, Dédale conçoit un labyrinthe d'une complexité redoutable dans lequel il se retrouve finalement piégé avec son fils Icare. Pour en sortir par les airs, il conçoit des ailes à l'aide de plumes et de cire et condamne son propre fils dont les ailes sont détruites par la proximité du soleil. En Dédale se profile le cercle vicieux qui oblige à la mobilisation d'un surcroît de technique pour résoudre les problèmes posés par la technique, dans un processus de reconduction sans fin, puisque le recours à plus d'intervention technique introduit de nouvelles retombées nocives non intentionnelles auxquelles il faudra à nouveau remédier...par la technique.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Les projets de géo-ingénierie doivent-ils avoir une limite ?
- Quel critère de limite choisir ? Qui est légitime pour faire ce choix ?
- Si l'opportunité se présente de participer à un projet de géo-ingénierie, comment puis-je m'assurer que ce projet permettra une plus-value nette écologique et ne constituera pas simplement une « licence de polluer » ?
- Dans le cas contraire (ce projet ne permet pas une plus-value écologique), suis-je prêt à renoncer à participer à ce projet, même s'il est intéressant et stimulant du point de vue technique ?

65. Kirsten Meyer et Christian Uhle, "Geoengineering and the Accusation of Hubris", IRI THESys Discussion Paper, 2015.

Ce chapitre pose un diagnostic paradoxal sur la situation contemporaine de l'ingénierie : c'est en effet au moment où les hommes maîtrisent le plus intensément la nature par leurs interventions techniques qu'ils en maîtrisent le moins les réactions à long terme sous la forme d'effets boomerang. La promesse moderne de maîtrise de la nature se révèle limitée dans l'espace et le temps, et la réaction du système-Terre tout entier au déploiement de l'ingénierie humaine est la signature de l'Anthropocène. C'est la fin du programme moderne de maîtrise et de possession de la nature, qui en quelque sorte se ré-autonomise et reprend ses droits⁶⁶. Le tableau de bord des indicateurs de l'emprise humaine est devenu si préoccupant qu'une mobilisation collective des ingénieurs s'organise autour du repérage de leurs responsabilités positives et prospectives. Leur réponse à l'Anthropocène passe par des innovations économiques et techniques qui relèvent d'une rationalité gestionnaire congruente avec les valeurs de la modernité, simplement décalées à un niveau supérieur. Gestion de la rareté en amont et réparation des pollutions en aval, réduction et adaptation retracent les nouvelles frontières d'un capitalisme vert susceptible de réorienter l'innovation vers de bonnes fins. L'économie circulaire, notamment, propose une approche systémique typique de l'approche de l'ingénieur et relance la promesse d'une redistribution continue des matières pour le bien commun des différentes parties du système, à la manière d'un écosystème naturel.

Ces technologies ne doivent cependant ni encourager l'illusion de réversibilité et de capacité de résilience de la nature, ni masquer la possibilité et le droit de débattre des alternatives à nos modes de développement. Il est donc important que les ingénieurs qui les conçoivent et les diffusent se soucient d'explorer un pluralisme de perspectives. C'est tout l'objet du chapitre suivant, non pas de disqualifier l'ensemble des solutions techniques présentées, mais de les resituer dans un contexte global qui fasse apparaître leurs limites.

66. Carolyne Merchant, *Autonomous Nature. Problems of Prediction and Control From Ancient Times to the Scientific Revolution*, Londres, Routledge, 2015.

CHAPITRE 2

LES INGÉNIEURS PARTIE PRENANTE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Dans le monde de l'écologie peut-être plus encore que dans les sphères économique et sociotechnique, les ingénieurs affrontent des problèmes qu'ils ne peuvent et qu'ils ne doivent évidemment pas résoudre seuls : d'abord parce que le diagnostic qu'ils en proposent mérite d'être ouvert et partagé ; ensuite parce que les solutions qu'ils soumettent et/ou auxquelles ils adhèrent rencontrent d'indéniables limites, recensées par certains ingénieurs eux-mêmes¹ ; enfin parce que le niveau de la responsabilisation professionnelle est tout à la fois débordé par le bas et par le haut : par le bas avec la prolifération des formes de responsabilisation individuelle (le modèle du « colibri » et des petits gestes citoyens), par le haut avec la prise en compte de la transformation nécessaire des politiques publiques (au niveau national, communautaire et international). Si la responsabilisation professionnelle des ingénieurs sur les questions environnementales apparaît décisive, elle se condamne dans le même temps à l'impuissance si elle se coupe d'une modification structurelle des rapports sociaux des hommes entre eux (sur le plan politique) et des rapports entre les hommes et la nature (sur le plan moral).

Dans ce contexte, la notion de transition écologique est avancée pour lever les ambiguïtés du développement durable ou de l'économie circulaire et valoriser l'accès à cette transformation globale des rapports des hommes à la nature. Mais dans les faits elle se partage entre une version minimale et une version maximale : la première, portée entre autres par les ingénieurs, se contente d'une transition énergétique qui nous ferait passer des fossiles aux renouvelables ; la seconde version fait au contraire entrer dans un monde de responsabilisation maximale de tous les acteurs vis-à-vis d'entités non humaines dans une logique expansive.

Ce chapitre propose de dégager les principaux enjeux de ces deux versions et montre que la critique nécessaire de la nature-objet, réduite à la notion

1. Voir par exemple les travaux de Philippe Bihouix : *Quel futur pour les métaux ? Raréfaction des métaux : un nouveau défi pour la société*, EDP Sciences, 2010 ; *L'Âge des low tech*, op. cit. ; ou encore *Le bonheur était pour demain*, op. cit.

d'environnement et à sa seule valeur pour l'homme, implique l'élargissement du cercle des objets et des sujets vis-à-vis desquels les hommes doivent exercer une responsabilité. La prise en compte des enjeux environnementaux ne suffit pas : il faut dépasser l'éthique anthropocentrée qui la structure, et qui se situe à l'origine des destructions environnementales au moins autant que le capitalisme lui-même, pour aller vers l'exercice d'une considération morale qui inclut plus largement la biosphère et les écosystèmes en leur reconnaissant une valeur en tant que telle.

LES IMPASSES DU VERDISSEMENT DE L'INGÉNIERIE : LE CAS DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Les impasses de la transition écologique, réduite à la seule transition énergétique, ne se manifestent nulle part aussi tragiquement qu'au sujet de la décarbonation de l'énergie. Forgé par des énergéticiens, des professionnels de l'énergie nucléaire et des politiques, le terme de transition énergétique s'est substitué à la notion de crise énergétique dans les années 1970 pour apaiser le public, avec l'idée que le pic du pétrole conventionnel se gérerait par le recours à l'efficacité énergétique et à d'autres sources d'énergie (nucléaire, pétrole de schiste et énergies renouvelables telles que le vent, le soleil, les marées, etc.). Ces promesses technologiques se heurtent toutefois à trois limites majeures qui en réduisent drastiquement les bénéfices environnementaux : l'effet rebond, le phénomène d'addition énergétique et enfin les impacts environnementaux négatifs des technologies dites « vertes ». Le scénario négaWatts, piloté par des ingénieurs énergéticiens dans l'association du même nom, fait apparaître qu'un travail sociopolitique sur la sobriété énergétique et la réduction de la mobilité doit accompagner le recours à la technique

Les faux-semblants de la transition énergétique

L'effet rebond

L'effet rebond désigne un phénomène d'augmentation des quantités consommées qui réduit ou annule les bénéfices environnementaux liés à une innovation technique ou à une optimisation des ressources. L'effet rebond est théorisé dès le XIX^e siècle par l'économiste anglais Stanley Jevons : il remarque alors que la consommation totale de charbon augmente avec l'amélioration de l'efficacité énergétique de la machine à vapeur. Ce paradoxe de Jevons est modernisé dans les années 1980 par deux économistes, Daniel Khazzoom et Leonard Brookes, pour qui les améliorations de l'efficacité énergétique, parfaitement justifiées au niveau microéconomique, conduisent à de plus hauts niveaux de consommation d'énergie au niveau macroéconomique². Le cas d'école pour illustrer l'effet

2. Harry D. Saunders, "The Khazzoom-Brookes Postulate and Neoclassical Growth", *The Energy Journal*, vo. 13, n° 4, 1992.

rebond se trouve dans le secteur automobile. Depuis son invention à la fin du XIX^e siècle, la voiture n'a cessé de gagner en efficacité énergétique, avec une diminution de la consommation en hydrocarbures et des émissions de GES. Mais dans la mesure où ces améliorations techniques s'accompagnent d'un nombre toujours croissant de véhicules et de kilomètres parcourus par véhicule, non seulement les gains environnementaux permis par les innovations techniques ont été annulés, mais les impacts environnementaux de l'ensemble du parc automobile ne cessent d'augmenter.

Au-delà de l'automobile, tous les secteurs sont concernés par l'effet rebond : une revue de la littérature menée par l'Institut Breakthrough montre que l'installation d'un système de chauffage plus économique modifie à la hausse la consommation individuelle entre 10 % et 30 %³. Une autre étude portant sur différentes mesures mises en place dans les foyers britanniques a mis au jour qu'une réduction du gaspillage alimentaire des ménages (qui compte aujourd'hui pour environ un tiers de la consommation alimentaire totale) donne lieu à un effet rebond de l'ordre de 50 %, chaque pound économisé étant dépensé dans des produits ou services qui annulent, en moyenne, la moitié du gain environnemental permis par l'évitement du gaspillage alimentaire⁴.

Les additions énergétiques

Si l'effet rebond entame les gains environnementaux globaux obtenus à partir de l'efficacité énergétique, de nouveaux espoirs sont placés dans l'accès à de nouvelles sources d'énergie. Mais la transition énergétique s'impose partout comme un mot d'ordre alors qu'elle ne correspond à aucune réalité historique. Il n'y a jamais eu, dans l'histoire, de révolution énergétique et les différentes sources d'électricité n'ont fait que s'ajouter les unes aux autres : le nucléaire n'a pas remplacé le pétrole et le gaz, qui eux-mêmes n'ont pas remplacé le charbon, qui lui-même n'a pas remplacé le bois. Nous consommons aujourd'hui bien plus de charbon qu'au XIX^e siècle et les énergies renouvelables ne constituent encore qu'un infime pourcentage de la consommation énergétique globale des individus.

Comme dans l'effet rebond, l'invention de nouveaux moyens de production ne fait qu'accompagner l'expansion des usages et le déploiement d'un paradigme de gigaconsommation⁵. Ni la guerre de 1914, ni celle de 1939, ni le choc pétrolier de 1974, ni la guerre du Golfe n'ont affecté significativement une hausse constante. Nous demeurons massivement dépendants des énergies fossiles (80 % de l'approvisionnement mondial aujourd'hui) ; les énergies renouvelables sont insignifiantes et les seules énergies non carbonées significatives sont la biomasse (10 % du total), l'hydroélectricité et le nucléaire (5 % du total chacune).

3. Jesse Jenkins, Ted Nordhaus et Michael Shellenberger, *Energy Emergence: Rebound & Backfire as Emergent Phenomena*, Oakland, CA, Breakthrough Institute, 2011.

4. Angela Druckman *et al.*, "Missing Carbon Reductions? Exploring Rebound and Backfire Effects in UK Households", *Energy Policy*, vol. 39, n° 6, 2011, p. 3572-3581.

5. David Edgerton, *The Shock Of The Old. Technology and Global History since 1900*, Londres, Profile Books, 2007.

Une menace de « fossilisation » des énergies renouvelables

Si les énergies renouvelables mises au cœur de la transition énergétique s'appuient sur des sources renouvelables à l'infini (le vent, le soleil ou l'eau), les métaux nécessaires à leur fabrication présentent plusieurs problèmes: ils sont non renouvelables, et les taux de recyclage sont très mauvais pour la plupart d'entre eux, leur extraction nécessite une énergie croissante au fur et à mesure que la concentration de minerai diminue, et les différents processus employés, mécaniques ou chimiques, sont particulièrement destructeurs des écosystèmes. Pour toutes ces raisons, une menace de « fossilisation des énergies renouvelables⁶ » se profile.

Le premier problème est celui de la rareté. Les technologies « vertes » (voitures électriques, éoliennes, etc.) nécessitent d'importantes quantités de terres rares sollicitées pour leurs propriétés magnétiques. Dans les éoliennes, les aimants sont souvent boostés avec du néodyme et du samarium, qui sont deux terres rares. Les terres rares regroupent dix-sept métaux exploités à 95 % par la Chine, qui possède environ un tiers des réserves mondiales. Ils ne sont pas rares au sens d'une rareté biophysique (l'abondance des terres rares dans l'écorce terrestre est bien plus grande que celle de nombreux autres métaux d'usage courant), mais plutôt pour des raisons techniques et géopolitiques. Sur le plan technique, la rareté vient de la difficulté à séparer les métaux les uns des autres, du moins avec les techniques dont on disposait à la fin du XVIII^e siècle, lorsque les terres « rares » ont été découvertes comme co-produits d'autres métaux. Sur le plan géopolitique, le quasi-monopole chinois provoque des tensions d'approvisionnement. De la même façon que la pression pour l'exploitation des hydrocarbures contribue aux déséquilibres géopolitiques qui fracturent le monde contemporain, il existe une guerre économique pour l'approvisionnement en terres rares, qui pourrait d'ailleurs se militariser dans un avenir proche⁷.

Le deuxième problème concerne l'extraction des métaux nécessaires à la fabrication des technologies « vertes », qui ajoute un extractivisme minier à l'extractivisme pétrolier et gazier traditionnel. Les terres rares nécessitent par exemple une activité minière très dommageable pour les écosystèmes. La légende veut que Deng Xiaoping ait anticipé dès 1987 l'importance stratégique des terres rares sur le thème: « Le Moyen-Orient a du pétrole, nous avons des terres rares. » Or les impacts environnementaux des terres rares, s'ils restent bien inférieurs à ceux du pétrole, et plus localisés autour des bassins d'extraction (principalement en Mongolie-Intérieure), ne sont pas négligeables par rapport à ceux des hydrocarbures. Malgré les difficultés à obtenir des données environnementales et épidémiologiques robustes dans un pays dominé par la culture du secret d'État, les premières études font état d'une pollution des eaux importante au moment de l'extraction et du raffinage, d'une bio-accumulation de métaux

6. Sujatha Raman, "Fossilizing Renewable Energies", *Science as Culture*, vol. 22, n° 2, 2013.

7. Julie Michelle Klinger, "The Environment-Security Nexus in Contemporary Rare Earth Politics", in Ryan Kiggins (dir.), *The Political Economy of Rare Earth Elements: Rising Powers and Technological Change*, Palgrave MacMillan, 2015, p. 133-155.

lourds dans les organismes et d'un taux de cancers anormalement élevé dans les régions concernées⁸. Ces impacts très négatifs expliquent d'ailleurs la délocalisation de leur production des États-Unis vers la Chine dans les années 1990.

Enfin, en aval de cycle, le très faible taux de recyclage des terres rares s'explique par l'expansion des usages dispersifs (quelques milligrammes ou quelques grammes dans un produit) et simultanés d'un grand nombre de métaux différents dans un seul produit (le smartphone notamment). La ressource menace de disparaître en pratique, ce qui rend la question de l'épuisement tout à fait pertinente, mais pour des raisons qui relèvent moins de la finitude naturelle que de nos modes de production et de consommation⁹.

Le recul critique sur la transition énergétique fait apparaître qu'aucune énergie n'est parfaitement propre et qu'on ne peut pas raisonner à partir de modèles économiques et de modes de vie inchangés.

Au-delà du traitement technique de la situation énergétique : le scénario négaWatt

Certains scénarios de transition énergétique tentent d'intégrer des améliorations techniques et des changements au niveau des comportements pour une véritable transition énergétique. C'est le cas du scénario NégaWatt 2017-2050 qui projette ambitieusement 100% d'énergies renouvelables et une sortie du nucléaire à l'horizon 2050. Il prend appui sur un triptyque – efficacité des modes de production, utilisation et production de ressources renouvelables, mais surtout sobriété dans la consommation – et se décline en douze points clés¹⁰:

1. **Un constat majeur**: la courbe de la consommation s'est inversée. Depuis une petite dizaine d'années, la consommation d'électricité plafonne, voire diminue légèrement (de 486 TWh en 2008 à 478 TWh en 2014). Cette stagnation structurelle contraste avec la manière dont la demande en électricité est généralement présentée, notamment par EDF qui écrit sur son site: « En progression constante, la consommation d'électricité en France est essentiellement le fait des habitations et du secteur tertiaire [...]. En quarante ans, elle a augmenté de 280%. » Si l'augmentation est bien réelle jusqu'en 2008, les acteurs institutionnels de l'énergie ont tendance à la prolonger au mépris des changements plus récents, alors même que les scénarios énergétiques sont très différents selon que l'on anticipe une augmentation ou une diminution de la consommation.

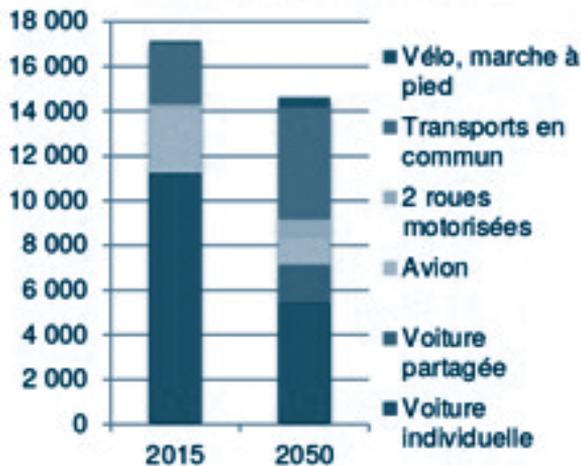
8. Pour une revue de la littérature, voir Kyung-Taek Rim, "Effects of Rare Earth Elements on the Environment and Human Health: A Literature Review", *Toxicology and Environmental Health Sciences*, vol. 8, n° 3, 2016, p. 189-200. Pour une synthèse très accessible des impacts environnementaux et sanitaires des terres rares, mais parfois inexacte et partisane, voir Guillaume Pitron, *La Guerre des métaux rares. La face cachée de la transition énergétique et numérique*, Les Liens qui libèrent, 2018.

9. Fanny Verrax, "Recycling Toward Rare Earth Security", in Ryan Kiggins (dir.), *The Political Economy of Rare Earth Elements. Rising Powers and Technological Change*, op. cit., p. 156-177.

10. NégaWatt, *Scénario NégaWatt 2017-2050*, dossier de synthèse 2017, consultable sur : https://negawatt.org/IMG/pdf/synthese_scenario-negawatt_2017-2050.pdf

2. **La sobriété et l'efficacité sont les clés de l'inflexion de la demande.** Le scénario repose sur une diminution de la consommation finale d'énergie de 50 % en 2050, tout en garantissant un « haut niveau de services ». Pour y parvenir, les transformations sont tout aussi techniques (efficacité énergétique, rénovation des bâtiments) que comportementales (réduction de moitié de l'usage de la voiture individuelle, par exemple; report sur le covoiturage, les mobilités douces et le ferroviaire). Une société durable implique de sortir du modèle de la voiture individuelle et de l'autosolisme (le fait d'être seul dans sa voiture). Au-delà du rôle d'optimisation technique qui leur est classiquement dévolu, les ingénieurs ont un rôle à jouer pour faciliter l'adoption par le plus grand nombre de ces mobilités alternatives, en prenant en compte les freins évoqués par les usagers dès la conception de ces outils et des infrastructures qui leur sont associées.

Mobilité des personnes (km/hab/an)



3. **Le « 100 % renouvelable » est possible dès 2050** avec, dans l'ordre de leur contribution au mix électrique : la biomasse solide, l'éolien, le photovoltaïque, le biogaz. Le dernier réacteur nucléaire sera arrêté en 2035. La France assure bien et pleinement sa sécurité énergétique.

4. **Zéro émission en 2050 :** la France devient neutre en carbone, les puits de carbone agricoles et forestiers compensant les émissions résiduelles.

5. **Gaz et électricité, une complémentarité incontournable :** le stockage des excédents des énergies renouvelables sous la forme de méthane de synthèse « est l'une des clés de voûte du système énergétique de 2050 ».

6. **L'agriculture et la forêt jouent un rôle majeur** par la fourniture de ressources renouvelables, le stockage de carbone et la réduction des gaz à effet de serre. Le triptyque négaWatt appliqué au système alimentaire démontre ici aussi toute sa pertinence : sobriété dans la consommation, efficacité des modes de production, utilisation et production de ressources renouvelables.

7. **L'économie circulaire, moteur du nouveau industriel**, parvient à une division par deux des quantités de ressources primaires (matériaux issus de l'extraction) grâce à la mise en pratique du 3R : Réutilisation et réparation, Recyclage et Récupération.

8. **Des bénéfices multiples pour la santé et l'environnement** : amélioration de la qualité de l'air par la quasi-suppression des particules émises par les combustions et les carburants.

9. **La transition énergétique, un bienfait pour l'économie et l'emploi** : création de 400 000 emplois nets pour 2030.

10. **Une France plus solidaire et plus responsable** : une plus grande équité entre les territoires et une réduction drastique du nombre de personnes en situation de précarité énergétique.

11. **Il n'y a plus de temps à perdre** : « Le combat pour le climat n'est pas perdu, mais chaque année d'atermoiement obère notre avenir énergétique et climatique. »

12. **Le scénario négaWatt, un tempo et une boussole** : « Partout dans les territoires, des acteurs de toute nature, citoyens, entrepreneurs, élus, se sont déjà engagés concrètement pour construire un nouveau paysage énergétique. À ceux-là et à tous les autres qui, toujours plus nombreux, leur emboîtent le pas, le scénario négaWatt offre une trajectoire et un rythme pour guider l'action : à tous, nous disons de s'en saisir pour réussir la transition énergétique, notre immense et vital chantier pour la première moitié de ce siècle. »

On voit que les points clés du scénario négaWatt se déclinent donc sous la forme d'un constat (1), d'objectifs (3, 4), de moyens pour y parvenir (2, 5, 6, 7), de bénéfices de la transition à plusieurs niveaux (8, 9, 10) et d'une incitation à l'action (11, 12). Si le rôle de l'ingénieur s'avère primordial (efficacité énergétique, énergies renouvelables), la sobriété demeure la clé de voûte du scénario. Les recommandations des ingénieurs de négaWatts rejoignent les intuitions de l'écologie politique des années 1970, quand Ivan Illich, penseur de la décroissance, appelait à la frugalité, à la modération, voire à l'« austérité » pour déjouer le « monopole radical » exercé par les fossiles sur nos modes de vie et nous réapproprier nos déplacements.

L'idée que les solutions ne peuvent pas être purement techniques se décline sur toutes les technologies de la transition (la voiture électrique n'a pas de sens environnemental si elle n'est pas socialement partagée, etc.). Au-delà des impasses de la transition énergétique, c'est l'échec global du développement durable (concilier croissance et protection de l'environnement) et de l'économie circulaire (faire mieux avec moins) qu'il faut acter après trente années d'institutionnalisation (depuis 1987). Si l'on reprend les trois piliers du développement durable, aucun n'est consolidé : sur le plan économique, la croissance est fragile

et instable ; sur le plan social, les inégalités sont reparties à la hausse dans la plupart des régions du monde ; sur le plan environnemental, les émissions de CO₂ ne cessent d'augmenter (les moments de freinage, comme pendant la grande crise financière de 2008, sont subis plutôt que souhaités) et les destructions des écosystèmes sont massives.

Quant à l'économie circulaire, qui renouvelle l'espérance portée par le développement durable, elle ne constitue en aucun cas une solution intégrale à l'Anthropocène si l'objectif ultime des sociétés doit demeurer celui de la croissance économique : 1 % de croissance économique en plus implique 2 % de matières premières supplémentaires consommées. Le découplage entre prélèvement de matières premières et croissance n'a pas lieu et le rythme de leur consommation demeure structurellement plus élevé que celui du PIB. Or l'ingénieur François Grosse, cadre dirigeant de Veolia, estime qu'au-delà d'un point de croissance dans la consommation d'une matière première, les effets du recyclage sont annulés¹¹. Une économie authentiquement circulaire n'implique pas « d'autre choix que de viser la réduction de l'ensemble des flux mondiaux [d'énergies et de matières premières]¹² » ce qui est prôné à juste titre par les partisans de la décroissance ou de la sobriété volontaire, tout en considérant que cet effort doit être équitablement réparti entre tous, ce qui constitue l'un des objets de la démocratie écologique.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Quelle est la source d'énergie principale de mon activité ou de ma structure ?
- Comment puis-je être proactif pour participer à la transition énergétique (augmentation de l'efficacité énergétique, choix de matériaux différents, etc.) au-delà des seuls impératifs réglementaires ?
- Quels sont les effets rebonds des innovations techniques auxquelles je participe ? Est-il possible de les anticiper pour les éviter ou les réduire ?
- Quel est le bilan carbone et quel est l'impact environnemental global des matériaux que j'utilise dans un objectif de transition énergétique ou d'éco-efficience ? Quels seraient les matériaux alternatifs ?

LE DÉPASSEMENT DES LIMITES DE L'INGÉNIERIE PAR LA DÉMOCRATIE ÉCOLOGIQUE

Certains ingénieurs admettent désormais que les transformations nécessaires sont d'ordre systémique et qu'il ne leur revient pas de trouver seuls des

11. François Grosse, « Économie circulaire », in Dominique Bourg et Alain Papaux (dir.), *Dictionnaire de la pensée écologique*, PUF, 2015.

12. Dominique Bourg, « Vers une économie authentiquement circulaire », n° 145, février 2016, p. 91-125.

solutions techniques à tout. Au-delà du niveau intermédiaire où ils opèrent, deux autres niveaux dont ils n'ont pas directement la maîtrise s'avèrent primordiaux, les niveaux micro et macro étroitement noués l'un à l'autre par un souci d'efficacité : renoncer à la voiture individuelle et prendre les transports en commun suppose que des choix politiques (taxe carbone, aménagement du territoire, etc.) aient été actés. Dans le monde de l'écologie, tous les citoyens, toutes les entreprises et tous les États sont appelés à une responsabilisation maximale. S'il est vrai que la démocratie peut se définir de manière lapidaire comme un régime politique qui garantit le respect des droits et le pluralisme, alors cette vitalité pluraliste de l'écologie requiert le cadrage démocratique.

La démocratie contre l'écologie ?

Avant d'argumenter cette idée qui fonde la version maximaliste de la transition écologique, il faut d'abord examiner les réticences de ceux qui considèrent au contraire que la démocratie n'est pas à la hauteur de la gravité de la crise écologique en cours. Le philosophe Hans Jonas recommande dès 1979 d'accepter que nos libertés politiques s'arrêtent là où commence la sauvegarde de la vie sur terre et appelle de ses vœux une « tyrannie bienveillante, bien informée et animée par la juste compréhension des choses¹³ ». Dans une version atténuée, l'astrophysicien Aurélien Barrau écrit que « les initiatives locales et la volonté citoyenne ne suffisent plus. Il est aujourd'hui vital que des décisions politiques drastiques – et contraignantes donc impopulaires – soient prises¹⁴ ». Deux arguments majeurs fondent cet appel à la suspension des régimes démocratiques en raison de l'urgence écologique, dans une remarquable continuité avec la suspension des droits sur le thème de la guerre économique ou de la guerre au terrorisme.

Le premier pointe la difficulté structurelle d'inscrire l'écologie à l'agenda politique (voir encadré ci-après). La pénétration de la nature en politique bute contre la croyance, typiquement moderne, que la politique prend en charge la détermination des rapports de gouvernement des hommes entre eux et que la société politique se détermine elle-même indépendamment de la nature. Or, face à la menace catastrophiste, des choix radicaux doivent être pris et un régime politique non démocratique permettrait d'aller plus vite. Dans cette approche, la démocratie est un système lent, qui requiert des formes de délibération collectives laborieuses, inévitablement perçu comme inadéquat pour gérer le piège temporel dans lequel nous enferme l'écologie : le temps de réaction du système-Terre peut être très lent, mais une fois qu'il est advenu, il est en partie irréversible.

13. Hans Jonas, *Le Principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Cerf, 1990, p. 262.

14. Aurélien Barrau, « Un appel face à la fin du monde », *Diacritik*, 27 août 2018.

Un déni climatique collectif ?

Si les marches citoyennes pour le climat se multiplient récemment aux quatre coins de la planète, pourquoi les immenses progrès des sciences du climat réalisés ces dernières années n'ont-ils pas débouché sur des mobilisations politiques autrement plus vigoureuses ? Pour paraphraser l'ingénieur et philosophe Jean-Pierre Dupuy, pourquoi ne croyons-nous pas ce que nous savons des causes et des conséquences des destructions écologiques¹⁵ ? Le sentiment individuel d'impuissance face à des phénomènes globaux, l'incompétence des politiques, l'avidité du secteur privé ou encore le déni collectif de la majorité des citoyens-consommateurs sont de toute évidence des facteurs à prendre en considération, mais il existe également d'autres mécanismes spécifiques à la question environnementale. Ils sont de deux ordres, anthropologique et épistémologique.

Sur le plan anthropologique, deux traits sont particulièrement notables : le premier concerne la capacité d'adaptation au changement d'écosystème de référence, et le second la réaction au danger. Quand Rachel Carson, biologiste américaine et icône de l'écologie, écrit son fameux *Printemps silencieux* (1962) pour alerter sur les conséquences de la dispersion des insecticides sur les populations d'oiseaux, elle prend appui sur une comparaison entre un état contemporain dégradé et un état antérieur (en l'occurrence les printemps de son enfance où les nombreux oiseaux chantaient haut et fort). Le bouleversement de l'univers de référence permet de comprendre que quand cette mémoire se perd, au niveau individuel et collectif, la dégradation du milieu n'est plus perçue comme telle. Cette difficulté à dépasser l'« amnésie écologique¹⁶ » et à transmettre le vécu à la génération suivante vient de ce que les hommes sont capables de s'adapter à (presque) tout. L'adaptation apparaît tout à la fois comme vitale et problématique : dans la sphère économique, elle est aussi l'un des éléments d'explication du paradoxe d'Easterlin (1974) qui mentionne qu'à long terme il n'y a plus de relation positive entre l'enrichissement et le niveau de satisfaction déclaré par les individus. L'adaptation au niveau de richesse atteint réenclenche la mécanique du désir : la possession des choses n'épuise pas l'envie, et c'est bien ce mécanisme d'accumulation qui se situe à l'origine des destructions environnementales.

Le second trait anthropologique remarquable est que l'évolution nous programme à réagir à des dangers immédiats qui n'exigent pas un long effort d'interprétation. L'appréhension d'un danger abstrait et lointain ne présente qu'un faible potentiel de mobilisation. Or les problèmes climatiques, le changement de la composition chimique de l'atmosphère par exemple, ne se voient pas et n'interpellent nos sens que de manière récente. La base cérébrale de ce phénomène est connue des spécialistes de sciences cognitives¹⁷ et explique les conflits de temporalité qui se jouent autour du dérèglement climatique : les fins de mois éclipsent systématiquement la perspective de la fin du monde.

Sur le plan épistémologique, c'est la structuration du savoir scientifique dans un contexte d'incertitude qui est mise en cause¹⁸ : les règles de rigueur scientifique mettent en effet l'accent sur l'évitement des erreurs de type I (croire à quelque chose qui n'existe pas), quitte à favoriser des erreurs de type II (ne pas croire à quelque chose qui existe). Or si la réalité du changement climatique et ses causes anthropiques font aujourd'hui l'objet d'un large consensus, d'autres liens de causalité sont controversés parmi les scientifiques (par exemple entre le réchauffement et les cyclones ; entre le comportement des grandes masses glaciaires du Groenland et de l'Antarctique et la montée des eaux, etc.).

15. Jean-Pierre Dupuy, *Pour un catastrophisme éclairé*, Seuil, p. 142.

16. Anne D. Bjorkman et Mark Vellend, "Defining Historical Baselines for Conservation: Ecological Changes since European Settlement on Vancouver Island, Canada", *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, vol. 24, n° 6, 2010, p. 1559-1568 ; Giulia Gatti *et al.*, "Ecological Change, Sliding Baselines and the Importance of Historical Data: Lessons from Combining Observational and Quantitative Data on a Temperate Reef Over 70 Years", *PLoS One*, 25 février 2015.

17. Pour une synthèse de ces travaux, voir Sébastien Bohler, *Le Bug humain. Pourquoi notre cerveau nous pousse à détruire la planète et comment l'en empêcher*, Robert Laffont, 2019.

18. Naomi Oreskes et Erik M. Conway, *L'Effondrement de la civilisation occidentale*, *op. cit.*

Le second argument fait valoir que la démocratie est un problème écologique en tant que tel, au sens où toute démocratie se donne pour objectif la maximisation du bien-être (présent) du plus grand nombre en vue de l'abondance, comme l'avait déjà noté Tocqueville à partir de son observation du cas américain. La promesse émancipatrice de la démocratie repose sur la généralisation de l'accès à la consommation: le contrat social s'adosse à ce contrat naturel de maîtrise et d'exploitation de la nature¹⁹. La destruction de la nature a des raisons politiques: elle soutient paradoxalement les valeurs d'autonomisation et d'émancipation. Par ailleurs, la démocratie libérale, organisée autour du droit à la sphère privée, promeut prioritairement des libertés négatives qui portent sur les choix privés de modes de vie, et non pas des libertés positives permettant d'élaborer une responsabilité démocratique collective.

Une démocratisation écologique nécessaire

Cette manière de voir pose plusieurs problèmes: outre que la démocratie est un bien en soi, à préserver comme tel, deux contre-arguments méritent d'être détaillés. Le premier est empirique: on voit partout sur la planète arriver au pouvoir des régimes autoritaires (Trump aux États-Unis), pour ne pas dire fascistes (Bolsonaro au Brésil), qui partagent tous un climato-scepticisme que l'on croyait définitivement discrédité. Ce sont bien les démocraties qui ont produit le savoir scientifique des périls climatiques. Autrement dit, une tyrannie « bienveillante et bien informée », au sens de Jonas, demeure sans réalisation historique: la Chine elle-même, puissance impérialiste qui tente de verdir une accumulation de capital extraordinairement polluante, doit accepter de prendre en considération les signaux émis par la société civile par des procédures qui s'apparentent à des procédures proto-démocratiques.

Le deuxième argument est philosophique: lorsqu'on évoque une incapacité de la démocratie à prendre en charge les périls écologiques de long terme, de quelle démocratie parle-t-on? Il faut en réalité distinguer trois modalités institutionnelles de la démocratie très inégales dans leur capacité à faire peser l'écologie dans l'espace public. La première forme est celle de la démocratie représentative et il apparaît clairement que c'est elle qui rencontre le plus de difficulté à écologiser ses fonctionnements. Fondée sur le transfert de la volonté politique à des représentants élus, réduite à une démocratie électorale court-termiste renforcée par la révolution numérique, cette forme de démocratie ne parvient plus à penser le futur (voir encadré ci-après) et ce n'est pas un hasard si les associations écologiques mettent aujourd'hui en cause la « carence fautive » de l'État, instance représentative par excellence, pour inaction climatique.

19. Timothy Mitchell, *Carbon Democracy. Le Pouvoir politique à l'ère du pétrole*, La Découverte, 2013.

La démocratie représentative malade du court terme

« Les régimes démocratiques ont du mal à intégrer le souci du long terme dans leur fonctionnement. La difficulté devient préoccupante à l'heure où les questions de l'environnement et du climat obligent à penser en des termes inédits nos obligations vis-à-vis des générations futures. Cette difficulté, l'historien doit le souligner, n'a rien d'inédit. Il y a des raisons structurelles à cela, qui dérivent, à l'évidence, de comportements déterminés par les rythmes électoraux et les impératifs sondagiers. La course essoufflée au court terme est d'abord fille des conditions d'exercice de la lutte pour le pouvoir. Il est ainsi banal d'opposer les idéaux types du "politicien", qui ne se préoccuperait que de la prochaine échéance électorale, à ceux de "l'homme d'État", qui aurait l'œil fixé sur un horizon plus lointain. Mais les choses sont plus compliquées. La myopie des démocraties a des causes plus structurelles. Elles n'ont pu faire leur chemin qu'en s'arrachant aux puissances de la tradition, en légitimant les "droits du présent" pour ne pas se laisser emprisonner dans une temporalité prédéterminée. "La Terre appartient aux vivants", disait fermement Jefferson pour dénoncer l'idée même d'une précontrainte fixée à l'expression de la volonté générale par une raison élargie. "Il est absurde que la volonté se donne des chaînes pour l'avenir" : la formule lapidaire du *Contrat social* a été fondatrice pour les démocraties modernes²⁰. »

Mais aux côtés de la démocratie représentative, deux autres formes de démocratie existent et se trouvent actuellement revitalisées par l'écologie. La deuxième forme démocratique renvoie à la démocratie comme modèle sociétal : la démocratie est au moins autant une forme de régime politique (qui garantit la souveraineté d'un peuple prenant ses décisions en commun) qu'un type de société qui se donne l'égalité pour principe régulateur. Or la protection de l'environnement est incompatible avec un niveau élevé d'inégalités sociales et la dégradation de la nature peut s'interpréter comme un signe de dysfonctionnement social : les rapports sociaux les plus brutaux se transposent dans le rapport des hommes à la nature. Une étude américaine de 2014, financée par la Nasa, développe un modèle mathématique HANDY qui reproduit une société inégalitaire dans laquelle les citoyens exploitent intensément les ressources : plus les inégalités sont grandes et moins les individus se sentent co-responsables et co-partageant la même société²¹. Par ailleurs, l'affaiblissement démocratique de l'idéal égalitaire condamne la possibilité de la politique climatique²². En France, la crise des Gilets jaunes révèle que la fiscalité carbone ne peut être acceptée socialement que si elle s'accompagne d'une politique redistributive à l'endroit des plus faibles, qui sont précisément ceux pour qui la taxe pèse le plus en proportion de leurs revenus, du fait d'un poids plus élevé des produits énergétiques dans leur panier de consommation. Le resserrement drastique des inégalités, nécessaire pour répartir équitablement les efforts de sobriété, permet

20. Pierre Rosanvallon, « Le souci du long terme », in Dominique Bourg et Alain Papaux (dir.), *Vers une société sobre et désirable*, PUF, 2010, p.151-162.

21. Safa Motesharrei, Jorge Rivas et Eugenia Kalnay, "Dynamique Homme-Nature (« HANDY ») : modélisation des inégalités et de l'exploitation des ressources dans l'effondrement ou la soutenabilité des sociétés", *Ecological Economics*, vol. 101, 2014, p. 90-102.

22. Catherine Larrère (dir.), *Les Inégalités environnementales*, PUF, 2017.

d'envisager la politique climatique : la justice intragénérationnelle, entre les hommes d'une société donnée à un instant t , est la condition de possibilité de la justice intergénérationnelle vis-à-vis des générations futures.

Il existe enfin une troisième forme de démocratie, locale et expérimentale, qui se laisse décrire comme pouvoir du social, autogestion, procédure de surveillance des gouvernants et vigilance civique, etc., et qui se caractérise par une ingéniosité très grande, riche de potentialités multiples, liée au fait que la société civile n'a jamais été aussi éduquée et informée²³. Elle met en scène des citoyens compétents et capacitaires capables de porter des problématiques complexes de déforestation, d'accès à l'eau potable, etc. Si la menace est globale, tout n'est pas hors de contrôle à échelle citoyenne dans le monde de l'écologie : en France, la moitié des GES relèvent de la manière dont nous organisons nos transports, nous nous consommons, nous nous alimentons, nous nous chauffons, tous postes sur lesquels il est par définition possible d'agir, et cela d'autant plus que l'on est plus riche. Si cette forme de démocratie est souvent disqualifiée comme une politique des « petits pas », des études montrent qu'un changement d'échelle n'est toutefois pas impossible : l'interconnexion facilite la diffusion d'une transformation sociétale à partir d'un seuil de 25 % de la population « convertie²⁴ ».

Si la démocratie représentative bute sur l'écologie, ce n'est pas le cas des deux autres formes de démocratie, qui savent au contraire accueillir sa nécessité. Et inversement, une catastrophe écologique nuirait de toute évidence à la démocratie, avec la menace d'une perte de nos libertés politiques.

Qui est le *demos* de la démocratie écologique ?

Une fois levée l'objection de l'impuissance et établie la pertinence du cadre démocratique pour prendre en charge les périls écologiques, il reste à déterminer les contours du peuple dont il proclame la souveraineté : qui est-il et jusqu'où s'étendent ses limites ? L'idée d'une pluralité du peuple est un legs important de la modernité démocratique et le peuple n'est jamais cette totalité homogène que fantasment les populistes. Il est divers, traversé par des clivages sociopolitiques qui obligent à assumer sa conflictualité. Mais dans cette modernité, le peuple est aussi défini comme une composition politique de sujets humains présents les uns aux autres, si bien que, par construction, cette caractérisation du peuple à l'instant t ne permet pas de prendre en charge sa pluralité temporelle ni de faire exister un peuple intergénérationnel : le peuple de l'humanité passée, présente et future, vis-à-vis duquel il faudrait assumer une responsabilité par la conservation de son milieu naturel à long terme. La démocratie écologique conjugue le futur au présent et fait de la crise écologique notre actualité permanente : de fait, les générations futures sont désormais présentes. Nous sommes les générations futures.

23. Bénédicte Manier, *Un million de révolutions tranquilles*, Les Liens qui libèrent, 2016.

24. Damon Centola, Joshua Becker, Devon Brackbill et Andrea Baronchelli, « Experimental evidence for tipping points in social convention », *Science*, Vol. 360, issue 6393, 8 juin 2018, p. 1116-1119.

Des penseurs de l'écologie proposent une Assemblée du futur pour compléter les dispositifs représentatifs du présent que constituent l'Assemblée nationale (chambre des représentants) et le Sénat (chambre des régions), dans un système qui deviendrait donc tricaméral²⁵. Cette Assemblée ne serait pas représentative au sens où elle n'accueillerait pas d'élus (inévitables tenus par des enjeux électoraux de court terme) : elle serait pour moitié constituée d'experts, issus des sciences naturelles et sociales, susceptibles d'être systématiquement consultés dans leur domaine de compétences, et pour moitié de citoyens « ordinaires » tirés au sort sur le modèle des conférences citoyennes. N'étant pas élue, elle n'aurait pas la capacité de se substituer aux gouvernants élus pour décider des politiques à mener, mais elle disposerait de deux séries de pouvoirs : d'une part, elle esquisserait les grandes orientations à long terme de la société ; d'autre part, dans une logique de contre-pouvoir, elle disposerait d'un veto suspensif pour mettre en cause des projets qui ne respecteraient pas les principes d'une « bio-Constitution ».

Cette prise en compte du futur n'est pas seulement nécessaire sur le plan politique. C'est également une obligation morale : dans *Death and the Afterlife*, le philosophe Samuel Scheffler écrit que ce qui donne du sens à la vie n'est pas le fait que nous sachions que nous allons mourir, mais bien la certitude qu'il y aura (encore) de la vie après nous²⁶.

Jusqu'où peut se poursuivre cette nécessité d'un « élargissement écologique de l'idée de "peuple"²⁷ » ? Le peuple écologique peut-il inclure d'autres êtres que le seul peuple humain (voir encadré ci-après) ? Parmi les non-humains, les animaux et les végétaux nécessitent une obligation de soin particulière. Ils ne sont certes pas capables de « réciproquer » avec nous, mais c'est également le cas des générations futures vis-à-vis desquelles il ne nous semble plus saugrenu d'assumer des devoirs. Si les animaux ont désormais des droits (d'autant plus consistants qu'ils sont proches des hommes), les végétaux constituent eux aussi un cas exemplaire de cette démarche d'expansion de l'attribution de droits à des non-humains qui ne peuvent pourtant pas y répondre par des devoirs. En 1972, le professeur de droit californien Christopher Stone fait valoir que les arbres peuvent être constitués comme sujets de droit en se saisissant des implications d'un procès entre la société Walt Disney et le Sierra Club, puissante organisation environnementale américaine. Le second a attaqué la première en justice après sa décision de construire une station d'hiver dans un lieu célèbre pour la beauté de ses séquoias géants, au motif qu'elle portait atteinte à ses intérêts de protecteur de la nature. Le Sierra Club a été débouté par le tribunal : il n'était pas directement lésé. Mais les arbres, eux, le sont et devraient pouvoir être représentés en justice, selon Christopher Stone qui mobilise deux arguments pour

25. Voir par exemple Dominique Bourg et Kerry Whiteside, *Vers une démocratie écologique. Le citoyen, le savant et le politique*, Seuil, 2010.

26. Samuel Scheffler, *Death and the Afterlife*, sous la dir. de Niko Kolodny, Oxford University Press, 2013.

27. Serge Audier, *L'Âge productiviste. Hégémonie prométhéenne, brèches et alternatives écologiques*, op. cit., p. 783.

convaincre. Le premier est de nature historique : si toute extension du droit nous scandalise, il n'en reste pas moins que des droits ont été progressivement attribués aux Noirs, aux femmes, aux homosexuels. Pourquoi ne pas poursuivre cette logique expansive ? On opposera que les végétaux ne sont pas des êtres de parole, ce à quoi le juriste répond que le droit est un artifice technique qui institue ses propres fictions et qu'il n'est pas dépendant de la biologie. Il suffit de trouver quelqu'un pour représenter les arbres, en l'occurrence le Sierra Club. Cet argument fonde l'attitude de l'État équatorien qui, en 2008, se constitue comme le premier État au monde proclamant la Pachamama comme sujet de droit dans sa Constitution. Le second argument est celui de la réciprocité : le droit moderne veut qu'on ne reconnaisse des droits qu'à ceux qui sont capables, en échange, d'assumer des devoirs. Mais les « cas marginaux » (on reconnaît des droits aux bébés humains, aux handicapés, à certains animaux, etc.) rappellent que cette règle aménage des exceptions possibles. Dans tous les cas, animaux ou végétaux, il ne s'agit pas d'accorder les mêmes droits qu'aux humains, et encore moins de rétrograder ces derniers.

Revitaliser la démocratie représentative en l'élargissant aux non-humains : la proposition d'un Parlement des choses par Bruno Latour

Partant du principe que l'écologie oblige à repenser la politique, le philosophe Bruno Latour propose dès 1991 de convoquer un « Parlement des choses²⁸ » qui, à l'échelle locale, fonctionne déjà en pratique. Quand une source est menacée par des promoteurs dans un village, il se trouve toujours un ou plusieurs habitants pour défendre ses intérêts à continuer d'exister. Quand l'Amazonie est menacée de déforestation, communautés indiennes, botanistes, pédologues, fédérations patronales, associations environnementales et banques internationales s'engagent dans un « imbroglio politico-scientifique²⁹ » où tous prétendent représenter les intérêts de la région. S'inspirant de la logique des premiers Sommets de la Terre, Bruno Latour propose d'officialiser l'existant : il s'agirait d'institutionnaliser une enceinte qui « étend aux choses le privilège de la représentation, de la discussion démocratique et du droit³⁰ ». Mais ces choses sont pour l'essentiel des non-humains : privées de la capacité de débattre par la parole, elles obligent à rester dans la logique de la démocratie représentative. Déjà prises en charge par les sciences, elles pourraient logiquement se faire représenter par des scientifiques capables de traduire leurs intérêts. Car si ces intérêts ne sont de toute évidence ni conscients ni verbalisables par les principaux intéressés, ils n'en existent pas moins : intérêt à ne pas être massacré, à persévérer dans l'existence, à s'épanouir, etc. Dans ce Sénat réaménagé, d'une échelle forcément globale, siègerait un porte-parole scientifique pour chaque espèce dont l'humanité a besoin pour envisager son avenir : sénateur des forêts, des oiseaux migrateurs, des ordures ménagères, etc. « Au lieu d'avoir une enceinte parlementaire d'une part, un ensemble de forums scientifiques d'autre part, et, entre les deux, préparant les arbitrages et résumant les faits, une institution technocratique, nous avons une seule enceinte où se trouvent réunis tous les porte-parole quelle que soit l'origine de leurs mandats. Les porte-parole scientifiques ne se distinguent pas des autres, sauf en ceci

28. Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, La Découverte, 2006.

29. Bruno Latour, « Esquisse d'un Parlement des choses », *Écologie et politique*, n° 56, 2018, p. 54.

30. *Ibid.*, p. 54.

qu'ils engagent dans la discussion des mandants non humains dont ils définissent les capacités et les degrés de résistance³¹. »

C'est précisément là où le bât blesse : cette logique de la composition des intérêts risque de se révéler impuissante quand il s'agit d'intérêts vitaux, de faire vivre ou de laisser mourir (des espèces animales par exemple). Pour ne rien dire de l'autorité qui serait abandonnée aux scientifiques : le Parlement des choses de Bruno Latour questionne en fait la place à réserver à la parole des scientifiques et des experts dans la démocratie. Si la politique se déduit de l'application de connaissances scientifiques, alors son autonomie pourrait être affaiblie. Reste l'immense percée politique de ce Parlement des choses : faire entendre la voix des non-humains, car « limiter la discussion aux humains, leurs intérêts, leurs subjectivités, leurs droits, paraîtra dans quelques années aussi étrange que d'avoir si longtemps limité le droit de vote des esclaves, des pauvres, des femmes³² ».

DÉCENTRER L'ÉTHIQUE AU-DELÀ D'UN ANTHROPOCENTRISME ÉTROIT

À l'origine de la crise écologique, il n'y a pas seulement un schéma politique de rapports sociaux violents à réviser. Ce sont aussi les rapports moraux à la nature qu'il faut repenser. Les valeurs qui ont conduit à l'échec écologique actuel ont en commun un même anthropocentrisme hérité de la modernité : l'homme est considéré comme seule fin en soi et tout le reste (animaux, végétaux, écosystèmes) ne relèverait que de l'ordre des moyens. Cette ontologie naturaliste, qui sépare homme et nature³³, est le verrou ultime qui empêche de purger de toute domination notre rapport à la nature.

Pathocentrisme : l'inclusion des animaux dans la communauté morale

Le philosophe Peter Singer relit l'histoire de l'humanité comme une expansion progressive du cercle des sujets considérés comme dignes de considération morale³⁴. Au commencement, seuls les membres de la famille directe font partie de la communauté morale, puis sont inclus les membres de la tribu. Voler, blesser, tuer quelqu'un situé au-dehors de ce cercle restreint n'est pas considéré comme répréhensible. Avec l'apparition des cités, puis de la nation, le souci moral s'étend aux individus qui ne sont pas connus personnellement. Les luttes contemporaines pour les droits civiques l'élargissent encore aux femmes, aux enfants et aux individus de différentes origines ethniques ou religieuses. Il ne s'agit pas là d'une évolution historique avérée, mais d'une classification philosophique qui permet de mettre au jour une évolution structurelle du souci moral. D'après Peter Singer, l'humanité tout entière est maintenant contenue dans ce cercle, ce qui n'exclut pas la possibilité d'exprimer des préférences affectives fortes (pour sa famille, ses compatriotes, ses coreligionnaires, etc.).

31. *Ibid.*, p. 57.

32. Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, op. cit., p. 107.

33. Philippe Descola, *Par delà nature et culture*, Gallimard, 2005.

34. Peter Singer, *The Expanding Circle. Ethics, Evolution, and Moral Progress*, Princeton University Press, 1981.

Tout l'enjeu consiste désormais à faire tomber la dernière frontière du « spécisme » de manière à inclure les animaux non humains dans la communauté morale, non seulement nos animaux domestiques, mais également les animaux d'élevage et les animaux sauvages.

Le pathocentrisme pose que le critère déterminant de la prise en considération morale n'est pas l'intelligence (puisque, encore une fois, nous nous reconnaissons des obligations morales vis-à-vis des bébés humains, des déficients mentaux, etc.), mais la souffrance, d'où le besoin d'une éthique animale. Le philosophe et économiste britannique Jeremy Bentham, père de l'éthique utilitariste, en pose les bases dès la fin du XVIII^e siècle (voir encadré ci-après). Rappelons que la position utilitariste consiste à évaluer les actions en fonction de leur contribution à l'état du monde. Pour Bentham, le plus grand bien se définit comme le plus grand bonheur du plus grand nombre. L'individu n'a pas en tant que tel une valeur intrinsèque, mais des préférences ou des intérêts qui le représentent dans la communauté pensée comme somme d'intérêts. À partir de cette prémisse, l'inclusion des animaux dans la communauté morale devient possible, puisqu'ils ont un intérêt à ne pas souffrir et qu'aucun argument ne justifie que la douleur d'un animal soit moins importante que la même quantité de douleur éprouvée par un être humain. Si les animaux ne peuvent être des sujets moraux (ils ne peuvent pas délibérer sur le bien et le mal), ils sont néanmoins des patients moraux dont le soin importe.

Bentham, ou les fondements de l'éthique animale

« Le jour viendra peut-être où le reste de la création animale acquerra ces droits qui n'auraient jamais pu être refusés à ses membres autrement que par la main de la tyrannie. Les Français ont déjà découvert que la noirceur de la peau n'est en rien une raison pour qu'un être humain soit abandonné sans recours au caprice d'un bourreau. On reconnaîtra peut-être un jour que le nombre de pattes, la pilosité de la peau, ou la façon dont se termine le sacrum sont des raisons également insuffisantes pour abandonner un être sensible à ce même sort. Et quel autre critère devrait marquer la ligne infranchissable ? Est-ce la faculté de raisonner, ou peut-être celle de discourir ? Mais un cheval ou un chien adultes sont des animaux incomparablement plus rationnels, et aussi plus causants, qu'un enfant d'un jour, ou d'une semaine, ou même d'un mois. Mais s'ils ne l'étaient pas, qu'est-ce que cela changerait ? La question n'est pas : « Peuvent-ils raisonner ? » ni : « Peuvent-ils parler ? » mais : « Peuvent-ils souffrir ? »³⁵ »

Mais comment savoir si les animaux souffrent réellement de la destruction de leur milieu associé ou de leur mise à mort ? La théorie de l'animal-machine due à Descartes et à Malebranche pose qu'un animal qui gémit, c'est un mécanisme qui grince : les animaux ne souffrent pas au sens où la souffrance est la répétition de la douleur au niveau de la conscience, qu'ils n'ont pas. Aujourd'hui, les neurobiologistes nous apprennent que beaucoup d'animaux ressentent la

35. Jeremy Bentham, *Introduction aux principes de morale et de législation*, Vrin, 2011.

douleur. C'est certain pour les vertébrés : dans l'élevage industriel, 85 % des porcs sont castrés sans anesthésie et cette mutilation (qui s'accompagne généralement de la mutilation de la queue, du meulage des dents, etc.) les fait souffrir atrocement³⁶. Les vaches auxquelles on retire leur veau après la naissance sont capables de beugler jusqu'à épuisement de leurs réserves lacrymales. Mais comment savoir si les invertébrés souffrent ? Les avancées scientifiques montrent que quantité d'entre eux, jusqu'aux mollusques, ressentent la souffrance. Les insectes demeurent néanmoins exclus de ce cercle des souffrants. Ces animaux, qui sont aussi les plus nombreux, interrogent l'éthique utilitariste : peut-on tuer des millions d'insectes pour protéger un champ de tabac s'ils ne souffrent pas, ou si du moins si nous ne pouvons pas prouver qu'ils souffrent ? Le problème de la conception pathocentrique vient de ce qu'elle se restreint à une petite classe d'animaux assez semblables à l'homme.

Cet anthropocentrisme sous-jacent se révèle également dans la méthode de l'utilitarisme. L'objectif étant fixé (il faut donc analyser les intérêts de chaque être vivant et les composer ensemble), elle consiste en effet à se mettre à la place d'autrui pour évaluer ses intérêts lorsqu'il ne peut les énoncer et les défendre lui-même : jusqu'à quel point accepterais-je ou non ce qui arrive si j'étais cet être-là ? Par exemple, le fait qu'on me tue pour être mangé, qu'on me stérilise pour ne pas envahir la maison du propriétaire, qu'on effectue des expérimentations sur moi, qu'on me sacrifie pour implanter des éoliennes, etc. ?

Biocentrisme et écocentrisme : un décentrement radical de l'éthique

Le biocentrisme comme éthique déontologique

Le biocentrisme est une éthique pour laquelle tout vivant est digne de considération morale, quel que soit son ressenti de la douleur. Dans une perspective déontologique, elle transfère la dignité kantienne, le respect des fins en soi que constituent les hommes, à l'ensemble du vivant. Les vivants sont envisagés comme des centres téléologiques de vie à égalité : ils se maintiennent tous dans l'existence et se reproduisent, et de ce fait même ils ont une valeur intrinsèque à respecter en tant que telle³⁷. L'intrinsèque s'oppose tout à la fois à l'instrumental et à l'échangeable (voir encadré ci-après). À la valeur instrumentale, la valeur intrinsèque conteste l'idée de nature réduite à un stock de ressources monétarisées par et pour l'homme. À la valeur fongible, la valeur intrinsèque oppose qu'il y a du non-substituable dans la nature. L'éthique biocentrique est une éthique non interventionniste du respect de la nature d'où sont dérivés des devoirs essentiellement négatifs : interdiction de chasser, de pêcher, de cueillir, de construire des infrastructures dégradantes de la nature, etc.

36. Alexandrine Civard-Racinais, *Dictionnaire horrifié de la souffrance animale*, Fayard, 2010.

37. Paul W. Taylor, *Respect for Nature: A Theory of Environmental Ethics*, Princeton University Press, 1986.

Les limites de la marchandisation : la nature comme richesse sans valeur instrumentale

L'analyse économique standard distingue classiquement quatre types de capitaux : le capital physique (les usines, les machines, les brevets, etc.) ; le capital humain (éducation et santé) ; le capital social (la qualité du maillage des institutions citoyennes) et le capital naturel (les « services écosystémiques » rendus aux humains par la nature). L'approche des problèmes environnementaux par le marché prend appui sur l'idée qu'il est possible et nécessaire non seulement de quantifier la valeur de ces différents capitaux, sans quoi elle serait invisibilisée, mais également d'organiser entre eux des substitutions, de telle sorte que l'impératif de durabilité doit porter sur la somme totale de ces différents stocks de capitaux.

La quantification du capital naturel constitue la tâche fondamentale de l'économie de l'environnement. Afin de mieux quantifier le capital naturel, il est généralement divisé en quatre types de services écosystémiques : 1) Les services d'approvisionnement qui regroupent toutes les ressources produites par les écosystèmes et qui sont consommées par les humains (eau, bois, etc.) ; 2) les services de régulation qui incluent tous les processus naturels dont les mécanismes sont bénéfiques aux humains ou dont les perturbations auraient un impact négatif sur les sociétés humaines (régulation du climat et de la qualité de l'air, pollinisation, régulation de l'érosion par le couvert végétal, etc.) ; 3) les services à caractère social ou culturel qui correspondent aux services immatériels rendus par les écosystèmes (espaces récréatifs, de contemplation, valeur esthétique ou spirituelle, etc.) ; 4) les services de soutien qui permettent tous les autres, du cycle de l'eau à la formation des sols. Dans une étude de 2016, le service de pollinisation en France, indispensable à la production de ressources alimentaires, a par exemple été estimé à une valeur comprise entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros annuels, soit entre 5,2 et 12 % de la valeur totale des productions végétales françaises, de sorte que « les résultats obtenus montrent la nécessité de l'action politique en faveur de la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages³⁸ ». On voit que cette démarche s'inscrit dans une perspective normative assumée : on ne protège pas ce à quoi on n'accorde pas de valeur³⁹, au double sens du mot valeur, instrumental et moral. L'ONG environnementale WWF évalue dans le même sens les services rendus par les océans à 2 500 milliards de dollars par an et leur valeur totale à 24 000 milliards⁴⁰. L'idée est que la nature nous fournit des services que nous avons intérêt à maintenir en activité.

Reste que la pertinence de l'approche par la quantification du capital naturel peut être questionnée à trois titres. Les services dits « culturels » font apparaître qu'il n'y a guère de sens à vouloir quantifier la valeur d'une promenade sur la plage, d'une vue sur les montagnes, d'une baignade dans un lac ou encore du chant d'un oiseau le matin⁴¹. La quantification fait l'impasse sur le caractère inestimable de ces biens. Le deuxième problème concerne la régulation des ressources : à partir du moment où elles sont monétarisées, il devient possible de créer pour chacune d'elles un marché qui sera considéré comme le mieux à même d'en gérer la rareté. Or, « tout en reconnaissant l'utilité des analyses quantitatives comme aides à la décision », le pionnier du développement durable Ignacy Sachs fait remarquer qu'« il faut savoir s'arrêter aux limites de la quantification et reconnaître le caractère éminemment politique des choix sociétaux complexes⁴² ». Le marché ne doit pas évacuer la possibilité d'une gestion politique, en commun, des ressources.

38. Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, EFSE, CEREMA et FRB, *Rapport sur le service de pollinisation*, novembre 2016, p. 46.

39. John Peterson Myers et Joshua S. Reichert, "Perspectives on Nature's Services", in Gretchen Cara Daily (dir.), *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems*, Island Press, 1997, p. 19.

40. WWF, *Reviving the Oceans Economy: The Case for Action—2015*, 22 avril 2015.

41. Silvio O. Funtowicz et Jerome R. Ravetz, "The Worth of a Songbird: Ecological Economics as a Post-Normal Science", *Ecological Economics*, vol. 10, n° 3, 1994, p. 197-207.

42. Ignacy Sachs, « Quelles techniques, pour quel développement ? », in Roger Guesnerie et François Hartog (dir.), *Des sciences et des techniques. Un débat*, Éditions de l'EHESS, 2004, p. 344-345

Le troisième problème majeur de la quantification concerne la substituabilité des différents types de capitaux qu'elle autorise : les entreprises peuvent aujourd'hui compenser leurs destructions environnementales en achetant des titres émis par des biobanques qui s'engagent à préserver des zones-musées ; certaines parties de la nature seront certainement « remplacées » par de la biologie de synthèse, etc.

Dans tous les cas, la transformation de la nature en capital s'effectue dans une perspective anthropocentrée qui place l'humain au centre comme seul détenteur de la valeur instrumentale, aveugle au fait que la nature est une richesse irréductible à l'économie et qu'il n'est pas en mesure de la « fabriquer » comme les autres espèces de capital.

Le biocentrisme est une éthique de la valeur intrinsèque qui, plus largement, a fondé un puissant mouvement de préservation de la nature dès la fin du XIX^e siècle aux États-Unis. Elle s'incarne dans la figure de John Muir (1838-1914), ingénieur industriel qui devient berger dans la vallée de Yosemite et qui se rend célèbre en affrontant Gifford Pinchot (1865-1946), ingénieur des Eaux et Forêts très influent, autour d'une querelle de l'eau. En 1882, les deux options politiques que représentent ces deux ingénieurs, « préservationniste » pour Muir et « conservationniste » pour Pinchot, s'opposent à propos de la construction d'une digue dans le parc de Yosemite pour approvisionner en eau la ville de San Francisco. Muir fait valoir que la construction d'un barrage s'apparente à la transformation d'une cathédrale en silo à blé. Son préservationnisme s'attache à préserver la nature dans son altérité : l'objectif n'est pas d'en faire une ressource utile à l'économie, fût-elle bien gérée dans l'esprit de Pinchot, mais bien de lui reconnaître une valeur intrinsèque, tout en respectant son importance pour l'humanité intergénérationnelle. Il donne naissance à de nombreux parcs nationaux (le Yellowstone est le premier parc créé en 1872) et autres aires protégées, mis à l'abri des transformations rapides du développement industriel. Il fonde le mythe américain de la *Wilderness* comme nature sauvage autonome opposée à la nature domestiquée des Européens. Ce courant, défendu par le Sierra Club dont John Muir est le fondateur, est très fort aux États-Unis, où l'enjeu identitaire est de constituer la nature comme temple et musée. Mais cette nature rejoue à son insu le dualisme occidental entre la nature et l'homme puisque c'est une nature sans hommes et sans technique, parfois réensauvagée par la destruction des Indiens, qui est ici sanctuarisée. Cette préservation de la nature telle que l'homme l'imagine dans son état originaire méconnaît son propre anthropocentrisme.

À l'inverse, le conservationnisme de Pinchot défend l'idée qu'une utilisation prudente des ressources naturelles en vue de la satisfaction des intérêts des hommes n'implique pas leur destruction systématique. Cette logique d'optimisation des ressources débouche sur la création d'organes de gestion des ressources, comme l'US Forest Service, dirigé par Pinchot dès sa création en 1905. Progressiste, Pinchot est favorable à la régulation du capitalisme et des intérêts privés au nom du bien commun : son objectif est de promouvoir un usage des

ressources naturelles « pour le plus grand bénéfice du plus grand nombre sur la période la plus longue⁴³ ».

L'éthique de la valeur intrinsèque ne conduit pas à refuser systématiquement « toute intervention dans la nature qui risquerait de condamner des êtres vivants (ce serait impossible), mais à en rendre nécessaire la justification. Aussi longtemps que l'anthropocentrisme est dominant [...], la charge de la preuve, là où la diversité biologique est en danger, revient aux protecteurs de la nature : ils doivent prouver que telle ou telle perte de diversité biologique entraînera plus de coûts que d'avantages pour les populations humaines. Se ranger au biocentrisme conduirait à inverser la charge de la preuve : ce seraient ceux qui proposeraient de nouvelles activités [typiquement les industriels et les ingénieurs], potentiellement dangereuses, qui devraient apporter la preuve que les bénéfiques qu'on en retirerait seraient si importants qu'ils justifieraient que l'on sacrifie quelque chose qui a une valeur intrinsèque⁴⁴ ».

L'écocentrisme comme éthique conséquentialiste

Si la critique de la valeur instrumentale est nécessaire, l'éthique biocentrique pêche par excès d'attention aux entités individuelles, qui pour certaines peuvent recevoir le statut de sujet de droit, et masque la question centrale des ensembles de relations entre des êtres co-partageant un même espace. Le forestier américain Aldo Leopold, à qui l'on doit l'*Almanach d'un comté des sables* (1949), considéré comme la bible de l'éthique environnementale américaine, attribue une valeur non pas aux humains comme dans l'éthique anthropocentrée, non pas non plus à tout être vivant comme dans l'éthique biocentrique, mais à ce qu'il appelle la « communauté biotique » comprise comme un tout (voir encadré ci-après). Il ne s'agit plus de protéger des espèces individuelles, encore moins de les collectionner, mais de reconnaître la valeur relationnelle des espaces dans lesquels les êtres vivants sont tous co-participants d'un réseau complexe d'interactions indispensables à la vie. Cette éthique s'adosse à une conception holistique des systèmes écologiques : la communauté biotique possède une valeur propre irréductible à la valeur des entités qui la compose. C'est elle qui fonde la décision, à la fin des années 1990, d'interrompre la construction de l'autoroute A28 entre Le Mans et Tours, car son tracé initial traverse des bocages où vit le scarabée pique-prune, une espèce menacée présente sur les arbres centenaires. Alors qu'elle est protégée au même titre que l'ours et le loup, les premières études d'impacts menées par les ingénieurs de la direction des routes l'ont ignorée. Or ce coléoptère est un chaînon essentiel du fonctionnement écosystémique : à ses côtés, 53 autres espèces d'insectes participent à la décomposition du bois et au recyclage de la matière organique. À côté de ces insectes, des chauves-souris, des rapaces, des écureuils trouvent aussi refuge.

43. Cité par Serge Audier, *L'Âge productiviste. Hégémonie prométhéenne, brèches et alternatives écologiques*, op. cit., p. 286.

44. Catherine Larrère, « Les éthiques environnementales », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 18, n° 4, 2010, p. 407.

L'écocentrisme est une éthique conséquentialiste : la qualité éthique d'une action dépend de son effet sur les systèmes écologiques. Elle élargit la règle d'or qui impose de « ne pas faire à autrui ce que l'on ne voudrait pas qu'il nous fasse », « autrui » ne désignant pas forcément un humain existant. C'est une éthique qui rejoint la politique au sens où la communauté morale est en même temps une communauté civique : la prétendue neutralité de l'État libéral est critiquée au profit d'une politique du bien commun qui a pour tâche de réaliser une conception de la vie bonne.

Pour une éthique de la terre

« Toutes les éthiques élaborées jusqu'ici reposent sur un seul présupposé : que l'individu est membre d'une communauté de parties interdépendantes. Son instinct le pousse à concourir pour prendre sa place dans cette communauté, mais son éthique le pousse aussi à coopérer (peut-être afin qu'il y ait une place en vue de laquelle concourir). L'éthique de la terre élargit simplement les frontières de la communauté de manière à y inclure le sol, l'eau, les plantes et les animaux ou, collectivement, la terre.

Cela paraît simple : ne chantons-nous pas déjà l'amour et les devoirs qui nous lient à notre sol patriotique, terre de liberté ? Oui, mais qui et quoi au juste aimons-nous ? Certainement pas le sol, que nous envoyons à vau-l'eau, au fil des fleuves. Certainement pas ces fleuves eux-mêmes, dont nous pensons qu'ils n'ont d'autre fonction que de faire tourner nos turbines, porter nos péniches et charrier nos déchets. Certainement pas les plantes, que nous exterminons sans ciller par communautés entières. Certainement pas les animaux, dont nous avons déjà exterminé bien des espèces, parmi les plus grandes et les plus belles. Une éthique de la terre ne saurait bien entendu prévenir l'altération ni l'exploitation de ces "ressources", mais elle affirme leur droit à continuer d'exister et, par endroits du moins, à continuer d'exister dans un état naturel. En bref, une éthique de la terre fait passer l'*Homo sapiens* du rôle de conquérant de la communauté-terre à celui de membre et citoyen parmi d'autres de cette communauté. Elle implique le respect des autres membres, et aussi le respect de la communauté en tant que telle⁴⁵. »

Partant toujours d'une expérience personnelle, locale et enracinée, Leopold s'efforce de dépasser les dualismes (nature/culture, humains/non-humains) pour réintroduire l'homme dans le continuum du vivant et « penser comme une montagne ». Il est à la recherche d'une collaboration empathique qui prenne la forme d'une diplomatie avec les vivants. En ce sens, l'éthique qu'il défend n'est pas une éthique de la sanctuarisation de la nature telle que la met en œuvre la *Wilderness*, mais bien une éthique de la cohabitation avec des acteurs non humains sur un espace commun. La nature de Leopold est une nature habitée et ses interrogations sont celles d'un forestier formé à l'école de foresterie de Yale fondée par Gifford Pinchot : à quoi pense un homme lorsqu'il abat un arbre ? Qu'est-ce qu'intervenir sur la nature ? Comment penser le long terme de l'intervention ? La nature est historique, elle se transforme du fait des interventions

45. Aldo Leopold, *Almanach d'un comté des sables* [1949], Flammarion, 2000, p. 258.

humaines, mais elle témoigne aussi d'une histoire commune de l'évolution que nous avons en partage avec les autres êtres vivants.

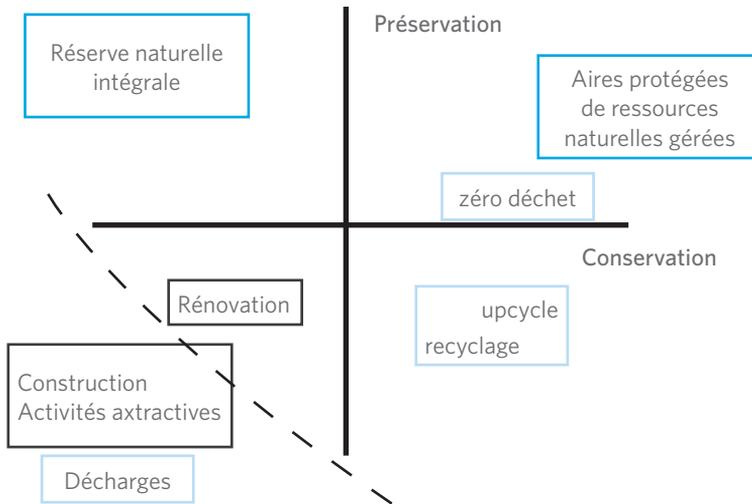
Retour vers une éthique anthropocentriste mais élargie : le pragmatisme environnemental

L'écocentrisme est critiquable : comme tout conséquentialisme, il se structure autour d'une logique potentiellement sacrificielle, en l'occurrence en diminuant le bien-être des hommes au profit du bien commun des écosystèmes. Mais le biocentrisme, en se structurant autour d'une conception très réductrice de la valeur instrumentale, qui conduirait systématiquement à la destruction, ne l'est pas moins. À partir de cette double critique, Bryan Norton, philosophe de l'environnement nord-américain, héritier de Pinchot et soucieux de penser les conditions d'application politique des éthiques environnementales, assume de revenir vers l'anthropocentrisme, mais en en proposant une version élargie. Derrière le partage simpliste entre l'intrinsèque et l'instrumental, il met au jour la multiplicité des usages de la nature et des valeurs morales dont elle est investie. Tous les usages anthropocentrés de la nature ne sont pas destructeurs : le randonneur qui arpente un paysage, le peintre qui en révèle la beauté, le scientifique qui en étudie les fonctionnements, l'ingénieur agronome qui en étudie les sols pour en améliorer la qualité seraient même plutôt enclins à la préserver.

Dans une approche dite « pragmatique », Norton émet l'« hypothèse de la convergence » pour avancer l'idée que le conservationnisme anthropocentré et le préservationnisme biocentré ou écocentré peuvent converger politiquement en s'emparant des mêmes luttes : « La plupart des théoriciens des éthiques environnementales, aussi différents soient-ils, ne manqueraient pas de dénoncer le stockage désinvolte des déchets toxiques, l'augmentation importante et désordonnée de la population humaine dans le monde, la destruction gratuite des autres espèces, la pollution de l'air et des eaux, et ainsi de suite⁴⁶. » Une même décision de politique publique pour les interdire peut être justifiée différemment par différents registres de valeurs.

Le cadran ci-dessous permet de situer quelques exemples de pratiques environnementales en fonction des deux grands repères axiologiques que constituent le préservationnisme et le conservationnisme. En jaune sont encadrées les pratiques liées aux déchets, en bleu les activités industrielles, en vert les types d'aires naturelles protégées. La place exacte de chaque élément a peu d'importance : c'est sa situation relative qui est pertinente.

46. Bryan Norton, « L'éthique environnementale et l'anthropocentrisme faible », in Hicham-Stéphane Afeissa (dir.), *Éthique de l'environnement. Nature, valeur, respect*, Vrin, 2007, p. 251.



Avant même de choisir entre préservation et conservation, on voit que le coin en bas à gauche correspond aux activités non vertueuses décrites par Bryan Norton. Les activités extractives de combustibles fossiles et de matériaux non renouvelables, la rénovation et la mise en décharge relèvent d'un modèle linéaire de production qui pose un problème du double point de vue préservationniste et conservationniste. Pour Norton, la délibération démocratique doit permettre de faire émerger le pluralisme des valeurs défendues par chacun de ces grands courants et de les confronter pour parvenir à des formes de compromis. On n'a pas besoin d'être d'accord sur absolument tout, et encore moins sur le contenu conceptuel à donner à la valeur intrinsèque, pour commencer à agir.

QUESTIONS PRATIQUES POUR L'INGÉNIEUR

- Quel est l'impact de mon activité sur le monde vivant ? Mon activité relève-t-elle d'une approche préservationniste ? conservationniste ? destructrice ?
- Qu'est-ce qui est important pour moi dans le rapport aux animaux non humains (ne pas causer de souffrance ou respecter une valeur intrinsèque) ? Comment modifier mon activité pour que celle-ci soit en adéquation avec la place que je souhaite accorder aux animaux non humains ?
- Mon action a-t-elle un impact sur les services écosystémiques ? Lesquels ?
- Quels sont les services écosystémiques dont mon secteur d'activité a besoin pour fonctionner ? Des exercices de quantification dans l'esprit de l'économie de l'environnement ont-ils déjà été menés dans mon secteur d'activité ?
- Comment puis-je modifier l'impact de mes activités sur ces services écosystémiques ?
- Quel est le plus petit dénominateur commun de toutes les parties prenantes au projet sur lequel je suis en train de travailler, permettant de mettre en place des solutions du point de vue du pragmatisme environnemental ?

Ingénieurs agronomes : pour une éthique du partenariat avec la nature

Par construction, l'agriculture relève d'une approche radicalement anthropocentrée : c'est une activité qui transforme la nature en un système finalisé vers la satisfaction des besoins humains. Après la Seconde Guerre mondiale, la nécessité de nourrir les populations accélère son industrialisation : elle est traitée comme un secteur économique parmi d'autres, l'objectif final étant de maximiser le rendement à l'hectare à des coûts toujours moindres. Des politiques de simplification des pratiques agricoles traditionnelles sont alors mises en place. Le « pilotage fin des flux d'éléments fertilisants et des rotations culturales⁴⁷ » est délaissé au profit d'un double cloisonnement de l'agriculture : séparation de l'agriculture et de l'élevage, d'une part, avec la substitution des engrais chimiques aux fertilisants animaux ; généralisation de la logique de la monoculture sur des exploitations gigantesques, d'autre part, pour dégager les économies d'échelle nécessaires à l'augmentation des rendements.

Cette agriculture très intensive en capital (intrants chimiques et mécanisation) se révèle aujourd'hui très dommageable pour les agriculteurs, les consommateurs, les animaux et les écosystèmes. Les agriculteurs sont évidemment les premiers touchés, avec une perte d'autonomie face aux acteurs très puissants qui se sont déployés en amont (banquiers, industriels de l'agrochimie, etc.) et en aval (grande distribution) de l'activité agricole : pour peser dans un tel système, ils n'ont pas d'autre choix que d'augmenter la taille de leurs exploitations, et pour cela de recourir à un endettement massif. Les consommateurs accusent une dégradation très nette de la qualité sanitaire et gustative des aliments. Les animaux sont eux aussi victimes : la simplification des cultures et l'utilisation intensive de produits phytosanitaires entraînent une perte de biodiversité (déclin des pollinisateurs notamment), pour ne rien dire de l'élevage industriel qui mécanise le comportement animal afin de l'optimiser. Les dégradations environnementales constituent l'ultime manifestation de cette crise : pollution des nappes phréatiques par l'urine des animaux d'élevage et les pesticides, appauvrissement des sols, déclin des insectes, émissions de gaz à effet de serre (l'agriculture est la première source d'émissions de GES hors CO₂, en particulier pour le méthane et le protoxyde d'azote), etc.

À l'origine de cette crise systémique se situe un modèle de développement économique qui repose sur quatre paramètres à réviser : 1) la généralisation d'un régime alimentaire ultracarné (la production de protéines animales nécessite beaucoup plus de surface et d'énergie que celle de protéines végétales) ; 2) l'accélération des flux de denrées agricoles (l'agro-industrie est basée sur l'export) ; 3) le gaspillage (on estime qu'un peu moins d'un tiers de la production agricole mondiale n'est pas consommé par les destinataires finaux) ; 4) l'extension des surfaces cultivées (pour y implanter du bétail ou des agrocarburants). Mais des considérations éthiques doivent également être prises en compte : c'est aussi parce qu'elle a été pensée comme une fabrication démiurgique relevant du seul paradigme du faire que l'agriculture se retourne aujourd'hui contre elle-même. La philosophe Catherine Larrère et l'ingénieur agronome Raphaël Larrère proposent une bipartition des actions techniques à partir du type de médiation qu'elles introduisent avec l'environnement⁴⁸ : les arts du faire (tels les « arts et métiers » de l'artisanat, les manufactures et l'industrie) se caractérisent par la volonté de dominer la nature par la technique, tandis que les arts du faire-avec regroupent les technologies cherchant à « composer avec la nature, comme on le ferait avec un partenaire », et respectent les dynamiques des processus naturels en prenant en considération le contexte dans lequel ils s'exercent. Autrement dit, les arts du faire-avec substituent au désir de

47. Catherine Larrère et Raphaël Larrère, *Penser et agir avec la nature. Une enquête philosophique*, op. cit., p. 176.

48. *Ibid.*, p. 218.

fabriquer la nature et à la maximisation du contrôle des variables environnementales⁴⁹ une artificialisation sans destruction et un pilotage modeste des processus naturels.

L'agroécologie incarne une telle éthique partenariale et se présente comme une alternative crédible à l'agriculture conventionnelle. Promue par des ingénieurs agronomes tels que Marc Dufumier ou Matthieu Calame⁵⁰, elle se résume en deux grands principes qui visent à réintroduire de la complexité dans les écosystèmes agricoles :

1) L'accroissement de la biodiversité (invertébrés des sols, cultures associées, animaux d'élevage, etc.) permet d'utiliser de manière plus intensive les ressources renouvelables (l'eau, les rayons du soleil, le gaz carbonique, l'azote de l'air, les coccinelles, les vers de terre, etc.). Détaillons les exemples de l'eau et du soleil pour illustrer ce phénomène : dans l'agro-industrie, l'eau ruisselle et se perd alors que toute l'eau devrait s'infiltrer dans les sols et rester à la disposition des racines des plantes pour qu'elles puissent continuer à respirer, car c'est par les trous par où elles transpirent qu'elles absorbent du carbone et fabriquent de l'oxygène. Pour empêcher ce ruissellement et favoriser l'infiltration de l'eau dans les sols, il faut restaurer la porosité des sols et pour cela les repeupler de vers de terre ou de cloportes, d'où l'importance de la biologie des sols, mais aussi revenir à des associations culturales qui permettent une couverture végétale dense susceptible de retenir l'eau et d'empêcher les rayons du soleil d'arriver jusqu'au niveau du sol. L'hétérogénéité des couverts végétaux permet par ailleurs de réduire la propagation des ravageurs et les risques parasitaires, et donc de diminuer la dépendance aux intrants chimiques nécessaires à l'approche par le *faire*. Les animaux d'élevage sont enfin réassociés à l'agriculture, dans la mesure où leurs effluents permettent de fertiliser les sols autrement que par le recours aux produits phytosanitaires et de stocker du carbone dans les sols.

2) Le renforcement des régulations biologiques vise à favoriser les régulations écosystémiques via les chaînes trophiques, c'est-à-dire en privilégiant les relations naturelles entre populations pour gérer les ravageurs des cultures. « Le principe consiste à favoriser le premier niveau trophique (la plante cultivée) en limitant la présence du deuxième niveau (le prédateur) grâce à un troisième (l'auxiliaire). L'exemple typique de la lutte biologique est la coccinelle, prédateur du puceron, mais il en existe de nombreux autres. Ces mécanismes complexes nécessitent de bien connaître les régimes alimentaires des différentes espèces, de comprendre le fonctionnement des chaînes trophiques, d'analyser les interactions entre dynamiques de populations et contexte paysager, etc⁵¹. »

Dans une perspective pragmatique proche de celle développée par Norton, l'éthique du partenariat portée par l'agroécologie pose le principe qu'il n'y a pas à choisir entre les humains et la nature : il s'agit au contraire de défendre un milieu de vie qui met les deux en contact de manière durable. L'objet du travail des paysans ne se limite pas à une marchandise produite pour des marchés (le blé, le raisin, le riz), mais s'étend aux contours d'un écosystème tout entier pour le bénéfice de toutes les parties. Par ailleurs, l'agroécologie lie ces transformations techniques à un projet politique de démocratie technique et de transformation globale de l'agriculture. Elle implique en effet de renforcer la recherche agronomique participative avec les paysans eux-mêmes, dans une démarche de co-production des savoirs, mais aussi de développer les financements mutualistes, les circuits courts, la consommation responsable, etc.

49. *Ibid.*, p. 218.

50. Marc Dufumier, *50 idées reçues sur l'agriculture et l'alimentation*, Allary Éditions, 2014 ; Matthieu Calame, *Comprendre l'agroécologie*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2016.

51. Centre d'études et de prospective du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, « L'agroécologie : des définitions variées, des principes communs », *Analyse*, n° 59, juillet 2013, p. 3.

Les limites de l'ingénierie, si « verte » et « responsable » soit-elle, sont si marquées qu'il est illusoire de penser que les ingénieurs trouveront seuls des solutions techniques à la crise écologique. À supposer qu'ils le puissent, comme n'hésite pas à le penser l'ingénieur pétrolier et patron d'ExxonMobil Rex Tillerson, éphémère secrétaire d'État de Donald Trump fanfaronnant sur le thème du "*climate change as an engineering problem with engineering solutions*", cette responsabilisation provoquerait une démobilisation de la société civile dont il serait dommage de se priver. Pour la plupart des penseurs de l'écologie, au contraire, il faut modifier radicalement, et de manière inséparable, nos rapports entre nous (politique) et nos rapports à la nature (morale), et engager ces transformations bien au-delà des solutions techniques.

Sur le plan politique, la démocratie écologique, encore largement à inventer, implique de travailler simultanément sur plusieurs fronts : l'inclusion des non-humains dans le cadre de la démocratie représentative, la réduction des inégalités et la reconnaissance d'une citoyenneté écologique.

Sur le plan moral, l'Anthropocène implique paradoxalement un moment de retournement des valeurs : l'ère des hommes révèle simultanément que les non-humains et les non-parlants sont eux aussi affectés par les décisions et les actions humaines et qu'il nous revient désormais d'inclure la nature dans notre souci moral. Si les valeurs instaurées à partir du seul intérêt humain doivent être dépassées, ce dépassement n'amène pas nécessairement un renoncement à l'éthique humaniste : les humains demeurent pertinents puisque ce sont eux qui traduisent les intérêts des non-humains dans le cadre de la démocratie écologique et qui assument une responsabilité humaine de protection et de soin. L'enquête déjà citée de l'IESF de 2011 fait apparaître un résultat surprenant : seulement 8 % des ingénieurs interrogés considèrent en effet que « la vocation de l'homme est de dominer la nature » (contre 23 % des Français et 21 % des cadres). Cela témoigne d'une évolution en marche de la conception de la nature et du rapport de l'ingénieur à ce qu'il n'a pas fabriqué, où respect, gratitude et peut-être même émerveillement ne sont sans doute pas des valeurs aussi désertées qu'on le croit souvent. Le changement d'ontologie, le dépassement du naturalisme qui sépare nature et culture, ne requiert pas de faire de nous des Indiens d'Amazonie, mais plutôt de refermer la parenthèse ouverte par les révolutions industrielles qui ont détruit des rapports à la nature autrement plus harmonieux qu'ils ne le sont devenus par la suite, et qui ont bel et bien existé chez les Occidentaux.

L'Anthropocène désigne un ensemble de perturbations majeures du système-Terre à l'échelle des temps géologiques dont la responsabilité peut être imputée aux hommes. Depuis les révolutions industrielles occidentales, le soin environnemental est constamment dominé par des impératifs vécus comme prioritaires, et d'abord ceux de la croissance économique infinie, auxquels les classes moyennes des économies émergentes adhèrent désormais très largement.

Dans le système complexe décrit par l'Anthropocène, il n'est pas facile de faire apparaître des responsabilités négatives qui soient spécifiques aux ingénieurs. Si le monde de l'écologie se caractérise comme un moment de responsabilisation maximale, voire par une certaine hybridité de la responsabilité au sens où tout est imputable à quelqu'un, cette responsabilité est aussi une responsabilité de masse collectivement partagée, même si elle est particulièrement repérable dans les enclaves les plus aisées des pays riches. Préférant se penser comme porteurs de responsabilités positives tournées vers l'avenir, les ingénieurs conçoivent et/ou diffusent des solutions économiques, scientifiques et techniques, désormais très bien implantées dans les écoles d'ingénieurs. Le développement durable susceptible de relancer l'idée de progrès à laquelle ils demeurent attachés, l'économie circulaire animée par une promesse de découplage entre les flux de matières et la croissance, la transition énergétique qui encourage le basculement vers l'infini des énergies renouvelables, et même la géo-ingénierie qui repositionne l'ingénieur aux commandes du système-Terre tout entier ouvrent des pistes qui se rejoignent toutes dans le projet général d'un traitement techno-solutionniste et managérial de la crise écologique. Il s'agit de réconcilier la croissance et la protection de l'environnement, d'ajouter les contraintes écologiques dans la production économique et l'action technique au modèle de développement, et par là même de faire durer ce qui existe déjà, de sorte que tout change pour que rien ne change. Comme le font remarquer certains ingénieurs « solitaires », pour reprendre l'heureuse formule de Philippe Bihouix, cette manière de voir les choses est peut-être la moins « responsable » pour faire face à la crise écologique, car elle entretient l'idée fautive qu'il n'y aura pas de choix douloureux à faire.

Du fait du caractère absolu et non négociable de la contrainte écologique, l'humanité semble néanmoins parvenue à un point de non-retour qui exige de développer des solutions politiques et morales qui n'excluent pas les solutions techniques, mais les mettent au second plan dans un nouveau projet de civilisation. Il s'agit de déceler l'origine de l'Anthropocène dans un certain rapport des hommes entre eux et des hommes à la nature. De ce point de vue, le besoin d'un retournement complet des valeurs des ingénieurs, mais également du reste de la société, ainsi qu'une nouvelle définition de la responsabilité comme engagement global vis-à-vis des non-humains sont devenus des objectifs politiques majeurs pour maintenir l'hospitalité terrestre comme un bien qui est aussi la condition de possibilité de tous les autres.

Bibliographie sélective de la troisième partie

Rémi Beau et Catherine Larrère (dir.), *Penser l'Anthropocène*, Presses de Sciences Po, 2018.

Philippe Bihoux, *L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Seuil, 2014.

Philippe Bihoux, *Le bonheur était pour demain*, Seuil, 2019.

Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, *L'Événement Anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, Seuil, 2013.

Dominique Bourg et Kerry Whiteside, *Vers une démocratie écologique. Le citoyen, le savant et le politique*, Seuil, 2010.

Ariane Debourdeau, *Les Grands Textes fondateurs de l'écologie*, Flammarion, 2013.

David Edgerton, *Quoi de neuf? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Seuil, 2013.

Hans Jonas, *Le Principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Cerf, 1990.

Catherine Larrère et Raphaël Larrère, *Penser et agir avec la nature. Une enquête philosophique*, La Découverte, 2015.

Serge Latouche, *Bon pour la casse. Les déraisons de l'obsolescence programmée*, Les Liens qui libèrent, 2012.

William McDonough et Michael Braungart, *Cradle to Cradle. Créer et recycler à l'infini*, Gallimard Alternatives, 2011.

Frédéric Neyrat, *La Part inconstructible de la Terre. Critique du géo-construc-tivisme*, Seuil, 2016.

Naomi Oreskes et Erik M. Conway, *L'Effondrement de la civilisation occidentale*, Les Liens qui libèrent, 2014.

Michel Puech, *Développement durable : un avenir à faire soi-même*, Le Pommier, 2010.

CONCLUSION

**PORTRAIT
DE L'INGÉNIEUR
VERTUEUX
EN GARDIEN
DU PLURALISME**

Les ingénieurs constituent sans doute le seul groupe socioprofessionnel déployé à l'articulation des trois sphères que sont l'entreprise, la sphère socio-technique et la biosphère. L'ingénieur appartient à plusieurs communautés qui s'étendent comme des cercles concentriques autour de lui. Du fait de cette situation très particulière, la plupart des problèmes éthiques qu'il doit affronter peuvent se décrire comme des conflits de hiérarchisation entre les valeurs rattachées à ces trois ordres, qu'il s'agisse de choix du quotidien (choisir un secteur d'activité, choisir de concevoir tel ou tel objet et d'utiliser tel ou tel matériau, etc.) ou, de manière encore plus manifeste, de décisions à prendre dans des situations critiques (orienter une trajectoire technologique, lancer une alerte, etc.). Cet ouvrage montre que la neutralité morale supposée de ces trois sphères relève très largement d'une illusion collectivement entretenue dans la mesure où chacune d'elles est porteuse des choix de valeurs dont les ingénieurs sont co-responsables. La première obligation morale de l'ingénieur devrait être d'explicitier ces valeurs et de les assumer ou pas, c'est-à-dire de politiser ses interventions sur la société et la nature, et d'entrer dans le débat public de manière à les confronter à d'autres points de vue par une mise en discussion démocratique.

L'hégémonie du marché et de l'ingénierie conduit aujourd'hui à une menace d'indifférenciation des trois sphères traditionnellement articulées par les ingénieurs. Dans un livre célèbre intitulé *Sphères de justice*, le philosophe américain Michael Walzer invite à relire l'histoire moderne à partir de cette hypertrophie de la sphère marchande¹, de sorte que les acteurs de l'économie technicisée en viennent aujourd'hui à traiter la société et la biosphère comme s'il s'agissait de sous-systèmes de l'économie. Les marchés et les techniques se sont imposés comme les seules formes de médiation entre les hommes eux-mêmes, ainsi qu'entre les hommes et leur environnement, et généralisent la convertibilité des catégories de biens qui sont constitutives de chacune des sphères. Face à cette annexion progressive de tous les champs d'activité humaine par les entreprises, la seconde obligation morale de l'ingénieur devrait être de ne pas renier ses attachements multiples à l'entreprise, mais également à la société et à la nature. Garantir qu'il n'y ait pas de souveraineté d'une sphère (économique en l'occurrence) sur l'autre, redonner de l'autonomie aux différentes sphères, c'est faire exister un monde divers et respecter le développement d'un individu pluridimensionnel en chaque homme. Si la sphère économique est centrale au sens où elle devrait permettre d'organiser les rapports des deux autres par l'inclusion de préoccupations socio-environnementales, elle doit également se resserrer sur un périmètre plus restreint.

On dira que ces deux obligations (assumer la normativité des techniques dans le cadre d'une démocratie technique pluraliste, garantir l'équilibre des trois sphères) ne sont pas praticables au quotidien par l'ingénieur, ou bien au prix de tensions morales éprouvantes. Il est vrai que l'éthique de l'ingénieur est difficile, pour ne pas dire paradoxale, tant l'environnement de travail des ingénieurs

1. Michael Walzer, *Sphères de justice. Une défense du pluralisme et de l'égalité* [1983], Seuil, 1997.

apparaît cadré tout à la fois par les entreprises et l'irréversibilité des choix techniques. C'est pourquoi l'éthique de l'ingénieur impose de recourir à une fiction pour donner sens à son action: « Afin de pouvoir faire quoi que ce soit, il nous faut tout simplement faire semblant d'ignorer le fait que nous sommes déterminés, et décider de ce que nous devons faire – exactement comme si nous étions libres². » La question n'est pas de savoir si l'ingénieur est libre de vouloir le bien et de décider de sa réalisation, elle est de savoir à quel genre de monde son action contribue. Parce qu'ils sont capables de créer de nouvelles chaînes causales qui auront un impact sur l'organisation de la société et la dynamique de la nature, et qu'ils sont les seuls à pouvoir les arrêter ou les amplifier à temps, les ingénieurs doivent se projeter au-delà du niveau local où ils affrontent les problèmes que leur soumettent les entreprises: l'éthique de l'ingénieur le condamne à articuler local et global dans sa réflexion et dans son action. D'abord intégrée à l'entreprise, elle n'en inclut pas moins l'éthique des techniques et l'éthique de la nature. La synergie des échelons, des forces et même des sciences (naturelles et sociales) est la démarche la mieux susceptible de structurer l'éthique de l'ingénieur.

Les quatre vertus cardinales de l'ingénieur

L'approche par les vertus part du principe qu'éthique et politique ne désignent pas deux domaines disjoints: les vertus manifestent au contraire que l'esprit des institutions peut être repris dans la subjectivité des individus comme don fait au groupe. L'éthique de l'ingénieur suppose un type d'ingénieur, un type d'homme ou de femme, particulier: l'idée n'est pas de toujours se demander ce que l'ingénieur peut faire, mais plutôt ce qu'il doit être. Pour décliner et rendre opérationnelles les vertus dans le quotidien des pratiques d'ingénierie, un moyen mnémotechnique des 4C utile est donné par la liste suivante:

Curiosité: (se) poser les bonnes questions

Traditionnellement, l'ingénieur résout des problèmes aux questions qu'on lui pose. La curiosité encourage au contraire l'ingénieur à ne pas se déresponsabiliser en invoquant le statut de receveur d'ordres et à se saisir de questions qui ne lui sont pas posées dans le cadre étroit du cahier des charges fixé par l'entreprise. Elle recommande de se poser la question de l'impact de son action sur soi-même, l'entreprise, les parties prenantes, l'ensemble de la société et les écosystèmes, dans la logique d'*expanding circle* suivie par cet ouvrage.

Compétence: chercher des réponses

Au-delà de la formation initiale, il s'agit d'être proactif dans un travail de veille technologique, réglementaire et sociale: à partir des questions identifiées lors de la première étape, il faut se renseigner pour mieux connaître les impacts d'un cahier des charges et les méthodes existantes pour les modifier. De nombreux ingénieurs rapportent que, pour briser une habitude identifiée comme nocive, ils reformulent le problème et soumettent des alternatives aux parties prenantes pertinentes (peut-être le fournisseur peut-il proposer un autre matériau, peut-être le client peut-il modifier en partie sa demande, etc.).

2. Christine Korsgaard, *The Sources of Normativity*, Cambridge University Press, 1996.

Cohérence : mettre en adéquation valeurs et pratiques

Une fois que certaines réponses sont identifiées, il convient de ne pas les ignorer. La cohérence est une vertu tout à la fois logique et pratique, puisqu'il s'agit d'être capable de changer de croyance en fonction de l'acquisition de nouvelles connaissances, puis de discours et de pratiques pour éviter les phénomènes de dissonances cognitives.

Courage : prendre et assumer ses décisions

Il arrive parfois que la vertu de cohérence soit difficile à assumer, dans les cas de dilemmes notamment. Un dilemme est typiquement une situation où aucune des décisions possibles ne satisfait pleinement le preneur de décisions, parce que toutes vont avoir un impact négatif sur une dimension jugée importante. Identifier les marges de manœuvre possibles en regard des contraintes de la situation, imaginer les différents compromis qu'il est possible d'atteindre, permet d'acter et d'assumer courageusement des décisions.

L'éthique de l'ingénieur soulève un paradoxe redoutable : les ingénieurs sont tout à la fois vulnérables individuellement, sous la menace constante d'être déposés moralement et politiquement du fait de leur soumission aux impératifs dictés par les entreprises, et forts collectivement, du fait de la puissance d'intervention des techniques qu'ils conçoivent et diffusent. Cette tension constitutive de la situation de l'ingénieur doit trouver sa résolution dans une autonomisation des ingénieurs. Dans un contexte social de très forte valorisation de l'autonomie comme idéal normatif, les ingénieurs apparaissent en effet comme la seule catégorie de salariés qui, à un niveau pourtant élevé de qualification, soit à ce point en phase avec les attentes des entreprises. Ce consentement à la « docilité » est fabriqué par le mode d'éducation et la vie en entreprise. Étroitement associées aux besoins de l'industrie, les formations en ingénierie ne mettent que très peu l'accent sur « l'esprit critique, l'autonomie et la réflexivité », alors même qu'elles devraient faire prendre conscience du « sens politique de la technique » à leurs élèves³. Par la suite, la vie en entreprise prolonge et aggrave cette mise sous tutelle, particulièrement en France où la démocratisation des entreprises peine à s'imposer comme un modèle tout à la fois efficace et désirable.

Si la condition de pertinence de l'éthique de l'ingénieur repose sur l'éducation à l'autonomie, cette autonomie est tout aussi bien individuelle que collective et politique. Les ingénieurs n'existent que de manière relationnelle, inscrits dans des réseaux denses d'objets techniques, d'instruments et de machines, d'humains et de non-humains relevant de catégories diverses. Cette condition fondamentalement relationnelle des ingénieurs requiert une autonomisation relationnelle : l'expérience des pays anglo-saxons prouve que les ingénieurs peuvent partiellement s'émanciper des entreprises en s'appuyant davantage sur les attentes de la société civile. Cela ne signifie pas nécessairement que l'organisation par ordre devrait être adoptée par les ingénieurs français, mais bien que le modèle d'organisation de la profession par le marché, autour d'une identité purement salariée, hypothèque lourdement les chances d'accomplir les vertus

3. Toutes ces expressions sont issues du *Manifeste pour une formation citoyenne des ingénieur.e.s*, de l'association Ingénieurs sans frontières.

de l'ingénieur. La création d'un droit de refus et d'alternative permettrait de protéger partiellement leur responsabilité personnelle et professionnelle, mais elle demeure inscrite dans une éthique minimale (s'opposer pour ne pas nuire) et une démarche individuelle (prendre sur soi les défaillances structurelles du collectif de l'entreprise) qu'il s'agit précisément de dépasser par une démocratisation véritable.

