

Science-fiction et innovations scientifiques : la mise à l'épreuve de la pensée de l'ingénieur

Science fiction and innovations: challenging the engineering mindset

Par Marie-Luc Arpin¹, Corinne Gendron², Nicolas Merveille³ et Jean-Pierre Revéret⁴

¹ Département de stratégie, responsabilité sociale et environnementale, École des sciences de la gestion (ESG) de l'Université du Québec à Montréal (UQÀM), Canada ; Centre International de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG), Polytechnique Montréal, Canada ; marie-luc.arpin@polymtl.ca

² Département de stratégie, responsabilité sociale et environnementale, ESG UQÀM, Canada, gendron.corinne@uqam.ca

³ Département de stratégie, responsabilité sociale et environnementale, ESG UQÀM, Canada, merveille.nicolas@uqam.ca

⁴ Département de stratégie, responsabilité sociale et environnementale, ESG UQÀM, Canada, reveret.jean-pierre@uqam.ca

RÉSUMÉ. Le présent article s'intéresse au vertige identitaire des professions d'ingénieur, et à la science-fiction en tant que voie possible d'ouverture épistémologique face à la crise. Bien qu'elle participe à la construction de l'inéluctable technologique, la littérature de science-fiction peut aussi concourir à son dépassement, tout comme à un véritable pluralisme épistémologique susceptible de questionner la « mise en instrument du social » par l'ingénieur.

ABSTRACT. This article examines engineering's current identity crisis and looks to science fiction literature as a potential path to more epistemological openness in the face of crisis. Even if this literature contributes to the ideology of technological unavoidability, it can also help to transcend it and, at the same time, nourish an epistemological pluralism capable of questioning the technicist problematisation of the social by the engineer.

MOTS-CLÉS. Ingénieur, ingénierie, science-fiction, technologie, « forme-problème », paradoxe, inéluctabilité.

KEYWORDS. Engineer, engineering, science fiction, technology, "problem-form", paradox, unavoidability.

1. Introduction

Le présent article s'intéresse au vertige identitaire des professions d'ingénieur – vertige que l'historienne des technologies Rosalind Williams a théorisé en partant du cas du MIT (dans *Retooling : A Historian Confronts Technological Change*) –, ainsi qu'au potentiel de la science-fiction comme ouverture épistémologique de ces professions.

Pour comprendre le vertige en question, nous nous intéressons à la double figure de l'inéluctabilité technologique qui émerge au confluent de ce que l'on pourrait appeler, d'une part, l'imaginaire de la « convergence » [e.g. ROC 2003; NSF 2014] et, d'autre part, l'imaginaire de la « quatrième révolution industrielle » (selon Klaus Schwab et le vaste réseau du World Economic Forum) – l'un de leurs carrefours étant apparemment les discours institutionnels de l'ingénierie. Tout semble se passer comme si le personnage de l'ingénieur qui s'incarne à travers *The Engineer of 2020* agissait en tant que médiateur symbolique invisible des contradictions qui se situent au carrefour des flux du sens que véhiculent les deux types d'imaginaire de la convergence et de la quatrième révolution industrielle, deux figures largement fictives, mais néanmoins opérantes, de l'inéluctabilité technologique. La question se pose donc de savoir si et comment ces figures de l'inéluctabilité peuvent être dépassées.

Dans ce qui suit (en deuxième partie), la littérature de science-fiction est envisagée à la fois comme modalité de leur renforcement mutuel, mais aussi (et surtout) en tant que voie possible de leur dépassement. En troisième partie, nous définissons les inéluctabilités mises en scène par les institutions de l'ingénierie – à travers lesquelles s'incarnent (tel que nous le verrons) un personnage de l'ingénieur en crise identitaire. En quatrième partie, nous explorons les mécanismes de ce que nous appellerons la « mise en instrument du social » par l'ingénieur ; ceux-ci permettent de mieux comprendre comment la

gestion du vertige de l'ingénieur est géré au détriment l'ouverture et le pluralismes épistémologique de l'inter- et de la trans-disciplinarité dont ils se revendiquent pourtant de plus en plus. En cinquième partie, la science-fiction est finalement envisagée comme voie de dépassement de l'inéluctable technologique et manière de renouer avec les potentialités constitutives d'une interdisciplinarité radicale.

2. Une science-fiction au cœur de l'innovation chez les ingénieurs

On évoque souvent comment la science-fiction inspire les vocations scientifiques et les innovations technologiques. La série Star Trek continue d'habiter l'astronaute français Jean-Francois Clervoy¹ tandis que l'incarnation du lieutenant Uhura par Nichelle Nichols aurait inspiré Mae Jemison, la première astronaute afro-américaine². Mais la science-fiction se nourrit aussi directement des découvertes scientifiques, et de nombreux auteurs de science-fiction soit sont chercheurs, soit ont développé une imposante culture scientifique. La formalisation du lien entre science et science-fiction n'est pas simple pour autant; c'est que les paramètres propres à chaque genre sont distincts et même antagoniques, comme l'illustre l'exercice entrepris par Chromatiques dans l'œuvre interactive 2101 où des scientifiques ont été invités à commenter différents épisodes de fiction.

« C'est très difficile pour nous, justement !, raconte Isabelle Vauglin, Astrophysicienne à l'Observatoire de Lyon. Patrick Chiuzzi nous poussait à imaginer ce qui *sera* possible, mais ne l'est pas encore. Ce qui revient à se demander *pourquoi* ce n'est pas possible actuellement : les barrières sont-elles techniques ? théoriques ? Ces barrières peuvent-elles sauter ? L'aéronautique était inenvisageable au temps de Marie Curie, il n'est pas certain qu'un chercheur de l'époque aurait soutenu qu'elle ferait autant partie de nos vies 100 ans plus tard. Nous devons en quelque sorte parcourir le même chemin. »³

Il est vrai que, même absous par l'injonction de l'imaginaire, le chercheur peut hésiter à s'engager dans des spéculations, craignant qu'elles minent sa crédibilité. Il n'en reste pas moins que le possible d'aujourd'hui a souvent été l'impossible d'hier, qu'il s'agisse de se déplacer, de communiquer ou encore de domestiquer la vie. En ce sens, par ses mises en scène imaginaires, la science-fiction semble bien au cœur des innovations scientifiques : elle déplace les frontières et incarne de nouveaux possibles susceptibles de stimuler et même d'orienter le développement scientifique.

Pour autant, envisager la science-fiction comme un procédé visant à répondre à l'injonction de l'innovation conforte une perspective étroite du développement technologique et scientifique. La science-fiction a le potentiel d'alerter sur les dérives des développements technologiques, elle nous dépeint du même souffle comme impuissants face à la marche inéluctable de la science. De ce point de vue, la science-fiction apparaît inféodée au paradigme de l'inéluctabilité du développement scientifique et technique et à l'hypothèse de sa nécessaire autonomie.

Or, ce paradigme est au cœur du dilemme de la figure de l'ingénieur, dont la pratique, présentée comme méthodique et efficace, s'est diffusée à l'ensemble des sphères d'activités au fil des décennies. À travers cette diffusion, c'est un mode ou un modèle de gouvernance qui s'est peu à peu imposé, et qui plie ces nouvelles sphères à ses propres logiques. Ainsi en va-t-il du « social » que l'ingénieur cherche à « mettre en problème » pour lui offrir une solution technique, alors qu'il s'interdit de penser le technique comme « mise en problème », et plus généralement de faire droit à l'ancrage social du développement scientifique.

¹ <http://www.air-cosmos.com/star-trek-source-d-inspiration-des-astronautes-a-50-ans-82185>

² <http://leplus.nouvelobs.com/contribution/1556417-star-trek-a-50-ans-comment-cette-serie-a-change-le-monde.html>

³ <http://sciencespourtous.univ-lyon1.fr/science-fiction-pousse-chercheurs-dans-leurs-limites/>

Une lecture différente de la science-fiction, nourrie par une interprétation anthropologique et sociale des fictions socio-techniques et faisant place à des œuvres d'anticipation socio-politiques, pourrait offrir un matériau susceptible d'élargir la perception et la compréhension que l'ingénieur a du social. Loin du problème à résoudre grâce à des avancées techniques, il pourrait ainsi voir la société d'abord comme le résultat de choix politiques et sociaux; il pourrait aussi prendre la mesure des déterminants socio-politiques des orientations technoscientifiques, inéluctablement ancrées dans les luttes sociales. Cela suppose un renversement de la tendance actuelle qui enferme le social et le politique dans un appareillage rationalisant, mais pourrait offrir une voie de sortie à ce qu'on peut appeler le dilemme de l'ingénieur.

3. Des figures de l'inéluabilité : l'ingénieur au confluent des discours

En janvier 2016, un 46^e *Forum économique mondial* (FEM) se déroulait à Davos sur le thème de *Mastering the Fourth Industrial Revolution* : sur les fondations de la troisième révolution industrielle, cette quatrième révolution serait marquée par une fusion des technologies qui dilue les frontières entre le matériel, le numérique et le biologique. Son potentiel « disruptif » dépasserait celui que l'on confère indépendamment au Big Data, à l'impression 3D, à l'intelligence artificielle, à l'internet des objets, ou même à l'industrie 4.0 qui les intègre, de sorte qu'elle n'impliquerait rien de moins qu'une transformation du genre humain [SCH 2016]. En altérant fondamentalement notre manière de vivre, de travailler et d'entrer en relation, cette révolution industrielle présenterait des promesses, mais aussi des périls qu'aucun autre temps n'a connus [SCH 2016].

À l'aune de cette révolution proclamée, les leaders mondiaux rassemblés à Davos avaient pour ambition de repenser nos systèmes économique, social et politique en vue de « façonner un futur qui puisse bénéficier à tous » [SCH 2016]. Ainsi se construit le discours de la Quatrième révolution industrielle, qui consacre l'*inéluabilité* du changement technologique tout en insistant sur notre capacité à le façonner : « The world is fast changing, hyper-connected, ever more complex and becoming more fragmented but we can still shape our future in a way that benefits all. The window of opportunity for doing so is now » [SCH 2016].

3.1. Les discours de « rupture-sans-rupture »

Porté et diffusé par le réseau du Forum Économique Mondial, le discours de la Quatrième révolution industrielle recoupe et complète ceux de l'économie circulaire, de la troisième révolution industrielle ou de la prosumption dans une idéologie de « rupture-sans-rupture ». L'enjeu consiste à se réapproprier un présent en crise pour et par le façonnement de l'avenir. Mais la réappropriation et le façonnement se fondent dans l'apport de technologies à la fois *contrôlables*, et pourtant sources d'*inéluabilités*. Comme un appel à rompre avec l'existant qu'ils contribuent eux-mêmes à reconduire, ces discours situent en plein cœur de leur narration l'enjeu critique du futur de l'humanité, tout en rendant la sortie de crise tributaire d'une conception du changement technologique qui l'exacerbe dans le présent. Qu'advient-il alors des autres formes du changement ou, plus précisément, des formes d'un changement qui ne serait pas avant tout technologique? Le paradoxe que recouvrent ces discours devient patent : tous affirment (logiquement) que la « technologie » ne peut pas être autonome, et pourtant, elle le serait bel et bien!

3.2. Le discours de la « convergence »

Le caractère inéluable du changement technologique est exacerbé par l'hypothèse et le projet de la « convergence », qui domine les discours de la transdisciplinarité [KLE 2014] et constitue apparemment le caractère distinctif de la quatrième révolution industrielle ; c'est en ce sens, écrit Klaus Schwab, que les « vagues de découvertes se font simultanément dans des champs allant du séquençage génétique aux nanotechnologies, des ressources renouvelables jusqu'à l'informatique quantique » [Notre traduction] [SCH 2016]. Ainsi, ces vagues de découvertes sont conçues comme la marque d'une

nouvelle ère, mais les modalités de la recherche qui les sous-tendent demeurent invisibles et ne sont pas contestées. De sorte que la « convergence » n'apparaît qu'en filigrane des discours, à travers l'évocation d'une force de changement dont on espère comprendre les implications actuelles et à venir, sans pour autant s'attarder à son histoire ou à ses racines.

La convergence est en ce sens la boîte noire de la Quatrième révolution industrielle : elle est constatée et naturalisée comme l'apanage d'un changement technologique autonome vécu comme fatalité, plutôt que comme une stratégie nouvelle de production de connaissances. La convergence correspond pourtant à un ensemble d'activités situées, collectives, distribuées, et en devenir – à une pratique, donc, au sens de Jarzabkowski [2005]. De sorte que pour ceux et celles qui la pratiquent, ladite convergence n'a rien d'immuable ni de naturel. Elle recèle même une certaine vulnérabilité. La convergence est d'abord une approche de résolution de problèmes scientifiques et sociétaux dite « transdisciplinaire » [KLE 2014], qui mise sur une fusion entre des technologies et entre les disciplines dont on vante le potentiel d'« innovation de rupture » [NAS 2014]⁴. À l'image des nanotechnologies qui constituent en soi l'un de ses axes, en même temps que l'un des secteurs industriels qui la cristallisent, la convergence technologique serait la seule approche de résolution de problèmes capable de résoudre les défis inédits des sociétés industrielles et post-industrielles en renouvelant les manières de faire : à travers elles, « tous [l]es problèmes et bien d'autres seront en principe non pas résolus [...], mais ils deviendront caducs, obsolètes. On fera tout simplement les choses autrement, d'une manière radicalement différente. » [DUP 2004]. Dans un contexte d'urgence, leur développement se présente comme *inéluçtable* aux yeux de ses promoteurs et participants.

Le discours de la convergence cultive ainsi une notion de l'*inéluçtabilité* qui fait écho à celle des discours de « rupture-sans-rupture ». Mais l'*inéluçtabilité* de la convergence en est une de nécessité et de finalité, non de principe ou de nature. Le caractère *inéluçtable* du changement technologique n'est donc pas un présupposé implicite : il découle d'un enchaînement d'arguments où même le politique est mobilisé. À l'image de la plus large mouvance transdisciplinaire en recherche, la convergence va d'ailleurs à contre-courant des modalités institutionnalisées de la recherche scientifique. Son *inéluçtabilité* tient donc davantage d'un programme politico-scientifique que d'un sens de l'histoire.

3.3. L'ingénieur au confluent des discours

Si les deux *inéluçtabilités* confluent pourtant, c'est notamment parce qu'elles trouvent dans la figure de l'ingénieur une chambre de résonance. À travers les discours d'institutions phares de l'ingénierie – comme ceux, aux États-Unis, du National Academy of Engineering (NAE) ou du Massachusetts Institute of Technology (MIT) –, une double vision de la technologie se construit en effet, et les deux *inéluçtabilités* en viennent à cohabiter, tantôt superposées ou confondues, tantôt télescopées l'une par l'autre.

Mais cette confluence se fait au prix d'une « *mise en instruments* » du social : c'est-à-dire que les discours institutionnels de la convergence deviennent eux-mêmes des *instruments* qui s'élaborent, acquièrent une matérialité, et se diffusent en incorporant des théories de sciences sociales. Il est vrai qu'une mise en réflexivité de l'« être » ingénieur face au caractère spontané (autonome) de la technologie s'effectue dans et par ces discours institutionnels, tout particulièrement par la promotion d'un regard inter ou transdisciplinaire. Il n'est pourtant pas certain que cette transdisciplinarité qui hybride les épistémologies ouvre la voie à un véritable pluralisme épistémologique. Et on peut même

⁴ "Convergence is an approach to problem solving that cuts across disciplinary boundaries. It integrates knowledge, tools, and ways of thinking from life and health sciences, physical, mathematical, and computational sciences, engineering disciplines, and beyond to form a comprehensive synthetic framework for tackling scientific and societal challenges that exist at the interfaces of multiple fields. By merging these diverse areas of expertise in a network of partnerships, convergence stimulates innovation from basic science discovery to translational application. It provides fertile ground for new collaborations that engage stakeholders and partners not only from academia, but also from national laboratories, industry, clinical settings, and funding bodies." (NAS, 2014: 1)

avancer que les nouvelles pratiques tendent au contraire à des effets de fermeture que traduit l'idée d'une mise en instrument du social.

Au fil des dernières années, une série de rapports illustrent cette nouvelle ère de l'ingénierie, dont l'un – *The Engineer of 2020 : Visions of Engineering in the New Century* – a bénéficié d'une visibilité et d'une influence toute particulière depuis sa publication par le NAE en 2004 [KER 2013]. En résonance avec lui, des discours institutionnels plus récents et fondés en ingénierie ont émergé, dont celui qui sous-tend le dit « mouvement international »⁵ des *Grand Challenges for Engineering* [voir par ex. MOT 2016; KOH 2018; MOT 2018; GRA 2018]. Sur le fond constellé de ces discours, l'enjeu aujourd'hui largement admis du futur de l'humanité tend à glisser vers celui, sans doute plus étonnant (et moins émouvant), du futur de l'ingénierie. À travers eux se construit une ingénierie dont le présent et l'avenir sont glorieux, mais qui aplanit les tensions constitutives de l'actuelle posture d'ingénieur. De sorte que c'est sur le fond de telles tensions que la « mise en instruments » du social par l'ingénieur s'effectue, qu'elle doit être comprise, et que s'y font jour des effets de troncation et de télescopage épistémologiques (et ontologiques) qui compromettent la créativité et l'imagination.

4. La « mise en instruments » du social par l'ingénieur

La « mise en instruments » du social, voisin du concept de *Rationality Engineering*, renvoie au processus par lequel sont élaborés, matérialisés et diffusés des « instruments » qui incorporent de manière tacite des dérivés de théories en sciences sociales, sous la forme de présupposés ou de catégories analytiques :

« Rationality engineering refers to the process whereby tools incorporating rational choice theory's assumptions are developed. This process describes the material embeddedness of organizational decision-making processes within rationality. » [CAB 2011]

La récente « mise en instruments » du social découle d'une pratique plus ancienne, aux fondements de l'ingénierie moderne : la mise en « forme-problème ». Celle-ci consiste à baliser un certain champ de solutions possibles à travers la définition d'un « problème à résoudre » [VER 1993]. En tant que schème de pensée, la mise en « forme-problème » permet de rompre avec la fatalité et d'aspirer à la transformation du monde, ou à l'action sur lui, à l'intérieur d'un domaine de *possibles-solutions* :

« [Le projet d'ingénieur] prend la forme d'un problème, c'est-à-dire, par définition, ce qui contient dans l'exposé de ses termes les conditions de possibilités de sa résolution. Sa structure même détermine le champ des « demandes » possibles, des choix possibles, dont elle permet de contrôler la validité » [VER 1993].

La « mise en instruments » du social évoque en ce sens une nouvelle ère où l'action de l'ingénieur est dirigée vers des questions dont la technicité est inextricablement liée à des dimensions sociales et politiques [voir par ex. WIL 2002; SHE 2008; RIV 2016; FRA 2017]. Celle-ci s'enracine dans l'appropriation et la traduction souvent implicites d'éléments de théories en sciences sociales⁶.

À travers le discours de *The Engineer of 2020*, plus spécifiquement, la « mise en instruments » du social s'opère *via* l'appropriation et l'investissement de la *théorie de la prospective stratégique*. À l'occasion de ce rapport se pose frontalement la question du futur de l'ingénierie : car sur le fond d'une « société continuellement en changement » qui oblige l'ingénierie à « s'adapter pour demeurer

⁵ Voir à ce propos : [MOT 2016; KOH 2018].

⁶ Voir par exemple : [WIS 2012]. L'analyse historique relate entre autre comment, dans les années 1960, aux États-Unis, la théorisation de la technique de Jacques Ellul (en particulier) fut appropriée, traduite et diffusée par un groupe d'ingénieurs en quête de pertinence sociale et de repères identitaires.

pertinente » [NAE 2004], on constate qu'un « retard [se crée au niveau] des programmes de formation et de la profession par rapport à la technologie et la société » [NAE 2004]. Pour l'ingénieur qu'incarne ce discours institutionnel, le problème central devient celui de savoir si « un futur peut être créé au sein duquel l'ingénierie aurait une image largement reconnue, qui célébrerait les rôles excitants que l'ingénierie et les ingénieurs jouent dans la confrontation des enjeux sociaux et technologiques [actuels] » [NAE 2004]. Tout se passe comme si cet ingénieur se sentait invisible, comme désœuvré, à tel point qu'il en vient à « aspire[r] à un public qui comprendra et appréciera [à sa juste valeur] l'impact profond de la profession [...] et la valeur de l'éducation d'ingénieur » [NAE 2004]. Sur le fond d'une société technologique, numérique, « de l'information » ... qui paraît pourtant construire sa centralité, le personnage de l'ingénieur s'empreint d'une étrange ambiguïté. Comme écartelé entre un passé qu'il se rappelle glorieux, et un avenir obscur, il tente de pallier dans le futur un vertige ontologique qu'il ressent vraisemblablement dans le présent.

4.1. « L'art de la longue vue », ou la théorie de la prospective stratégique

Pour guider sa démarche de réflexion, le groupe d'ingénieurs du NAE a fait appel à Peter Schwartz, futuriste renommé et consultant spécialisé en matière de planification stratégique. Bien connu dans le milieu étasunien de la gestion, P. Schwartz est notamment l'auteur de *The Art of the Long View*, publié en 1991. Dans les années 1990, avec Kees Van der Heijden, il contribue amplement à diffuser la théorie de gestion dite du « scenario-based planning » au sein du milieu corporatif [VAR 2010]. De sorte qu'aujourd'hui en sciences de gestion, la *planification stratégique par scénarios* – aussi dite *prospective stratégique* – s'est constituée en un champ de recherche à part entière [BRA 2005; VAR 2010].

Dans son ouvrage de 1991, Schwartz insiste notamment sur deux principes très liés 1) d'*ouverture* au plus grand nombre de scénarios envisageables, et 2) de *non-investissement* des scénarios. En vertu du principe d'*ouverture*, l'exercice de scénarisation ne doit pas être entendu comme un exercice de prédiction, car « il est tout simplement impossible de prédire le futur avec certitude » [SCH 1991]. Suivant « l'art de la longue vue », il serait néanmoins possible de le prévoir « avec incertitude », de sorte qu'ultimement, on soit disposé favorablement vis-à-vis de toute éventualité, aussi improbable puisse-t-elle être ou paraître. À la différence de la prédiction qui exclut et sélectionne d'emblée certains possibles en fonction de leur probabilité, « l'art de la longue vue » vise donc très spécifiquement à susciter l'ouverture cognitive et émotionnelle face à un éventail aussi large que possible (sinon complet) de scénarios futurs. Pour en venir à un tel niveau d'ouverture, et bien que Schwartz (1991) ne l'énonce pas en ces termes précis, la démarche de scénarisation doit en principe incarner ce que l'on conçoit aujourd'hui comme un processus transdisciplinaire de production de connaissances : par la voie d'un tel processus, non seulement les frontières traditionnelles de la recherche universitaire seraient transcendées pour inclure la participation d'acteurs non académiques, mais se trouveraient simultanément transcendées une série de frontières plus fondamentales telles que la tension entre cause/effet ou fait/valeur par exemple [CAR 2010]

En vertu du principe corolaire du *non-investissement*, Schwartz insiste par ailleurs sur l'importance de demeurer vigilant face à la forte propension du regard à se fixer, une fois les scénarios engendrés. Ainsi, plutôt que d'encourager les individus à se saisir de la connaissance produite pour exercer leur emprise sur le monde et le façonner, il insiste sur l'importance de s'incarner dans les futurs scénarisés, comme si l'on répétait une pièce de théâtre dont l'histoire est incertaine et incontrôlable : « l'art de la longue vue » consiste ainsi à « revoir les événements simulés comme si vous étiez déjà en train de les vivre. » [SCH 1991]. Tel que le concède Schwartz, il existe « une tentation presque irrésistible de choisir un scénario parmi tous, et de dire : 'Voici le futur auquel nous croyons. Les autres sont aussi intéressants. Mais ils ne sont pas pertinents. Nous suivrons ce scénario' » [SCH 1991]. Mais le but de la planification par scénario est de suspendre notre incrédulité vis-à-vis une variété de futurs qui nous semblent improbables, de sorte qu'il devienne finalement « possible de se préparer à l'impossible. » [SCH 1991]. Il s'agit d'un état d'esprit grâce auquel l'impensable devient appréhendable, et ses signes

annonceurs reconnaissables. Grâce à lui, en somme, l'on devient apte à « opérer dans un monde incertain » [SCH 1991], ce qui n'équivaut pas à construire le monde [SCH 1991].

Suivant ces derniers principes et d'autres encore qui fondent en théorie « l'art de la longue vue » selon Schwartz, la démarche du NAE s'est déroulée sur trois ans, entre 2001 et 2004, et a mobilisé un vaste spectre de perspectives portées par des acteurs issus de sphères d'activité et de milieux divers. Dans le rapport final - *The Engineer of 2020*- ne reste plus cependant de ces principes théoriques que leur évocation formelle, qui contribue apparemment davantage à construire la crédibilité du discours qu'à pratiquer l'art de la longue vue. Parmi les principes qui sont évacués, ceux de l'*ouverture* et du *non-investissement* de la scénarisation donnent tout particulièrement à voir comment le discours construit une transdisciplinarité par laquelle se borne un nouvel horizon de collaboration et de connaissance, dont la ligne de démarcation sépare les perspectives qui adhèrent au principe d'un changement technologiquement déterminé, tout en excluant les autres.

4.2. *The Engineer of 2020, ou la « mise en instrument » de la théorie de la prospective*

Dans ce rapport, quatre scénarios prospectifs sont élaborés. Chacun des scénarios est décrit en quelques lignes dans son introduction, les versions intégrales étant reléguées en annexe pour ne plus être appelées en référence à aucun autre moment du texte principal. Difficile, dans ces circonstances, de percevoir en quoi le travail de scénarisation a soutenu les propositions qui constituent le rapport. Nonobstant son fondement formel dans les principes de Schwartz, le discours fait état de l'ampleur des changements technologiques prévisibles d'ici 2020, en suggérant qu'aucun futur n'est envisageable au sein duquel la technologie ne serait pas le cœur de toute chose. D'emblée, au moins un scénario incontournable manque donc au portrait : car qu'en est-il de la possibilité – même improbable – selon laquelle l'élément technologique ne constituerait pas le cœur ni ne déterminerait le rythme de toute solution, face aux « grands enjeux » du temps présent? Quoi qu'il advienne – comprend-on –, le rôle de l'ingénieur devra être central. Et bien qu'il soit formellement énoncé que « le bénéfice de l'approche par scénario a été d'éliminer le besoin d'en venir à un consensus sur un futur unique et d'ouvrir la réflexion pour inclure de multiples possibilités » [NAE 2004], le corps du texte en quatre chapitres n'en constitue pas moins une vision unique, et même fermée du futur – un futur qui, ultimement, se construit par et pour « la gloire de l'ingénieur ». Tel que le concède le discours, « les deux derniers chapitres expriment un optimisme audacieux pour la profession d'ingénieur, à la condition que celle-ci accepte de confronter les possibilités du futur et de s'y préparer. » [NAE 2014]. À l'encontre des principes de Schwartz [1991], ne s'agit-il pas là, précisément, de la fermeture sur un scénario qui s'opère, et d'une recommandation large en vue de son investissement par la profession ?

Afin de percevoir en quoi cette *fermeture* et cet *investissement* donnent lieu à une transdisciplinarité sélective - au sens où elle induit une frontière plutôt que de la transcender - nous concentrons notre regard sur ces deux derniers chapitres, qui décrivent respectivement une déclaration d'aspirations pour l'ingénierie de 2020, et une liste des attributs permettant à l'ingénieur diplômé d'être à la hauteur de cette réalité *telle qu'elle sera* [NAE, 2004]. Au premier abord, la rhétorique qui y prévaut en est une d'ouverture et d'amélioration de l'« être » ingénieur : pour être à *la hauteur*, celui-ci devra aspirer à une vision et à des compétences nouvelles⁷. Par le biais de nouveaux modèles tels que ceux de

⁷ "It is appropriate that engineers are educated to understand and appreciate history, philosophy, culture, and the arts, along with the creative elements of all of these disciplines. The balanced inclusion of these important aspects in an engineering education leads to men and women who can bridge the "two cultures" cited by the author C.P. Snow (1998). In our increasingly technological society, this is more important now than in the 1950s when Snow identified the issue. [...] Our aspiration is to shape the engineering curriculum for 2020 so as to be responsive to the disparate learning styles of different student populations and attractive for all those seeking a full and well-rounded education that prepares a person for a creative and productive life and positions of leadership." [NAE 2004]

« l'ingénierie verte »⁸, mais surtout d'une « ingénierie sans frontière », il faudra contrer l'écueil d'une profondeur de connaissance qui s'acquiert non seulement par une perte d'étendue, mais aussi par une perte de vue des phénomènes aux frontières, laquelle perte correspond à autant d'occasions ratées de créativité et d'inventivité. Une « ingénierie sans frontière » [NAE 2004], donc : au sens où ses frontières seraient de plus en plus ouvertes, englobantes, généreuses. Car pour relever « le défi d'un futur où l'interdisciplinarité sera assurément cruciale pour la résolution des problèmes complexes » [NAE 2004], l'ingénierie devra se donner les moyens « d'embrasser rapidement les potentialités offertes par la créativité, l'invention, et l'inter-pollinisation disciplinaire pour créer et accueillir de nouveaux domaines d'activité, incluant ceux qui requièrent une ouverture aux efforts interdisciplinaires avec des disciplines non-ingénieures [...] » [NAE 2004].

Ainsi déclinée, ladite « ingénierie sans frontière » et l'ouverture inter- ou transdisciplinaire de l'ingénieur qu'elle implique renvoient à la convergence par laquelle s'« intègrent la connaissance, les outils et les manières de penser des sciences de la vie, des sciences physiques, mathématiques et de l'informatique, des disciplines de l'ingénierie, *et au-delà* » [NAE 2004, accent ajouté], en vue de stimuler l'innovation technologique *disruptive*, et d'ainsi offrir un paradigme radicalement nouveau pour la résolution des « grands enjeux » du temps présent [DUP 2004]. Une altérité épistémologique plurielle est nommée et incluse à travers cet « au-delà » que l'on devine correspondre aux domaines des sciences sociales, et même de l'art. Mais la question se pose de savoir si une telle « intégration » aux frontières [NAE 2004] – aussi dite « inter-pollinisation disciplinaire » par le NAE [2004] – n'aboutit pas nécessairement à l'évacuation de l'une des potentialités cruciales de l'inter- et du transdisciplinaire : soit celle de la mise au jour par l'art du caractère fondamentalement paradoxal des technologies numériques, ainsi que sa confrontation. Reprenant les mots d'Armand Mattelart, ce serait dire qu'à travers une telle « intégration » aux frontières, c'est « l'existant [qui se] naturalis[e] comme horizon indépassable » [MAT 2009].

Même si, apparemment généreuses, les frontières internes et externes de l'ingénierie se brouillent et deviennent de plus en plus perméables aux projets d'autres domaines d'activité [WIL 2002, DOW 2005], cela s'effectuerait donc en quelque sorte malgré elle, sous « l'effet d'interfaçage » du « langage digital commun » institué par le génie informatique [WIL 2002]. Rosalind Williams [2002] illustre ce phénomène de brouillage aux frontières à partir du cas – désormais typique au sein des écoles et facultés de génie – de la *Biological Engineering Division* au MIT ; mais le phénomène les dépasse largement [Bec 2008] :

« Nowhere is [this phenomenon] more evident than in the trading zone of biology and engineering. [...] A major factor in the success of this trading zone –and more generally a major factor in the rise of techno-scientific mixes – is the role of information technology in providing a common, readily transferable language. [...] The interfacing effect of a “common digital language” is seen throughout MIT, not just in biology-related areas. All engineering departments are becoming, in some form or other, to greater or lesser extent, departments of applied information technology. [...] Almost all engineering departments are trying to recruit what are charmingly called “computer science types” – adepts in the *lingua franca* of technoscience. Such types bring generalizing power to the department, but also tend to undermine departmental identity. It is hard to find someone who is expert in widely applicable computer-based systems and who is also interested in a particular industry or site associated with an engineering discipline. [...] In the form of a common digital language, technology dissolves the familiar boundaries of engineering. It also lifts engineering, once the most down-to-earth of professions, from its familiar ground of materiality, endowing it

⁸ “Green engineering is the design, commercialization, and use of processes and products that are feasible and economical while minimizing the generation of pollution at the source and the risk to human health and the environment (National Science Foundation, 2003). [...] The principles point to systems-based strategies and holistic approaches that embed social and cultural objectives into the traditional engineering focus on technical and economic viability.” [NAE 2004]

with a new and ghostly lightness of being. Fewer and fewer faculty members in engineering actually make things or build things. More and more work with symbols and models. In a sense they are still working with machines, of course, but the meanings of both engineering and machinery are redefined when machines process information rather than matter. » [WIL 2002]

En somme, et plus largement encore, le processus d'intégration disciplinaire ici en cause en est un d'expansion idéologique qui dépasse largement l'ingénierie, tout en lui étant crucialement tributaire : à travers lui, même les choix politiques apparemment les plus totalement tributaires de processus politiques (par opposition à « processus techniques ») deviennent subrepticement des « problèmes à résoudre », tel que l'illustre actuellement les dynamiques politico-technologiques qui sous-tendent les villes numériques, soit toutes les villes [PIC 2015]; « cependant que la « technologie » accroît sa portée rhétorique, celle de l'« ingénierie » s'amenuise » [WIL 2002] ; mais surtout, la portée rhétorique de la « forme-problème » en vient à déborder silencieusement les frontières de l'ingénierie pour inféoder le politique à l'idée d'une pure potentialité toujours existante, et à découvrir collectivement. De sorte que tout se passe comme si le personnage de l'ingénieur agissait désormais en tant que médiateur symbolique invisible, au carrefour des flux du sens entre les deux types d'inéluçabilités technologiques : c'est-à-dire qu'après la « Métamorphose du bourgeois » [ELL 1998] au 20^e siècle, nous assisterions aujourd'hui en quelque sorte à la métamorphose de l'ingénieur. Comme si ce dernier se tenait dans l'interstice qui sépare, tout en les reliant, les rapports incompatibles de nos sociétés modernes aux technologies, le discours de *The Engineer of 2020* (ou ses analogues) s'empreint à son tour du paradoxe et le diffuse, tout en lui donnant un tour existentiel emblématique du temps présent : même s'il est ontologiquement impossible pour l'ingénieur que la « technologie » soit autonome, elle le devient, pour et par lui, également; et même s'il est ontologiquement impossible pour le Politique de se résoudre à la manière d'un problème technique, ce dernier en vient néanmoins à englober l'univers du premier, inéluçablement.

La rhétorique de la technologie et l'idéologie de l'histoire qui la sous-tend seraient donc en expansion : la technologie serait non plus un élément de l'histoire, mais son fondement même [WIL 2002]. Corollairement, l'ingénierie institutionnelle serait en « désintégration expansive » ; en voie de disparaître en tant que profession cohérente et indépendante, se définissant par le biais de relations bien comprises à l'industrie, aux autres organisations sociales et au monde matériel : « Engineering is « ending » only in the sense that nature is ending: as a distinct and separate realm » [WIL 2002].

D'où l'ambiguïté ontologique palpable dans *The Engineer of 2020*, et bien au-delà (à des degrés qui varient en fonction des contextes nationaux), au sein des professions contemporaines de l'ingénierie. Mais en même temps, une telle ingénierie sans frontière qui embrasse si largement qu'elle se désintègre devient le Politique en soi : ainsi inféodé, celui-ci ne peut plus se concevoir comme étant lui-même embrassée par la « forme-problème », ni concevoir cette dernière comme ayant une limite ou un fondement paradoxal. Du point de vue adopté dans le cadre de cet article, cela aboutit (ou contribue, à tout le moins) à la dominance d'une interdisciplinarité à sens unique, ou tronquée, où l'art – de la même façon que les perspectives en sciences sociales qui le mobilisent en tant que source de connaissances – peut effectivement nourrir les problèmes, mais ceux-ci restent pensés par d'autres (dont des ingénieurs). C'est en ce sens que l'art, tout en étant effectivement conviés aux processus de problématisation, n'a pas pour autant droit de cité en leur sein, sur le plan de l'expérience paradoxale à laquelle il donne accès. Mise à contribution dans l'appareillage conceptuel et idéologique historiquement porté par l'ingénieur – c'est-à-dire dans l'appareillage de la « forme-problème » et de la pure potentialité qu'elle incarne a priori –, l'interdisciplinarité est confinée à un rôle utilitaire qui la légitime en tant qu'habilité à répondre à l'injonction contemporaine de produire des solutions, tout en la tronquant de son apport essentiel. Tuées ou discréditées avant même qu'elles n'aient pu laisser entrevoir leur pouvoir de re-symbolisation du rapport société-technologie, ces voix et perspectives alternatives de l'interdisciplinarité ne s'instituent donc plus (ou pas encore) en « lignes de fuite » [DEL 1989].

5. La Science-fiction comme émancipation de la « forme-problème »

En définitive, c'est le rapport que nous entretenons et voulons entretenir avec la « technologie » qui n'est pas questionné par la mise en « forme-problème ». L'hypothèse de l'inéluctabilité du changement technologique consiste en fait à soustraire le développement technologique aux processus d'orientation politique pour laisser libre cours aux choix discrétionnaires des acteurs qui en ont la maîtrise. La réflexion se trouve orientée et déterminée par ce présupposé d'inéluctabilité du changement technologique : mais c'est ce présupposé qui invite, qui convie et incite, et par le fait même sélectionne, proscrit, congédie, et trie sur le volet les différentes propositions. Si bien que l'espace de la réflexion est conditionné et paramétré selon l'adhésion préalable à l'idée d'un futur certes à façonner, mais nécessairement technologique. Ce changement technologique conçu comme fatalité opère comme mécanisme de contrôle de l'accès aux débats sur les grands enjeux.

D'où l'urgence de réinvestir les imaginaires au-delà de « forme problème » pour rouvrir des possibles occultés par les discours de révolutions technologiques. De ce point de vue, la science-fiction offre un potentiel qui n'a pas véritablement été exploité par les scientifiques et les ingénieurs [GEN 2017]. Pour entrevoir celui-ci, il est nécessaire de la replacer dans le courant plus large des utopies qui déclinent depuis toujours la question du « et si... », et d'élargir le corpus des œuvres où les scientifiques et les ingénieurs puisent leur inspiration.

Comme le relate Musso, l'utopie a changé de nature et de signification au cours de l'histoire. Elle a longtemps renvoyé à un âge d'or révolu peuplé de dieux [MUS 2010]. Avec la découverte de l'Amérique, c'est le dépaysement qui permet à More, Campanella ou Bacon de mettre en scène des cités idéales incarnant des utopies scientifiques et politiques. Au XVIII^e siècle, l'utopie sert de vecteur à la critique sociale, mais incarne également les espoirs du progrès. Alors que la révolution industrielle s'amorce, plusieurs utopies économiques, sociales et politiques voient le jour sous la plume de Jean-Baptiste Say, Charles Fourier, Robert Owen, Etienne Cabet ou Saint-Simon [MUS 2010]. Mais lorsque se déploient en France les révolutions sociales et ouvrières des années 1830, ces utopies vont progressivement être remplacées par une nouvelle génération d'œuvres : les utopies technoscientifiques.

C'est qu'il fallait trancher entre deux conceptions politico-théoriques pour penser le changement : soit celui-ci résulterait de nouveaux rapports sociaux, soit il serait induit par le développement de réseaux techniques : « donner le primat au politique ou à la technique, à la conflictualité ou à l'« association universelle », et finalement au « communisme » ou à la « communication » » [MUS 2010]. L'*inflexion* de l'utopie traduit donc une prise de pouvoir technocratique qui évacue l'utopie sociale et socialiste de telle sorte que le changement social se voit réduit aux réalisations techniques [MUS 2010]. La conflictualité politique y est écartée au profit d'une célébration du progrès technique et de la révolution industrielle alors que se structurent les chemins de fer et le télégraphe [MUS 2010].

La ligne socialiste de transformation visant l'utopie politique a donc cédé le pas à l'utopie techniciste des grands réseaux, qui sont érigés en outils de démocratie et d'égalité : « Améliorer la communication [...] c'est faire de l'égalité et de la démocratie. Des moyens de transport perfectionnés ont pour effet de réduire les distances non seulement d'un point à un autre, mais également d'une classe à une autre » [CHE 1838 cité par MUS 2010]. L'innovation technique permet ainsi de faire l'économie de la transformation via les canaux politique dans un « mythe moderne [qui] s'est imposé et sera réactivé à l'occasion de chaque grande innovation réticulaire, annonciatrice d'une nouvelle révolution sociale et économique, de l'électricité à internet » [MUS 2010]. En posant la technique comme vecteur déterminant du changement social, la problématique utopique est passée du champ politique au champ technique (Musso, 2010, p. 8). Le politique se voit ainsi occulté au profit d'un pouvoir technocratique et financier aux mains d'ingénieurs dont les visages se multiplient sans cesse :

« La politique de l'avenir aura pour objet l'administration des intérêts matériels de la société; les hommes généraux de l'industrie, les banquiers et les ingénieurs, seront alors des

hommes politiques à titre au moins égal à celui des raisonneurs, des règlementeurs. Nos efforts doivent tendre dès aujourd'hui à leur révéler le caractère politique qui est en eux et qu'ils ne sentent pas » [Article du Globe, 16 décembre 1831, cité par MUS 2010].

« Paradis des ingénieurs », la nouvelle utopie technologique – idéologie à la fois normative et utilitaire – est opérée à travers la « forme-problème ». Elle s'incarne dans l'exploration de nouveaux mondes, dans la mise au point de nouvelles technologies, mais aussi dans des architectures politiques caricaturales. Selon Musso, elles sont moins destinées à critiquer qu'à fasciner ou à effrayer [MUS 2010]. Si bien qu'elles ont pour effet de dresser l'un contre l'autre technophiles et technophobes. Mais surtout :

« La techno-utopie est [...] devenue une idéologie de la fatalité technologique, ce nouveau grand *fatum* contemporain. La technique est devenue la fin et le moyen pour penser et réaliser la transformation sociale, voire les révolutions de notre temps. Elle peut être qualifiée d'utopie idéologique : son mouvement n'est qu'apparence de ruptures car elle fait l'économie des utopies de la transformation sociale.

Tel est le propre de la fétichisation. Inutile de penser de nouvelles utopies sociales, l'utopie technologique se chargerait de réaliser le changement [...].

La critique de cette puissante techno-utopie idéologique suppose le triple refus du fétichisme, du déterminisme et du progressisme techniciste. Elle rejeterait la réification de la technique qui affirme son extériorité sociale avant de l'imposer en retour comme la causalité fatale des bouleversements sociaux et environnementaux. Si un peuple libre est un peuple qui peut encore imaginer autre chose que ce qu'il est, le défi est de réinventer l'utopie sociale, culturelle et politique contre la techno-utopie idéologique contemporaine » [MUS 2010].

Or, s'il est exact que les utopies technologiques prolifèrent [MUS 2010], de nombreuses œuvres de science-fiction se situent en marge de cette techno-utopie. Elles proposent des réflexions essentiellement politiques, qui peuvent nourrir une compréhension approfondie ou renouvelée des dynamiques sociales. Cette lecture alternative est d'autant plus efficace pour transformer les représentations sociales qu'elle passe par les affects et la narration immersive que permet le roman.

« Le procédé dramatique est en cela supérieur à l'énoncé conceptuel puisque lui seul suscite les ressentis à travers lesquels se manifeste le jugement moral. Or, le rôle des émotions dépasse largement le cadre moral puisque, comme l'explique le neuroscientifique Antonio Damasio, les affects sont imbriqués dans les processus cognitifs si bien que les émotions que convoque la fiction participent d'une connaissance plus générale. En sollicitant les dimensions inconscientes et affectives du jugement, l'expérience de pensée que permet la fiction va donc bien au-delà d'un exercice purement intellectuel et nourrit une connaissance plus ancrée parce qu'arrimées aux émotions » [GEN 2016].

La question du genre et la science-fiction féministe en est un bon exemple. En inventant des mondes à sexe unique (comme Herland, de Charlotte Perkins Gilman en 1915 ou plus récemment *La Main gauche de la nuit* d'Ursula Le Guin en 1969) ou multiple, cette littérature a illustré des possibles qui ont tout à la fois contesté les rapports sexistes et inspiré une perspective égalitaire du genre⁹. Selon Evans et malgré le patriarcat qui a longtemps dominé le genre (Vonarburg, dans *Geekosphie*), peu de médiums ont été aussi efficaces pour articuler les aspirations du féminisme en mettant en scène des

⁹ Evans cite notamment *L'Autre moitié de l'homme* de Joanna Russ 1970, *Woman on the Edge of Time* de Marge Piercy année, *Leviathan's Deep* de Jayge Carr, *The Wanderground* de Sally Gearhart année, et *Suzy McKee Charnas, La Main gauche de la nuit d'Ursula K. Le Guin*.

mondes libérés du sexisme ou des utopies dépassant les genres, des spéculations susceptibles d'ébranler nos certitudes et nos idées reçues [EVA 2014].

Mais ce sont les dimensions de découverte, d'aventure et de conquête qui sont le plus souvent mises en exergue lorsqu'on évoque la science-fiction, ce qui renforce non seulement une perspective techniciste, mais aussi masculine de la science-fiction (Geekosophe, 2018). Dans la foulée, on met l'accent sur la perspective rationnelle, la précision et la technologie des œuvres au détriment de l'exploration morale, politique et symbolique que permet l'immersion narrative dans un monde alternatif. Or, si les romans de Joanna Russ, Marge Piercy, Ursula K. Le Guin et Octavia Butler ont accompagné le féminisme de la fin du XXI^{ème} siècle, même une œuvre comme *Star Trek* questionnait les relations interraciales, l'impérialisme et la guerre froide [EVA 2014].

Certains commentateurs avancent que les œuvres de science-fiction proposée par des femmes offrent souvent une dimension très réflexive de la société (La Geekosophe, 2018). Des œuvres féministes ont mis en scène des univers dystopiques tel que *Swastika Night* de Katharine Burdekin ou *La servante écarlate* de Margaret Atwood. Ces dernières années, plusieurs autrices ont contribué au renouveau de dystopies essentiellement sociales et politiques : *Hunger Games* de Suzanne Collins ou *Divergente* de Veronica Roth, *Diabolic* de SJ Kincaid, *Destiny* de Cecelia Ahern, ou encore *Le pouvoir* de Naomi Alderman.

« Certains récits font la part belle à l'étude anthropologique et sociologique que permet le roman d'anticipation, la beauté du 'et si c'était différent' qu'aime tant Élisabeth Vonarburg. Mary Doria Russel n'hésitera pas dans le moineau de Dieu à évoquer la culture des extra-terrestres rencontrés par ses héros. Aspects culturels, traditions et langage sont disséqués avec précision, l'auteur étant elle-même anthropologue. Une bonne partie de l'œuvre d'Ursula Le Guin repose sur ce même souci du détail, cette même observation de la société, particulièrement visible dans *La main gauche de la nuit* » (La Geekosophe, 2018).

Mais les auteurs masculins explorent eux aussi la nature humaine et les rapports sociaux, comme dans *The Story of Your Life* (1998) de Ted Chiang adapté au cinéma par Denis Villeneuve dans *Arrival* (2016) ou encore la série *Uglies* de Scott Westerfeld à propos des dictats de la beauté. Bref, la science-fiction regorge d'œuvres susceptibles d'émanciper le scientifique et l'ingénieur d'une perspective techniciste de la société et de son avenir. Il y a donc tout intérêt à mieux mettre en valeur le corpus socio-politique de la science-fiction tout comme d'insister sur une lecture politico sociale des œuvres qui s'inscrivent néanmoins dans un courant techno-utopique. Cela est d'autant plus vrai que loin des techno-utopies optimistes dans lesquelles elle s'est tout d'abord incarnée, la science-fiction approfondit aujourd'hui les effets sociaux des technologies en mettant en scène des sociétés toujours traversées par des rapports sociaux redéfinis. Par ailleurs, la science-fiction peut certainement être mobilisée dans l'art de la longue vue à laquelle nous convie Schwartz.

6. Conclusion

Si l'ingénierie constitue l'archétype historique de la « forme-problème », celle-ci prévaut de nos jours plus largement et bien au-delà de l'ingénierie. L'hypothèse corrolaire de l'inéluçtabilité du changement technologique a pour effet de soustraire le développement technologique aux processus d'orientation politique pour laisser libre cours aux choix des acteurs (experts) qui en ont la maîtrise ; mais elle alimente également des processus qui, sous couvert d'un pluralisme épistémologique superficiel, rejettent les prémisses heuristiques de disciplines qui permettraient de penser le social et les défis de l'humanité autrement.

Même lorsque l'art et les sciences sociales sont mobilisés dans une démarche d'interdisciplinarité, l'espace de la réflexion est conditionné et paramétré suivant l'adhésion préalable à l'idée d'un futur pensé comme « problème à résoudre » qui discrédite leurs apports les plus radicaux, et potentiellement

aussi les plus féconds. La solution technologique opère comme un mécanisme de contrôle de l'accès aux débats sur les grands enjeux collectifs auquel doivent se soumettre tout autant l'art que les sciences sociales si elles espèrent avoir voix au chapitre. Ainsi, l'ouverture qui s'opère effectivement à travers des modalités les plus innovantes échoue à (re)symboliser le réel. Or, la science-fiction pourrait possiblement participer au renouvellement heuristique qu'interdisent la forme-problème tout comme l'hypothèse de l'inévitabilité technologique [DUP 2004].

En posant la technique comme vecteur déterminant du changement social, la problématique utopique s'était refermée sur un mouvement oscillatoire binaire entre l'ordre social et son contraire, le désordre. Mais après être passée du champ politique au champ technique [MUS 2010], l'utopie s'empare aujourd'hui d'enjeux sociopolitiques irréductibles à la solution technologique ; y est dépeint un pouvoir technocratique et financier, où les ingénieurs occupent bien souvent des positions paradoxales, jusqu'à incarner des rebelles en rupture avec les institutions formelles de l'ingénierie.

Bibliographie

- [BEC 2008] Beck, U., *La société du risque : Sur la voie d'une autre modernité*, Éditions Flammarion, Paris, 2008.
- [BRA 2005] Bradfield R. W. G., G. Burt, G. Cairns, K. Van Der Heijden, "The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning", *Futures* 37: 795-812, 2005.
- [CAB 2011] Cabantous, L. et J-P., "Rational Decision Making as Performative Praxis: Explaining Rationality's *Éternel Retour*", *Organization Science* 22 (3): 573-586, 2011.
- [CAR 2010] Carew A. L., F. Wickson, "The TD Wheel: A heuristic to shape, support and evaluate transdisciplinary research", *Futures* 42: 1146-1155, 2010.
- [DEL 1989] Deleuze, G., « Qu'est-ce qu'un dispositif », dans *Michel Foucault Philosophe : Rencontres internationale 1988*, Seuil / Des travaux, Paris, p. 185-195, 1989.
- [DOB 2015] Dobbs, R., J. Manyika et J. Woetzel, *The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype*. McKinsey Global Institute (MGI), 2015.
- [DOW 2005] Downey, G., "Are Engineers losing control of technology? From 'Problem Solving' to 'Problem Definition and Solution' in Engineering Education". *Chemical Engineering Research and Design* 83(A6): 583-595, 2005.
- [DUP 2004] Dupuy, J.-P., « Quand les technologies convergeront », *Revue du MAUSS*, 2004/1 no 23, p. 408-417, 2004.
- [GEN 2016] Gendron C. et R. Audet. 2016. L'environnement au prisme de la science-fiction. De la dystopie à la reconstruction du rapport Homme-Nature dans les sociétés postécologiques, *Futuribles*, Juillet-Aout 2016.
- [GEN 2017] Gendron C. Ivanaj S. Girard B. et M.-L. Arpin. 2017. « Science-fiction literature as inspiration for social theorizing within sustainability research », *Journal of Cleaner Production*, Volume 164, 15 October 2017, Pages 1553-1562.
- Graz, J.-C. (2003). "How Powerful are Transnational Elite Clubs? The Social Myth of the World Economic Forum", *New Political Economy* 8: 321-340.
- [IAN 2014] Iansiti, M., K. R. Lakhani, *Digital Ubiquity: how connections, sensors, and data are revolutionizing business (digest summary)*. Harvard Business Review, 92(11), 91-99, 2014.
- [JAR 2005] Jarzabkowski, P., *Strategy as practice: An activity based approach*. Sage, 2005.
- [KER 2013] Kereluik, K., P. Mishra, C. Fahnoe, L. Terry, "What Knowledge Is of Most Worth", *Journal of Digital Learning in Teacher Education* 29: 127-140, 2013.
- [KLE 2014] Klein, J. T., "Discourses of Transdisciplinarity: Looking Back to the Future", *Futures* 63: 68-74, 2014.
- [KOH 2018] Kohn Rådberg, K., Lundqvist, U., Malmqvist, J., & Hagvall Svensson, O., "From CDIO to challenge-based learning experiences—expanding student learning as well as societal impact?." *European Journal of Engineering Education*, 2018.
- [MAT 2009] Mattelart, A., *Histoire de la société de l'information*. Paris, La Découverte, 2009.
- [MOT 2016] Mote Jr, C. D., Dowling, D. A., & Zhou, J., The power of an idea: the international impacts of the grand challenges for engineering. *Engineering*, 2(1): 4-7, 2016.

- [MUS 2010] Musso, P., *Saint-Simon, l'industrialisme contre l'Etat*. La Tour d'Aigues : Nouvelles éditions de l'Aube, 2010.
- [NAE 2004] National Academy of Engineering (2004). *The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century*, Washington, National Academies Press, 118 pp.
- [NAE 2014] National Academy of Science (2014). *Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond*. The National Academies Press, Washington D. C.
- [PIC 2015] Picon, A., *Smart Cities: A Spatialised Intelligence*, John Wiley & Sons, Chichester (United Kingdom), 2015.
- [SCH 2016] Schwab, K., *The fourth industrial revolution*, Geneva: World Economic Forum, 2016.
- [SCH 1991] Schwartz, P., *The Art of the Long View*. Currency Doubleday, New York, 1991.
- [VAR 2010] Varum, C. A. and C. Melo, "Directions in scenario planning literature – A review of the past decades." *Futures* 42(4): 355-369, 2010.
- [VER 1993] Vérin, H., *La gloire des ingénieurs : l'intelligence technique du XVIIe au XVIIIe siècle*, Éditions Albin Michel, Paris, 455 p., 1993.
- [WIL 2002] Williams, R., *Retooling: A Historian Confronts Technological Change*, The MIT Press, Cambridge, MA and London, 2002.
- [WIS 2012] Wisnioski, M., *Engineers for Change: Competing Visions of technology in 1960s America*, Massachusetts Institute of Technology Press, United States, 286 p., 2012.