



HAL
open science

Récits et modélisation

Ugo Bellagamba, Éric Picholle, Estelle Blanquet, Daniel Tron

► **To cite this version:**

Ugo Bellagamba, Éric Picholle, Estelle Blanquet, Daniel Tron. Récits et modélisation : Actes des douzièmes Journées interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, 18-21 mai 2018. Sciences et fictions à Peyresq, 12, Editions du Somnium, 2020, Sciences et fictions à Peyresq, 978-2-918696-01-8. halshs-04040556

HAL Id: halshs-04040556

<https://shs.hal.science/halshs-04040556>

Submitted on 22 Mar 2023

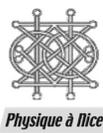
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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

Copyright

RÉCITS & MODÉLISATION

*Les Journées interdisciplinaires
Sciences & Fictions de Peyresq*
sont organisées par
Université Côte d'Azur,
l'INSPÉ de l'Académie de Bordeaux (Université de Bordeaux),
l'Université François-Rabelais de Tours
et l'association *Physique à Nice*,
avec le soutien de l'association
ASBL Nicolas-Claude Fabri de Peiresc «Foyer d'Humanisme»,
du Centre de Recherche en Histoire des Idées (CRHI, Nice),
le Laboratoire Cultures - Éducation - Sociétés (LACES, Bordeaux),
l'Institut de Physique de Nice (INPHYNI),
de la Maison de la Modélisation, de la Simulation et des Interactions
(MSI) d'Université Côte d'Azur et
de la Maison des Sciences de l'Homme et de la Société (MSHS) Sud-Est.



ISBN : 978-2-918696-01-8

Dépôt légal : novembre 2020

© Somnium 2020 Tous droits réservés.

Conception graphique : Anouk Arnal

Éditions du Somnium

Boondock, 2082 route des Condamines, 06670 Saint-Martin-du-Var

<http://somniumeditions.fr>



RÉCITS & MODÉLISATION

*Actes des douzièmes Journées interdisciplinaires
Sciences & Fictions de Peyresq, 18-21 mai 2018*

Ouvrage dirigé par
Ugo Bellagamba, Estelle Blanquet,
Éric Picholle & Daniel Tron

Synthèse des sessions par Éric Picholle

Éditions du Somnium

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS : Il serait une fois...	13
PRÉAMBULE : Le Modèle n'est pas le territoire <i>par</i> Éric Picholle	19
ENCADRÉ : <i>Aristote, théoricien de l'uchronie ?</i> <i>par</i> Daniel Tron	30
SESSION 1 : Modéliser le futur : prospective, anticipation, modélisation (lancement : Pascal J. Thomas)	37
<i>Petite géographie disciplinaire</i>	39
<i>Modéliser le futur ?</i>	43
<i>La Machine à explorer le temps</i>	46
<i>Des modèles pour comprendre ?</i>	48
<i>Connu vs. inconnues</i>	50
<i>Modélisation vs. prédictions</i>	51
<i>Mettre à l'épreuve notre compréhension du monde</i>	52
<i>Rétroactions et responsabilités</i>	54
SESSION 2 : Techniques de modélisation narrative (lancement : Simon Bréan)	57
<i>1984, narration-paradigme</i>	60
<i>Mobiliser l'exemple du nazisme</i>	64
<i>1984, modèle ou simulation ?</i>	65
<i>Stratégies narratives d'Orwell</i>	67
<i>Aventures à la Bat Durston vs. Chroniques martiennes</i>	68
<i>Dune comme mauvais exemple</i>	70
<i>Modélisation préalable et modélisation construite</i>	71
<i>Une théorie mathématique, ce n'est qu'une narration !</i>	74
<i>Modélisations hard science : cohérence interne et référents externes</i>	76
<i>Muthos vs. Logos</i>	78
ARTICLE : Traduire la terminologie de science-fiction : réflexions sur une modélisation <i>par</i> Alice Ray	79

SESSION 3 : Systèmes humains complexes	
(lancement : Franck Grammont)	91
<i>Émergence vs. noyaux durs</i>	92
<i>Émergence du sens et uchronies</i>	94
<i>Modéliser le vivant</i>	96
<i>Intelligence de proximité et plasticité cérébrale</i>	98
<i>Modéliser la pensée</i>	100
<i>Un tournant psychologique de la SF</i>	103
<i>Westworld, un monde de rupture(s)</i>	105
<i>Polysémie</i>	107
SESSION 4 : Récits et apocalypses climatiques	
(lancement : Frédérique Rémy)	109
<i>Hiver nucléaire et changements climatiques provoqués</i>	112
<i>Le remède pire que le mal ?</i>	116
<i>Prise de conscience</i>	119
<i>Avant nous, le Déluge</i>	120
<i>Virus anciens et nouveaux</i>	124
<i>Dépassements du rêve</i>	125
<i>Solidarité vs. aveuglement</i>	127
<i>Du Somnium à la post-vérité ?</i>	130
ENCADRÉ 1 : <i>Fiction ou scénario scientifiquement fondé ?</i>	123
ENCADRÉ 2 : <i>Quelques catastrophes climatiques originales</i>	132
ARTICLE : Le Jour où les immeubles s'arracheront	
comme les carottes	
par Frédérique Rémy	133
ARTICLE : L'Essai nucléaire Trinity (1945) et les risques	
d'embrasement de l'atmosphère : entre spéculations SF,	
modélisation scientifique et hubris physicienne	
par Éric Picholle	157
SESSION 5 : Faisceaux de scénarii plausibles :	
quel rôle pour la narration climatique ?	
(lancement : Éric Picholle)	167
<i>Faire ce que l'on veut, modéliser ce que l'on peut...</i>	172
<i>Non linéarités et boucles de rétroaction</i>	174
<i>Déplacer les consensus</i>	176
<i>La question du comment en littérature...</i>	178
<i>... et en sciences</i>	181
<i>Des outils pour changer les comportements</i>	182

<i>Mad Max et les pingouins</i>	184
<i>Solarpunk</i>	186
<i>L'adaptation au changement climatique, un enjeu moral ?</i>	188
<i>Donner du sens</i>	190
<i>Ouvrir le GIEC à des approches non conventionnelles ?</i>	191
ENCADRÉ : <i>Un exemple de modélisation scientifique : les stations d'épuration</i>	175
ENCADRÉ : <i>Les groupes de travail du GIEC</i>	193
ARTICLE : <i>Modèles du développement scientifique par Jean-Luc Gautero</i>	195
SESSION 6 : Du cyberpunk aux Big Data	
(<i>lancement : Claude Ecken</i>)	225
<i>Deep learning vs. yeux rouges</i>	226
<i>Tableaux noirs cyberpunks</i>	228
<i>Le garage du magicien Woz</i>	229
<i>L'imaginaire de la matrice</i>	232
<i>Événements rares</i>	233
<i>Seuils de données et intelligence artificielle</i>	234
<i>Athlètes virtuels et magie originelle</i>	236
<i>Underachievers</i>	237
<i>De la 2 CV au BrainPal</i>	239
<i>Hackers de cinéma vs. hackers cyberpunk</i>	242
ENCADRÉ : <i>Les réseaux avant les réseaux</i>	231
ARTICLE : <i>Le Sphinx et l'automaticien par Claude Lobry</i>	245
ARTICLE : <i>Rallyes haussiers : aucun arbre ne monte jusqu'au ciel ! par Jean Picholle & Anne Rosfelter</i>	263
SESSION 7 : Villes-modèles	
(<i>lancement : Jean-Louis Trudel</i>)	281
<i>Une métaphore de l'évolution</i>	285
<i>La Ville, sujet ou enjeu du récit ?</i>	287
<i>Villes d'exposition</i>	290
<i>Villes à contraintes</i>	291
<i>Villes-mondes et dystopies urbaines</i>	293
<i>Cités organiques</i>	295
<i>Deux logiques de récit</i>	297
ARTICLE : <i>Les villes imaginaires : de l'art à la technique par Jean-Louis Trudel</i>	299

SESSION 8 : Utopies et modèles politiques : les cas-limites de la SF	
(lancement : Ugo Bellagamba)	321
<i>L'utopie, un système clos</i>	323
<i>Quelle(s) césure(s) entre utopie et SF ?</i>	324
<i>Le paramètre humain</i>	326
<i>Utopies héréditaires</i>	327
<i>Les Éléments de mathématique, un récit utopique ?</i>	328
<i>Mathématiques pour tous</i>	331
ARTICLE : Sortir du Modèle au nom de l'Idéal : le cas emblématique de l'Utopie de Thomas More (1516)	
<i>par Ugo Bellagamba</i>	333
SESSION 9 : Après la Singularité	
(lancement : Daniel Tron)	351
<i>Saut mystique ou vexation narcissique ?</i>	354
<i>Être personne</i>	357
<i>Être Skynet</i>	358
<i>Singularité et diversité</i>	360
<i>Singularité et inégalités</i>	362
<i>La voie biologique</i>	364
<i>Déployer la singularité</i>	366
ARTICLE : Le récit quantique, un processus d'individuation ?	
<i>par Éric Picholle</i>	367
SESSION 10 : Les paramètres de la conquête de l'espace	
(lancement : Estelle Blanquet)	391
<i>La course à la Lune, un enjeu politique et démocratique ?</i>	393
<i>Une apologie d'Elon Musk</i>	395
<i>Une thématique en régression ?</i>	398
<i>Questions de ressources</i>	399
<i>It's the economy, stupid !</i>	402
<i>Un effort durable</i>	403
<i>Le paramètre psychologique</i>	404
<i>Les gagnants de la télé réalité iront dans l'espace</i>	406
<i>Survie des individus et voyage sans retour</i>	407
ENCADRÉ : La science-fiction, clef américaine de la conquête de l'espace	
<i>par Éric Picholle</i>	410
ARTICLE : Mars et les rêves du Capital	
<i>par Jean-Luc Gautero</i>	413

ANNEXES	435
1. Annuaire des participants	437
2. Index des noms propres	441
3. Index des œuvres citées	451
4. Index des thèmes	463
<i>Crédits iconographiques</i>	484
<i>Remerciements</i>	485
<i>Table des matières</i>	487

Il serait une fois...

La question du modèle interroge l'intelligence de l'homme depuis les origines ; elle informe toutes les branches de la connaissance scientifique, ou presque, depuis Aristote, à tout le moins. Celle du récit, conte ou mythologie, épopée ou lai chevaleresque, roman ou nouvelle, est consubstantielle à la culture de la science-fiction, qui n'existe que pour autant qu'elle est toujours une narration et non une simple spéculation. Mais qu'en est-il des liens entre les deux ?

Leur multiplicité donne instantanément le vertige. D'abord, parce qu'en littérature comme en science, les modèles se sont toujours succédé au fur et à mesure de l'avancée des techniques, de la mutation des idées, pour ne pas dire des paradigmes. Ainsi, en astronomie, les modèles elliptiques képlériens finissent par succéder aux complexes épicycles ptoléméens et, en littérature, l'utopie-mère se mue, petit à petit, en discours programmatique puis en science-fiction et livre mille rejets spéculatifs, conformes à l'esprit du temps ou à celui du lieu. On doit donc s'interroger, dans les deux cas, sur les mécanismes qui permettent ces changements de modèles. Par quoi sont-ils provoqués ? Le temps, la masse critique, le génie, la volonté de simplification ?

Ensuite, parce qu'il semble que tout récit de science-fiction, et toute entreprise de modélisation, procèdent d'une démarche étrangement similaire : tenter d'appivoiser l'infinie complexité de la réalité et, à défaut, donner l'illusion qu'on y parvient. Supposer vrai ce que l'on sait faux, ou bien trop simple, pour mieux en vérifier quelques éléments. C'est, dit-on, la marque même de la méthode scientifique, et de la puissance de l'auteur, que de susciter cette « suspension d'incrédulité » contre-intuitive, qui suppose un effort pour, l'espace d'un moment, prendre la partie pour le tout, l'ombre pour la proie et, finalement, le

modèle pour la réalité. Alors, parfois, le vraisemblable permet d'accéder au vrai sans en être aveuglé.

Enfin, et c'est sans doute le plus important, parce que le rôle du modèle ne se révèle jamais autant que dans son partage à l'échelle d'une communauté, qu'elle soit de chercheurs ou de citoyens, que dans sa transversalité, dans sa mutabilité. Les récits de science-fiction sont, la plupart du temps, des invites à la modélisation tous azimuts. Sociale, politique, technique, économique, morale, etc. Comment ne pas voir dans tout le corpus disponible, de Jules Verne aux Cyberpunks, des experts du GIEC aux expériences de pensée des auteurs de *hard SF*, la fascinante émergence d'un modèle de réflexion sur le monde ? Ou, plutôt, une batterie de contre-modèles destinés, par contraste, à mieux comprendre la réalité ?

Les douzièmes Journées interdisciplinaires «Sciences & Fictions» de Peyresq, qui se sont tenues du 18 au 21 mai 2018, ont réuni des chercheurs et des auteurs autour de questions-clefs résolument transversales, qui ont fait l'objet de sessions thématiques. Peut-on modéliser le futur ? Les utopies sont-elles des modèles politiques ? La science-fiction a-t-elle un rôle à jouer dans les faisceaux de *scenarii* climatiques ? Peut-on identifier les paramètres de la conquête de l'espace ?

Formuler de telles questions, c'est déjà, on le sait, pressentir en amont des réponses qui ne demandent qu'à émerger. C'est toute la méthode peyrescane, déjà aguerrie par douze éditions de nos Journées Interdisciplinaires Sciences et Fictions, que de tenter de créer les conditions de cette émergence. C'est aussi cette démarche originale de travail collectif, sa robustesse et sa capacité à forger, sur le long terme, une communauté de recherche convenablement outillée pour penser le monde, qui devaient être validées lors de cette édition particulière, avec le soutien d'Université Côte d'Azur et de sa Maison de la Modélisation, de la Simulation et des Interactions, dans le cadre de l'IDEX JEDI.

Voilà chose faite. Nous espérons que ces Actes sauront vous en persuader, et que d'autres communautés voudront s'emparer de cette approche originale, résolument interdisciplinaire, entre ces sciences qu'on dit dures, sciences humaines et sociales et l'ensemble des arts, pour aborder bien d'autres questions encore...

Ugo Bellagamba, Estelle Blanquet, Éric Picholle & Daniel Tron



De gauche à droite : à l'arrière-plan : Anthony Vallat, Éric Picholle ; au troisième rang : Ugo Bellagamba, Frédérique Rémy, Claude Ecken, Pascal J. Thomas, Claude Lobry, Daniel Hennequin, Simon Bréan, Frank Grammont (caché) ; au deuxième rang : Suzanne Malaval, Irène Langlet, Jean-Luc Gautero, Jean-Jacques Régnier, Jean-Louis Trudel ; au premier rang : Daniel Tron, Élodie Hommel, Alice Ray, Estelle Blanquet.

DOUZIÈMES JOURNÉES INTERDISCIPLINAIRES
SCIENCES ET FICTIONS DE PEYRESQ
18 - 21 MAI 2018

Récits & Modélisation

Modéliser le futur :
prospective,
anticipation,
modélisation

Techniques de
modélisations narratives

Les paramètres
de la conquête de l'espace

Villes-modèles

Récits et apocalypses
climatiques

Faisceaux de scénarios
plausibles : quel rôle pour
la narration climatique ?

Du cyberpunk aux Big Data

Systèmes humains complexes
et expériences de pensée SF

Utopies et modèles politiques :
les cas limites de la SF

Après la singularité ?



Anouk Arnal
Ugo Bellagamba
Estelle Blanquet
Simon Bréan
Stéphane Descombes
Nicole Dhombres
Claude Ecken
Jean-Luc Gautero
Frank Grammont
Daniel Hennequin
Élodie Hommel
Irène Langlet
Claude Lobry
Éric Picholle
Alice Ray
Jean-Jacques Régnier
Frédérique Rémy
Pascal J. Thomas
Daniel Tron
Jean-Louis Trudel
Anthony Vallat

COMITÉ D'ORGANISATION :
Ugo BELLAGAMBA, Université de Nice
Estelle BLANQUET, ESPE d'Aquitaine, Université de Bordeaux
Stéphane DESCOMBES, MSI, Université Côte d'Azur
Jean-Luc GAUTERO, CRHI, Université de Nice
Éric PICHOLLE, INPHYNI, CNRS Nice
Daniel TRON, Université François-Rabelais de Tours



Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR



CRHI



UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR
CENTRE DE MODÈLES
COMPLEXES ET
INTERACTIONS



LACES
LABORATOIRE CLIMATIQUE, ÉDUCATION, SOCIÉTÉ



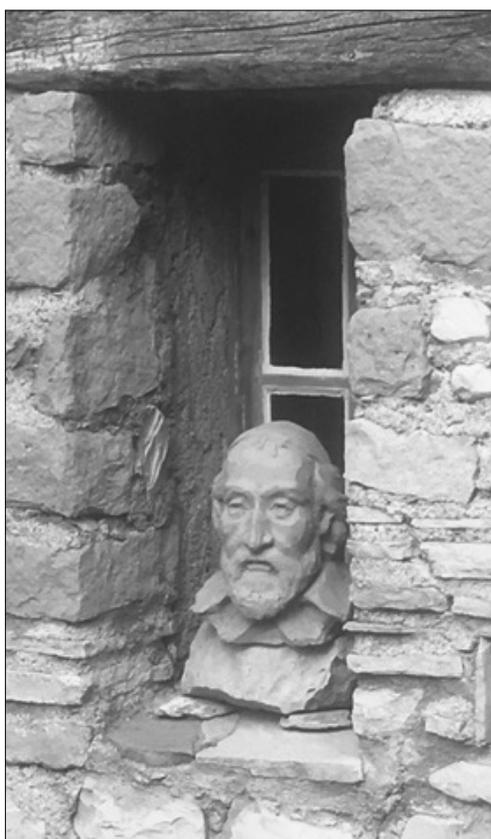
ESPE
d'Aquitaine
université
de BORDEAUX



UNIVERSITÉ
FRANÇOIS-RABELAIS
TOURS



Physique à Nice

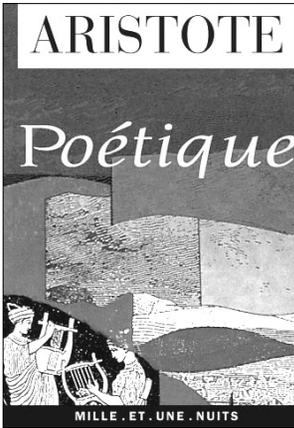




Le modèle n'est pas le territoire

Éric Picholle

La distinction entre le réel et ses représentations est aussi ancienne que la science elle-même. Aristote distingue déjà ce qui relève de l'es-



sence des choses et ce qui «en est dit».¹

On pourrait sans doute également faire remonter au Philosophe les premières analyses du lien entre récits et modélisation puisque, théorisant la littérature, il oppose soigneusement le *récit historique*, qui a vocation à rendre compte des faits, ce qui a effectivement été, dans une situation particulière, à la *poésie*, à laquelle il affecte la tâche de lui donner un sens général, sinon universel.^{2,3}

1. ARISTOTE, *Catégories, Organon I-II*, Paris, Garnier-Flammarion, coll. Philosophies, 2007.
2. «Le rôle du poète est de dire non pas ce qui a réellement eu lieu mais ce à quoi on peut s'attendre, ce qui peut se produire conformément à la vraisemblance ou à la nécessité. En effet, la différence entre l'historien et le poète ne vient pas du fait que l'un s'exprime en vers ou l'autre en prose (on pourrait mettre l'œuvre d'Hérodote en vers, et elle n'en serait pas moins de l'histoire en vers qu'en prose) ; mais elle vient de ce fait que l'un dit ce qui a eu lieu, l'autre ce à quoi l'on peut s'attendre. Voilà pourquoi la poésie est une chose plus philosophique et plus noble que l'histoire : la poésie dit plutôt le général, l'histoire le particulier.» ARISTOTE, *La Poétique*, 9, 451ab ; éd. Mille et une nuits, 1997.
3. Pour Aristote, le récit factuel est gouverné par la *nécessité objective* (*anagkaion* – ἀναγκαῖον), qui peut être historique, mais aussi bien physique, logique, politique ; la poésie, la littérature interagissent en revanche avec la *norme* (*eikos* – εἶκος), c'est-à-dire l'évidence ou le préjugé commun, la pression paradigmatique ou sociale. cf. ÉRIC PICHOLLE, «Trois fonctions littéraires de la hard SF : rupture, création et transmission», in *Hard science fiction et imaginaire scientifique*, Nice, éd. Somnium, 2011, pp.97-113.

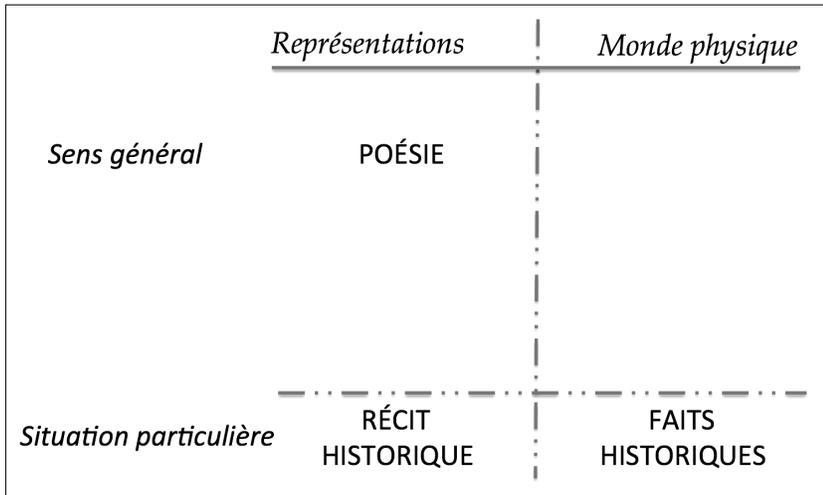


FIG. 1 : Poésie vs. récit historique chez Aristote

La vision aristotélicienne sous-jacente d'une réalité extérieure objective, dûment analysable et raisonnablement consensuelle, est essentiellement restée celle des sciences de la nature modernes, depuis le pari cartésien d'un monde descriptible par les outils de la raison et jusqu'aujourd'hui encore au plus clair de la physique dite « classique » et à l'essentiel des disciplines que l'on dit « dures ».

Sauf exception, c'est une transposition de cette figuration « physicaliste »⁴ qui apparaît à Alain Badiou comme « une base de réduction universelle des sciences empiristes »,^{4a} que l'on retrouve dans les récits de science-fiction⁵ : dans les deux cas, l'élément tenu pour dominant dans le rapport au monde physique est *a priori* « la présence physique de l'objet » plutôt que « l'antériorité des dispositifs formels [ou le] code mathématique où l'objet présent est représenté »,^{4b} comme cela pourrait être le cas dans une figuration « formaliste », ou *a fortiori* dans certaines visions résolument platoniciennes, plus courantes chez les mathématiciens⁶.

4. Alain BADIOU, *Le Concept de modèle* (1968) ; Paris, Maspéro, 1972. (a) p.10 ; (b) p.9. On peut, avec Rudolf Carnap, définir le physicalisme comme l'idée que le langage de toute science pourrait, idéalement, être traduit dans celui de la physique.

5. J'entends ici « science-fiction » dans un sens restreint, dans la lignée de Verne et Wells et de la tradition heinleino-campbellienne de ce qu'il est convenu d'appeler « l'âge d'or » de la SF ; mais à l'exclusion, par exemple, de la fantasy et de la SF oulipienne.

6. Patrick SUPPES, « A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences », in *Synthese*, vol. 12, n° 2/3, sept. 1960, pp.287-301.

1. Les modèles dans les sciences empiristes

Un premier corollaire fondamental de l'hypothèse métaphysique d'une réalité extérieure objective et, au moins en partie, connaissable et confrontable à ce que nous en disons est que toute représentation de cette réalité, et donc en particulier **tout modèle, est par essence une fiction**.

Un second corollaire est qu'un modèle n'a de sens qu'au regard d'un référent : **on modélise toujours quelque chose**. En sciences de la matière, ce référent appartient généralement au monde physique.⁷

De nombreux auteurs ont théorisé cette distinction, avec par exemple la distinction popperienne entre « Monde 1 », celui de la réalité physique autonome, et « Monde 3 », celui des discours consensuels (voire « scientifiques ») sur cette réalité⁸ ; ou encore la belle formule d'Alfred Korzybski : « *La carte n'est pas le territoire* »⁹.

1.1. Différents niveaux de généralité

De nombreux artistes se sont emparés de cette idée pour jouer du vertige de cartes qui *seraient* le territoire, des « lettres de l'Océan Atlantique » que parcourt Philémon dans les bandes dessinées de Fred¹⁰ aux paradoxes des cartes à l'échelle 1 chez Lewis Carroll,¹¹ Borges¹² ou encore Eco¹³. Pour autant, carte et territoire présentent une autre différence irréductible : traditionnellement, une carte a vocation à représenter un territoire avec la plus grande précision possible, mais

-
7. Même si le physicien ne s'interdit pas *a priori* de modéliser également des objets imaginaires, comme une expérience qui resterait à réaliser ou une expérience de pensée ; voire, dans un but ludique ou pédagogique, des objets littéraires d'intérêt scientifique comme ceux que propose volontiers la science-fiction.
 8. Karl POPPER, *L'Univers irrésolu, plaidoyer pour l'indéterminisme (The Open Universe: An Argument for Indeterminism, 1982)* ; Hermann, 1984.
Popper y ajoute le « Monde 2 », celui des représentations intimes et psychologiques.
 9. Alfred Korzybski, *Science & Sanity. An Introduction to non-Aristotelician Systems and General Semantics, 1934* (inédit en français) ; traduction partielle : *Une carte n'est pas le territoire. Prolégomènes aux systèmes non aristotéliens et à la sémantique générale*, éd. de l'Éclat, 2015.
 10. Par exemple : FRED, *Les Naufragés du A* (1972) ; Dargaud, 2003.
 11. Lewis CARROLL, *Sylvie et Bruno (Sylvie and Bruno concluded, 1893)* ; Seuil, coll. Points romans, 1992.
 12. Jorge Luis BORGES, *Histoire universelle de l'infamie (Historia Universal de la Infamie, 1935)* ; Presses Pocket, coll. Bilingue, 1998.
 13. Umberto Eco, « De l'impossibilité de construire la carte 1:1 de l'Empire », in *Comment voyager avec un saumon (Il secondo diario minimo, 1992)* ; Livre de Poche, 2000.



Extrait de *Philémon : Le Naufragé du A*, de FRED

aussi une certaine généralité. En effet, la carte reste inchangée sur des temps significatifs, alors que le territoire n'existe jamais qu'au présent. Vivant, il change en permanence – ne serait-ce qu'à un niveau microscopique, que s'abstiennent justement de représenter les cartes.

En ce sens, la carte constitue un modèle du territoire, de généralité très limitée – spatialement, à chaque territoire sa carte – mais non nulle, en particulier dans le domaine temporel.

Notre monde de plus en plus « connecté » a certes permis le développement de cartes dynamiques, modifiées en temps réel pour prendre en compte l'évolution de la circulation automobile, par exemple. La généralité de chaque état de ces cartes dynamiques sera alors bien plus faible encore : chacun ne vaudra que jusqu'au prochain rafraîchissement de l'écran et donc, le plus souvent, *ici et maintenant*, ou en tout cas pour un endroit et un instant donnés.

Plutôt que de modèle, on conviendra de parler plutôt dans ce dernier cas de *simulation* d'une réalisation particulière du monde physique, en l'occurrence de l'état de la circulation à un moment donné. Bien que la simulation soit *a priori* un cas particulier de *modèle*, on réservera ce dernier terme aux **représentations du monde présentant une certaine généralité**.

Cette distinction peut s'avérer très utile dans la mesure où simulations particulières et modèles généraux ont un statut épistémologique très différent, au regard de leur confrontation avec le **monde physique**. Ce dernier, en effet, **ne connaît par définition que des réalisations particulières** : une simulation particulière peut être confrontée directement à une réalisation particulière du monde physique, alors qu'un modèle, même de généralité limitée, présente un certain nombre de paramètres libres, susceptibles de prendre différentes valeurs ; or celles-ci doivent être déterminées pour permettre une telle confrontation, le modèle perdant alors en généralité jusqu'à se réduire à une simulation (FIG. 2).

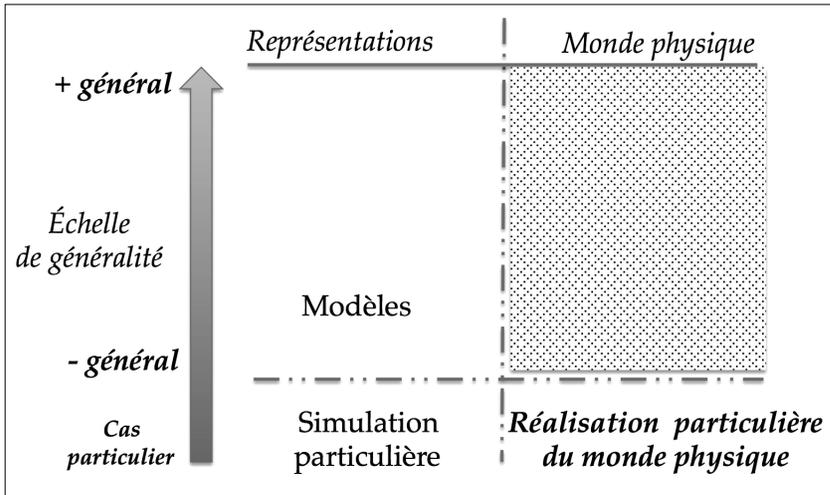


FIG. 2 : Modèles vs. simulations : seules les secondes peuvent être confrontées au monde physique

En un sens, dans les disciplines physiques du moins, une bonne part de l’art du théoricien réside dans un double mouvement « vertical » de navigation entre général et particulier (*induction*, du particulier au général, et *déduction*, du général au particulier) et « horizontal » de confrontation entre résultats de simulation et d’observation du monde physique (FIG. 3).

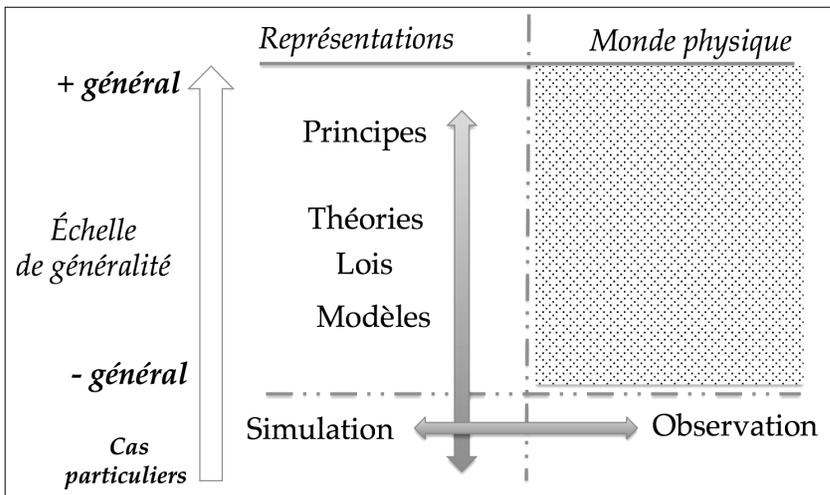


FIG. 3 : Le double mouvement de la physique théorique

1.2. Une inévitable simplification

Un autre corollaire essentiel de la distinction entre le monde physique et ses représentations est l'opposition entre le caractère par essence fini de la complexité des modèles et des simulations explicites,¹⁴ créations humaines nécessairement limitées qui, même à l'heure des *Big Data*, ne sauraient prendre en compte qu'un nombre fini de données et de paramètres ; et l'**inexhaustible complexité du réel**, que soulignait déjà Hermann Weyl.¹⁵

Tout objet physique est susceptible de présenter un contenu (matériel, ou de processus et d'interactions) à toutes les échelles, de l'infiniment petit à l'infiniment grand : un pétale de rose peut être considéré aussi bien à l'échelle du centimètre qu'à celle de la cellule, des molécules qui la composent, des atomes, des quarks... ou encore à celle de la fleur entière, du bouquet, de l'écosystème, *et cetera ad libitum*.

Le modéliser, c'est inévitablement adopter une stratégie réductionniste dans le cadre d'un projet de modélisation particulier,¹⁶ renoncer à considérer certaines de ces échelles, de ces éléments de complexité,

14. J'esquive ici les questions de la finitude ou non de l'esprit humain et de ses représentations (« monde 2 » au sens de Popper, quand théories et modèles explicites relèvent du « monde 3 ») et de ses perceptions, immanentes ou transcendantes. Voir par exemple Hermann WEYL, *Introduction à Temps, espace, matière : leçons sur la théorie de la relativité générale (Raum, Zeit, Materie – Vorlesungen über Allgemeine Relativitätstheorie, 1918)* ; Paris, lib. A. Blanchard, 1958. Accessible en ligne (trad. anglaise, *Space-Time-Matter*) : <https://archive.org/details/spacetime00weyloft/page/n6> (juin 2020).

15. « C'est dans la nature d'un objet réel que d'être inexhaustible en contenu ». *Idem*, p. 5.

16. Peut-être est-il utile de souligner que le point de vue du scientifique sur le monde ne saurait lui-même se réduire à un tel projet, qui vient s'ajouter à ses autres points de vue, et d'évoquer « l'ode à la fleur » de Richard FEYNMAN : « J'ai un ami artiste qui adopte parfois un point de vue avec lequel je ne suis pas vraiment d'accord. Il va prendre une fleur et dire « Regarde comme elle est belle », je suis d'accord. Et il ajoute : « En tant qu'artiste, je peux voir sa beauté mais toi, en tant que scientifique, tu sépares tous ses éléments et ça devient ennuyeux. » Là je ne suis pas d'accord. La beauté que lui peut voir est accessible aux autres, à moi aussi, enfin je pense... Je peux apprécier la beauté d'une fleur. Et en même temps, j'en vois bien davantage que lui à propos de cette fleur. Je m' imagine ses cellules, toutes les actions complexes à l'intérieur, qui elles aussi sont belles. Il n'y a pas que la beauté à cette échelle d'un centimètre, on la retrouve aussi à des échelles plus petites, dans des toutes petites structures et même dans des processus. Le fait que la fleur change de couleur pour attirer les insectes pour polliniser est très intéressant, ça veut dire que les insectes peuvent distinguer les couleurs. Ceci amène une question : le sens de l'esthétique existe-t-il aussi chez les animaux ? Pourquoi est-ce beau ? Autant de questions intéressantes qui contribuent à l'excitation, au mystère et à l'émerveillement d'une fleur. Qui y contribuent. Je ne comprends pourquoi elles s'y substitueraient. » in *The Pleasure of Finding Things Out!*, Perseus Books, 1999, p. 2 (trad. Éric Picholle).

pour ne prendre en compte que ceux qui semblent pertinents ; et donc de ne surtout pas parler du monde tel qu'il est, dans son irréductible complexité, mais de manipuler des objets et des représentations du monde très simplifiés, « haplotopiques »¹⁷.

1.3. Toutes sortes de modèles

Pas plus que celle de représentation, la notion de modélisation ne préjuge des outils employés à cet effet. Si l'on en croit Galilée, il est « *humainement impossible de comprendre un mot* » de l'univers, « *immense livre écrit en langue mathématique* » : si l'on ne maîtrise pas cette dernière, on est réduit à « *errer dans un labyrinthe obscur* ». ¹⁸ Depuis cette revendication fondatrice, la science moderne, et en particulier la physique, accorde un prestige tout particulier aux *modèles analytiques*, c'est-à-dire basés sur des équations. Pour autant, sans doute convient-il de rappeler que, en physique newtonienne, le « problème à N corps » reste ardu et ne présente pas de solution générale pour un grand nombre de corps, c'est-à-dire pour... $N > 3$; et que, si les modèles non linéaires peuvent sembler tourner systématiquement autour de la même poignée d'équations, c'est moins lié à une hypothétique universalité de celles-ci qu'au fait qu'on en maîtrise bien la résolution...

Les *modèles numériques* ont gagné leurs lettres de noblesse plus récemment,¹⁹ et les simulations qui en dérivent font aujourd'hui partie des outils quotidiens de la plupart des chercheurs.

Pour autant, ceux-ci n'épuisent en aucun cas la typologie des modèles. On en rencontre en fait de toutes sortes, basés sur d'autres branches des mathématiques que l'analyse, comme les *modèles géométriques* ou les *modèles statistiques*.

Notons que l'analogie peut également porter sur des propriétés plus abstraites. Ainsi, en extrapolant à un nouveau système un modèle existant d'un système connu, on peut en proposer une *modélisation empirique*, « *maquette d'une théorie qui n'existe pas encore* »²⁰.

17. Sur le grec *aploos*, « simple ». Cf. Éric PICHOLLE, « Le Vrai puits et abîme de la (xéno-) encyclopédie », in *Science-fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*, Nice, éd. Somnium, 2013, pp. 259-271 (p. 269).

18. GALILÉE, *L'Essayeur (Il Saggiatore, 1623)* ; Les Belles lettres, 1979.

19. Franck VARENNE, *Du modèle à la simulation informatique*, Vrin, coll. Mathesis, 2007.

20. Gilles COHEN-TANNOUJJI, « La Notion de modèle en physique théorique », in *Enquête sur la notion de modèle*, dir. P. Nouvel, Paris, P.U.F., coll. Science, Histoire et Société, pp. 29-42.

On peut enfin identifier terme à terme des paramètres pertinents des deux systèmes dans le cadre d'une *modélisation analogique*.²¹



FIG. 4 : Un modèle analogique de puits réalisé par des élèves de grande section de maternelle (5/6 ans) pour vérifier que l'histoire d'un album jeunesse est ou non « possible »²²

1.4. Prédications et applications

Une modélisation peut simplement constituer, assure Paul Ricœur, « un instrument heuristique qui vise, par le moyen de la fiction, à briser une interprétation inadéquate et à frayer la voie à une interprétation nouvelle plus adéquate ». ²³

21. Notons que si, comme l'a en particulier montré Estelle Blanquet, les modèles analogiques peuvent constituer un outil pédagogique puissant dès l'école maternelle, ils gardent aussi toute leur place dans les laboratoires de recherche, lorsque l'on ne dispose pas de modèles analytiques ou numériques satisfaisants. Par ailleurs, bien que « réel » au sens de Weyl, un modèle analogique est *a priori* conçu pour éliminer le plus possible de paramètres non pertinents, et apparaît de ce fait beaucoup plus simple que le système modélisé.

22. Estelle BLANQUET & Éric PICHOLLE, « Premiers contacts avec la modélisation scientifique à l'école », in *Les Modèles, des incontournables pour enseigner les sciences !*, dir. Brigitte Amory & Thierry Evrard, Bruxelles, de Boeck éd., coll. Outils pour enseigner, 2015, pp. 45-55.

Accessible en ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01349628> (juin 2020).

23. Paul RICŒUR, *La Métaphore vive* (1975) ; Paris, Seuil, coll. Points essais, 1997, p. 302 (éd. 1975).

La réalisation d'une simulation vise toutefois le plus souvent à permettre des **prédictions**, c'est-à-dire, dans le cas d'une approche quantitative, à déterminer la valeur que prendraient certaines grandeurs intéressantes sous l'hypothèse de l'affectation de certaines valeurs particulières aux paramètres libres du modèle. La confrontation de ces prédictions à l'observation de ces mêmes grandeurs dans le monde physique est essentielle pour valider ce modèle et les théories sur lesquelles il repose.²⁴

Une fois le modèle validé, ses prédictions peuvent avoir toutes sortes d'applications, de l'aide à la décision (y compris politique : on peut par exemple penser aux modèles d'évolution du climat du GIEC) à la conception et à l'optimisation d'un objet technique, en passant par l'adaptation à un environnement évolutif, etc. Franck Grammont souligne toutefois la distinction fondamentale, dans ce cadre, entre un modèle et un dispositif technique susceptible de le mettre en œuvre : ainsi, un pilote automatique peut exploiter des prédictions à très court terme d'un modèle implicite de l'environnement d'un avion mais ne constitue pas en lui-même un modèle, ni de cet environnement, ni de la marche de l'engin. Les ingénieurs parlent alors plutôt d'*automate*.²⁵

2. Expériences de pensée et simulations contrefactuelles

Certains modèles et représentations scientifiques, toutefois, n'ont pas vocation à être confrontés à l'observation, ou seulement à des observations très partielles. C'était même le cas le plus général aux origines historiques de la physique et de la cosmologie lorsque, par exemple, on tentait de se représenter les objets célestes, par essence inaccessibles, autrement que comme des points lumineux dans le ciel...

De tout temps, donc, le discours scientifique a intégré une composante hautement spéculative, qu'il s'agisse de se représenter l'infiniment grand ou l'infiniment petit, inaccessibles à l'expérience, ou d'explorer les limites de théories par ailleurs bien établies, dans l'esprit de

24. Ou plutôt pour les *invalidier*. La conformité d'un grand nombre de prédictions et d'observations ne suffit pas à valider un modèle en toute généralité, alors qu'une unique incohérence incontestable suffit à l'invalider, du moins dans son état actuel. Voir par exemple *La Philosophie du non*, de Gaston BACHELARD (1940) ; Paris, P.U.F., coll. Quadrige, 2012.

25. Voir à ce propos, dans le présent ouvrage, l'article de Claude LOBRY, « Le Sphinx et l'automaticien », pp. 245-260.

l'adage bien connu des amateurs de SF : « *La seule façon de découvrir les limites du possible, c'est de s'aventurer un peu au-delà, dans l'impossible.* »²⁶ L'imaginaire physicien est ainsi riche de « démons » présumés dotés des capacités d'un scientifique idéal,²⁷ d'observateurs humains voyageant à des vitesses ultra-relativistes,²⁸ ou encore de chats dont on ne sait pas très bien s'ils sont morts, vivants, ou dans un état quantique intriqué...

À ce stade, il apparaît nécessaire de distinguer différents types de simulations contrefactuelles (et de modèles afférents) :

- les simulations de situations particulières que l'on sait effectivement impossibles ;
- les simulations de situations particulières présumées impossibles.

Il s'agit en premier lieu ici de souligner la distinction épistémologique essentielle entre propositions effectivement contraires à des *faits* dûment établis et propositions seulement *présumées* impossibles car contraire à des *théories*, même ultra-majoritairement admises – la distinction même qui, comme le remarquait Robert Heinlein, autorise les spéculations les plus échevelées, et néanmoins scientifiquement inattaquables, aux auteurs de *hard science fiction* à propos de ce dont « *nous ne savons rien* », et qui relève donc des « *opinions personnelles* », non du domaine des faits.²⁹

26. Plus connu sous le nom de « Seconde loi de Clarke ». Arthur C. CLARKE, « Hazards of Prophecy: The Failure of Imagination », dans *Profiles of the Future* (1962) ; Gateway, 2013 (inédit en français).

27. Comme le démon de Laplace, capable de connaître la vitesse et la position de chaque particule de l'univers et donc d'en déduire son passé et son futur ; ou encore celui de Maxwell, capable de manœuvrer une minuscule trappe pour discriminer entre molécules lentes et rapides, et donc de séparer une pièce tiède en section chaude et une section froide, en violation du second principe de la thermodynamique. Voir aussi la note 60, p. 385 du présent ouvrage.

28. Voir par exemple Estelle BLANQUET & Éric PICHOLLE, « Temps personnel et (pseudo-) paradoxes einsteiniens », in *Le Temps*, actes des X^e Journées Interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, Nice, éd. Somnium, 2017, pp. 106-116.

29. « Voyager dans le temps ou plus vite que la lumière, la réincarnation, les fantômes, tout cela peut sembler impossible, contraire aux faits scientifiques. Non. C'est seulement contraire aux théories scientifiques orthodoxes du moment, et cette distinction est extrêmement importante. [...] Des vitesses supraluminiques semblent exclues par la théorie einsteinienne, qui a triomphé de nombreux tests ; pour autant, leur exclusion resterait subjective, comme n'importe qui peut s'en rendre compte en examinant les équations. Les théories du Dr. Einstein et celles qui y sont associées sont toujours soumises à un examen attentif. D'autre part, nous ne savons presque rien de la nature du temps. Quiconque a des certitudes pour ou contre la possibilité du voyage temporel confond ses opinions personnelles avec la réalité objective. Nous n'en savons tout simplement rien. » Robert A. HEINLEIN,

Il peut donc être prudent de la reformuler en :

- les simulations de situations particulières *a priori* possibles, mais que l'on sait non effectivement réalisées.

La catégorie des simulations strictement contrefactuelles rejoint ici celle de la poésie aristotélicienne, dans la mesure où elle apparaît alors largement réductible à des propositions sur des événements présents ou passés dont on sait qu'ils n'ont pas eu lieu. Au risque du paradoxe, certains historiens n'hésitent plus aujourd'hui à revendiquer cette forme d'*histoire contrefactuelle* comme un outil d'analyse précieux.³⁰

De même, dans la mesure où il est par construction impossible, *dans un cadre empiriste*,³¹ de démontrer l'impossibilité d'un événement encore à venir, on précisera pour la seconde catégorie :

- les simulations de situations particulières présumées impossibles *dans un cadre paradigmatique donné*.

Dans la zone grise où, faute de données, les spéculations scientifiques semblent parfois rejoindre celles de la science-fiction, voire de la fantasy,³² il convient en effet de distinguer celles qui explorent consciemment les marges extérieures du paradigme dominant et les conséquences théoriques d'une violation des limites admises dans ce cadre, de celles qui relèvent du paradoxe stérile.

Il s'agira alors typiquement d'imaginer délibérément des conditions expérimentales³³ violant les conditions de validité d'une théorie donnée (par exemple celle de la relativité restreinte dans l'expérience de

« Grandeur et misères de la science-fiction » (« Science Fiction : Its Nature, Faults and Virtues », 1959) ; trad. Éric Picholle, in *Robert Heinlein et la pédagogie du réel*, Actes des 1^{er} Journées Interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, Nice, Somnium, 2009, pp. 123-160 (pp. 129-130).

30. Éric VIAL, « Notes sur les uchronies, l'histoire contrefactuelle, les historiens et quelques autres », in *Espace et temps*, Actes des 4^{es} Journées Enseignement & Science-Fiction, Nice, Somnium, 2018, pp. 121-157.
31. En dépit de leur intérêt pédagogique, en particulier, nous n'examinerons pas ici le cas de la modélisation d'univers littéraires. Cf. par exemple Estelle BLANQUET & Éric PICHOLLE, « Déjantages, ellipses et incohérences formatives », in *Science et fictions à l'école. Un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?*, Actes des 1^{er} Journées Enseignement & Science-Fiction, Nice, Somnium, 2011, pp. 123-132.
32. On se souvient ici de la « troisième loi de Clarke », selon laquelle « *Toute technologie suffisamment avancée est indiscernable de la magie* ». Arthur C. CLARKE, *Profiles of the Future* (éd. révisée 1973) ; Gateway, 2013 (inédit en français).
33. Pour le physicien expérimentateur que je suis, l'idéal est évidemment que l'expérience soit effectivement réalisable compte tenu de l'état actuel des techniques (et des budgets de recherche...) ; ce n'est qu'à regret que l'on se contente d'expériences de pensée, inévitablement moins probantes.

pensée de Langevin³⁴), pour mieux tenter dépasser le paradigme ancien (en posant les base d'une théorie de la relativité générale encore à concevoir²⁸). Il peut également s'agir, après une révolution scientifique, de relire une expérience de pensée dans un cadre paradigmatique nouveau pour démontrer son invalidité et résoudre un paradoxe ancien, comme lorsque Léon Brillouin mobilise les concepts quantiques pour « exorciser » le (trop classique) démon de Maxwell.³⁵

Aristote, théoricien de l'uchronie ?

Pour Aristote, on l'a vu, l'art du récit permet d'accéder à la vérité. Mieux : la poésie, la fiction assumées comme telles procèderaient pour lui d'une démarche plus honnête, et donc plus vraie, que les récits revendiqués comme historiques. À l'illusion de l'observation objective des faits particuliers, il oppose l'honnêteté de la logique et de la recherche d'une compréhension générale par l'organisation d'un récit intelligible.

Un historien comme Hérodote se soucie en effet moins de la réalité factuelle et de la vérité que de proposer une vision particulière d'un événement ; or celle-ci, sous couvert d'être rendue « intelligible » pour le public visé, propage et conforte une compréhension nécessairement biaisée des événements. Le récit ouvertement fictionnel est donc en fait plus proche de la vérité, puisqu'il écarte d'emblée l'impossible exhaustivité objective de la chronique. Son rôle est d'explorer les mécanismes de ce que l'on finit par appeler Histoire pour permettre de comprendre les enchaînements sous-jacents qui la constituent. La réception de l'art poétique, la catharsis qui permet de transcender la vision particulière, vient parachever cet élan vers la vérité essentielle et l'universelle.

Le fait que le cas particulier soit fictif ne change rien à cette inversion contre-intuitive, dans la mesure où c'est l'explicitation du sens essentiel des événements qui est visée. En termes modernes, l'uchronie apparaît alors comme un outil d'analyse de l'Histoire.

Plus généralement, n'est-ce pas là le propre de la poétique de la science-fiction ? Des récits qui sont autant de simulations, de rêves formels, recréent le monde pour mieux le comprendre, prolongent les cartes du connu au delà des marges ou les chiffonnent pour en explorer les plis et les reliefs invisibles, ou en inventent de nouvelles pour saisir et partager les liens vertigineux entre les cartographes et les territoires qu'ils habitent avant de les représenter...

Daniel TRON

34. Expérience de pensée dite du « boulet de Jules Verne », plus connue aujourd'hui comme celle des « jumeaux de Langevin ».

35. LÉON BRILLOUIN, *Science and Information Theory*, New York, Academic Press, 1956, pp. 164-168.

3. Mathématiques et modèles formels

On distingue souvent mathématiques « pures » et « appliquées ». Pour ces dernières, les enjeux de modélisation rejoignent très largement ceux du champ disciplinaire auquel les mathématiques sont appliquées, comme l'analysera plus en détail Claude Lobry³⁶. Pour autant, l'approche des spécialistes des mathématiques appliquées est souvent plutôt formaliste, quand celle des spécialistes de ces champs reste plutôt physicaliste.

Ce n'est évidemment pas le cas, par exemple, de la mécanique quantique, pour laquelle l'importance centrale du formalisme a été reconnue et revendiquée d'emblée.³⁷ Mais il est intéressant de noter que, des nombreux modèles initialement conçus dans une approche physicaliste, la culture scientifique commune n'a souvent retenu que le dispositif formel.³⁸

Franck Grammont souligne pour sa part que le choix d'un outil mathématique particulier pour le traitement et le rendu de l'information implique presque toujours des hypothèses simplificatrices, dont il convient d'être conscient.

La branche des mathématiques pures qui s'intéresse explicitement à la théorie des modèles est la *logique mathématique*. Une définition standard de la notion de modèle y est celle de Tarski :

Une réalisation possible dans laquelle toutes les propositions valides d'une théorie T sont satisfaites est appelée un modèle de T.³⁹

Plus généralement, « on peut joyeusement caractériser en termes de modèles la recherche de théorèmes de représentation dans toutes les branches des mathématiques », assure Patrick Suppes.⁴⁰ Pour autant, s'agit-il nécessairement de fictions, comme dans le cas physicaliste ? Leur statut

36. Claude LOBRY, « Le Sphinx et l'automaticien », pp.245-260 dans cet ouvrage.

37. Voir l'encadré « Modéliser les objets quantiques », p.373 dans cet ouvrage.

38. On peut ainsi penser à l'œuvre d'Einstein pratiquement résumée, pour le grand public, à une unique équation, $E=mc^2$, connue de tous sans que ce soit nécessairement le cas de son interprétation physique en termes d'équivalence masse-énergie ; ou au modèle maxwellien de l'électromagnétisme, souvent enseigné comme un simple jeu d'équations couplées, et sans aucune référence au concept d'éther que cherchait à formaliser Maxwell, ni *a fortiori* aux modèles analogiques associés.

39. Alfred TARSKI, « Contribution to the Theory of Models », *Indagationes Mathematicae*, n°16, 1954, pp.572-588 & n°17, 1955, pp.56-64.

40. Patrick SUPPES, « A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences », *op. cit.*

dépendra évidemment du niveau de « réalité » que l'on accordera aux théories mathématiques elles-mêmes. Or, reconnaît Pascal Thomas :

Une anecdote folklorique affirme que tout mathématicien auquel on demande de réfléchir au statut de sa discipline reconnaîtra aisément qu'elle est pure construction de l'esprit humain, mais qu'il redeviendra platonicien dès qu'il attaquera un problème concret : les mathématiques prouvent leur existence indépendante en lui résistant, et une nouvelle démonstration sera ressentie comme une découverte, non comme une création. Qu'une preuve soit correcte ou incorrecte n'est pas affaire d'opinion : personne n'a le choix, et tous les mathématiciens qui la vérifieront assez soigneusement tomberont d'accord.

Si les mathématiques sont une hallucination, celle-ci est collective.⁴¹

4. Des modèles narratifs ?

Mais que diable allaient-ils faire dans cette galère ?

Si le (trop) rapide tour d'horizon qui précède suffit à mettre en évidence non seulement la polysémie de la notion de modèle, mais aussi sa probablement irréductible diversité au sein même des seules disciplines dites scientifiques, pourquoi donc les organisateurs des XII^e Journées Sciences & Fictions ont-ils tenu à la confronter à l'interdisciplinarité radicale du public peyrescan, y compris dans sa dimension littéraire et artistique ?

Pour ambitieux, voire téméraire, qu'il soit, ce défi nous a semblé nécessaire. En effet, il ne s'agit pas seulement d'unir des compétences diverses pour comprendre comment la science-fiction a pu se saisir, ou non, d'un concept de modélisation par ailleurs pleinement épanoui ; mais bien plutôt de tenter de répondre à la prise de conscience, relativement inédite dans la communauté scientifique, des limites de sa capacité à répondre aux questions pourtant urgentes que lui pose la société, et de la nécessité d'élargir ses méthodes et ses approches.

L'une des signatures les plus directes de cette évolution en cours est sans doute le développement par le GIEC,^{42a} en charge de la

41. Pascal J. THOMAS, « Comme les poètes ont eu besoin de la grammaire », in *Univers mathématiques*, Actes des 5^e Journées Enseignement & Science-Fiction, dir. E. BLANQUET, J.-L. GAUTERO, É. PICHOLLE & P. J. THOMAS, Nice, Somnium, 2019, pp. 15-17.

42. (a) Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat. (b) Dans cet ouvrage, « Faisceaux de scénarios plausibles : quel rôle pour la narration climatique ? » (pp. 167-193) & « Récits et apocalypses climatiques » (pp. 109-131).

modélisation de l'évolution du climat de notre planète, de la notion de « faisceau de scénarios plausibles », à laquelle deux sessions sont en partie consacrées.^{42b}

Plus généralement, dès lors que l'on décide de considérer des problèmes véritablement humains, c'est-à-dire incluant une dimension psychologique, avec toute la complexité afférente, mais aussi des dimensions sociale, politique, économique, etc., on constate rapidement que toutes les méthodes traditionnelles des physiciens et des mathématiciens s'avèrent très largement impuissantes. Conçues dans un cadre fermement réductionniste, les modèles analytiques, en particulier, ont bien du mal à s'en affranchir.

Or il se trouve que c'est précisément un exercice dans lequel excellent les auteurs de science-fiction : certains objets littéraires sont bien des modèles de mondes complexes, souvent dotés d'une grande cohérence interne. Nombre d'auteurs, y compris à Peyresq, expliquent volontiers comment leurs mondes et leurs personnages leurs résistent, « sonnent faux » lorsqu'ils tentent de forcer des comportements incohérents. Dans un cadre diégétique donné, certains scénarios semblent acceptables, « possibles », d'autres beaucoup moins, sans que l'auteur lui-même soit toujours capable d'expliquer lequel des innombrables paramètres impliqués induit une telle résistance. Les théoriciens de la SF parlent alors de *world-building* – voire, comme Fredric Jameson, qui met l'accent sur l'inévitable simplification associée à toute modélisation narrative, de *world reduction*⁴³ – et de livres-univers⁴⁴.

43. « Une expérience basée sur un principe d'exclusion systématique, une sorte d'excision chirurgicale de la réalité empirique, quelque chose comme un processus d'atténuation ontologique dans lequel la multiplicité tout simplement grouillante de ce qui existe, de ce que nous appelons réalité, est délibérément élaguée et éliminée au travers d'une opération d'abstraction et de simplification radicales que nous appellerons désormais *réduction de monde*. » Fredric JAMESON, « World Reduction in Le Guin: The Emergence of Utopian Narrative », *Science Fiction Studies* 7, vol. 2, part. 3, nov. 1975. Accessible en ligne : <https://www.depauw.edu/sfs/backissues/7/jameson7art.htm> (juin 2020). Également in *Archéologies du futur. Le désir nommé utopie*, Max Millo éd., coll. L'inconnu, 2007.

44. Comme le cycle de *Dune*, de Frank HERBERT, celui de la *Culture* de Iain M. BANKS ou la trilogie martienne de Kim Stanley ROBINSON, auxquels l'édition 2019 des Journées Sciences & Fictions a été largement consacrée. *Les Livres-mondes. Herbert – Banks – Robinson*, dir. U. BELLAGAMBA, E. BLANQUET, É. PICHOLLE & D. TRON, à paraître en 2021 aux éditions du Somnium.

Si ces fictions n'explorent jamais que des scénarios particuliers – voire singuliers, les spéculations science-fictionnelles s'éloignant parfois considérablement des « futurs plausibles » au sens du GIEC – il convient de s'interroger sur l'éventuelle complémentarité de telles techniques narratives avec celles déployées par les scientifiques et les ingénieurs et d'explorer la façon dont ce trésor de compétences, trop souvent encore strictement cantonné au strict champ littéraire, pourrait contribuer à répondre aux défis globaux qu'auront à affronter les sociétés du XXI^e siècle.

Lesquelles ? Comment ? C'est ce que, selon une méthode peyrescane désormais éprouvée, dix tables rondes mêlant toutes les disciplines, littéraires, sociales et scientifiques, abordant la question de la modélisation sous autant d'angles convergents, ont contribué à faire émerger.

À vos modèles ! Prêts ? Partons !

Irène Langlet s'amuse de la sorte de panfictionnalisme que s'autorisent sereinement les Peyrescans. Pour elle, chacun n'en a pas moins une fonction sociale, différente pour les « littéraires », desquels on n'attend pas qu'ils décrètent la « bonne interprétation » face à un objet esthétique, mais bien au contraire qu'ils les fassent « fleurir et multiplier » alors que, selon elle, on attend plus du « scientifique » des réponses en « vrai ou faux », fonction qu'il devra de nouveau assumer dès qu'il aura « passé la porte de son bureau ».



SESSION 1

Modéliser le futur :
prospective, anticipation, modélisation
lancement : Pascal J. Thomas

Le futur est une invention récente. Longtemps, en Occident chrétien du moins, on raisonnait plutôt en termes de Jugement dernier. À l'inverse, le futur est une notion plutôt profane et il n'est pas surprenant que les banquiers, qui prêtaient à intérêt, aient été parmi les premiers à l'analyser. Et quoi de plus profane qu'un banquier, s'amuse Pascal Thomas ! Les économistes restent d'ailleurs, aujourd'hui encore, de grands modélisateurs.

Quoi qu'il en soit, l'envie de faire des plans, d'avoir une idée raisonnable de ce qui va se passer, n'a fait que croître depuis la Révolution industrielle. L'invention de la bombe atomique constitue un tournant : dès 1948, le Gouvernement américain, *via* le Pentagone, finance la *RAND corporation* pour développer des scénarios de guerre nucléaire, mais aussi des outils révolutionnant la théorie des jeux.¹ C'est à cette époque que l'on commence à parler de *futurologie* puis, le terme ne sonnait peut-être pas assez sérieux en français, de *prospective* ; cette dernière a connu une certaine vogue à la fin du xx^e siècle, avec l'an 2000 comme horizon.

Le terme d'*anticipation*, dans son acception anglaise, est quant à lui aux origines mêmes de la science-fiction. L'*anticipation*, qui véhicule

1. RAND est un acronyme pour *Research ANd Development*. Pascal Thomas évoque en particulier la figure du mathématicien John Forbes Nash (1928-2015), prix Nobel d'économie 1994 et prix Abel en 2015, qui a travaillé pour la RAND Corporation de 1950 à 1954, dont le parcours a inspiré le film *Un homme d'exception* (*A Beautiful Mind*, 2001 ; réalisation : Ron HOWARD, Universal Pict. prod., U.S.A.).

une notion de désir, et peut-être de crainte, c'est le futur avec du sentiment. C'est aussi le nom que l'on donne aux récits sur le futur, le progrès technologique et la science qui n'existe pas encore. Ils se développent à la fin du XIX^e siècle et on en écrit encore aujourd'hui, même si la science-fiction peut sembler, depuis une vingtaine d'années, parler de moins en moins de futur.

On retrouve ici les deux acceptions du terme *parabole* : d'abord, la courbe mathématique que l'on prolonge, comme lorsqu'on s'essaye à la prospective. L'opération n'est d'ailleurs pas sans danger et l'on commence à revenir du dernier exemple à la mode, celui de la courbe asymptotique de la « Singularité »². Ensuite, le récit moral, la fable d'avertissement (*cautionary tale*). Dans les deux cas, il s'agit de recréer une version très simplifiée de la réalité, dont on ne retient qu'une sorte de caricature à grands traits, qu'on résume un phénomène à une courbe et quelques équations ou à quelques pages de récit, dans l'espoir que cette simplification nous permettra de mieux concevoir la réalité sous-jacente, dont notre esprit n'est pas capable d'appréhender toute la complexité.

Ces deux démarches peuvent donc être rangées sous le paragraphe « modélisation ». Pour autant, tous les récits ne relèvent pas de la modélisation. Nombre de contes sont gratuits ; et plus encore sans doute reflètent plus les sentiments et le vécu de leurs auteurs qu'une modélisation délibérée du monde.

L'idée de « modéliser le futur » ajoute une contrainte : si l'on admet qu'il s'agit alors de modéliser *notre* futur, on se donne comme conditions initiales l'évolution de notre monde jusqu'à l'instant présent. Cela revient à exclure, d'une part, les uchronies présentant un point de divergence avec notre passé historique et, d'autre part, les nombreuses œuvres de science-fiction situées dans un « ailleurs » lointain, alors même que la modélisation de phénomènes liés par exemple au développement scientifique ou sociologique peut être facilitée par leur extraction et leur observation, avec le bénéfice d'un point de vue rétrospectif (*hindsight*) de mondes à un stade de développement moins avancé que le nôtre.

2. L'idée de Singularité technologique, popularisée en particulier par Vernor Vinge et Ray Kurzweil, postule un emballement de la croissance technologique, et de l'intelligence artificielle, tel que l'intelligence humaine serait incapable de la suivre.

Pascal Thomas souligne enfin que les auteurs de ces œuvres de science-fiction sont loin d'être les seuls à préférer modéliser le passé plutôt que le futur. Ainsi, il y a beaucoup de discussions sur la réalité du champ d'application des modèles économiques, fondés sur le passé plutôt que sur le futur.

Petite géographie disciplinaire

Pour finir, le modérateur propose un tour de table pour permettre l'expression des emplois très divers du terme « modèle » selon les disciplines ou les différentes lectures épistémologiques³. Ainsi, la « réaction par défaut » de Jean-Louis Trudel est de penser à des modèles mathématiques utilisés en physique ou en astronomie, comme le modèle d'Ising⁴ ou le modèle d'éclipses autour d'une étoile binaire qu'il avait développé en maîtrise. Si, historiquement, des modèles analogiques très concrets ont joué un rôle essentiel, on est passé au moins depuis Newton à des modèles plus formels, comme les équations de la gravitation universelle qui permettent une prédiction bien plus efficace des éclipses et, plus généralement, une compréhension des mécanismes à partir d'une représentation d'une simplicité absolue.

Claude Lobry rappelle la distinction, classique en automatique,⁵ entre *modèle de comportement* et *modèle de connaissance*. Établir un modèle de comportement consiste à réunir un maximum d'informations sur le comportement passé du système considéré pour en déduire des régularités et établir des corrélations entre certaines données généralement disponibles et les comportement qu'on souhaite pouvoir prédire, mais en ne s'intéressant qu'aux entrées-sorties, sans chercher à en analyser les mécanismes. C'est une technique éprouvée, très efficace lorsque

-
3. La polysémie du terme *modèle* évoque à Jean-Louis Trudel celle de *paradigme*, que Thomas Kuhn emploie de 21 façons différentes dans *La Structure des révolutions scientifiques* (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962) ; Paris, Flammarion, coll. Champs, 2008.
 4. Le modèle d'Ising est un outil de base de la physique statistique. Il permet de représenter toutes sortes de phénomènes (par exemple le ferromagnétisme, certains phénomènes critiques) en réduisant des effets collectifs impliquant un grand nombre d'objets à des interactions locales entre des particules à deux niveaux et leurs plus proches voisines.
 5. L'automatique est une discipline technique et scientifique bien établie depuis environ un siècle, qui traite de l'analyse et de la commande des systèmes dynamiques. À l'interface entre l'électronique, l'informatique et la théorie du signal, elle englobe en particulier ce qu'on a un temps appelé, dans le sillage de Norbert Wiener, la cybernétique. (*La Cybernétique* [*Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, 1965] ; Seuil, coll. Sources du savoir, 2014).

l'on dispose de longues séries chronologiques et que l'on considère des phénomènes raisonnablement reproductibles. Inversement, pour établir un modèle de connaissance, on cherchera à identifier et à comprendre les mécanismes impliqués, et à s'en donner une représentation simplifiée et manipulable. Ainsi, si l'enjeu est de prédire les crues de la Vaire à Annot, un modèle de comportement établira des corrélations entre les indications du plus grand nombre possible de pluviomètres à Peyresq et sur tous les sommets environnants et le niveau de la rivière à Annot quelques heures plus tard, alors qu'un modèle de connaissance établira une carte précise du bassin versant, avec des hypothèses sur la vitesse d'écoulement, la quantité d'eau évaporée ou absorbée par le sol, etc. Tout l'art de l'ingénieur automaticien consiste à naviguer entre ces deux extrêmes, et les modèles effectivement développés sont en pratique des «*hybrides vaseux*», agrémentés d'un peu de calage de données pour ajuster les hypothèses et de beaucoup de temps d'ordinateur...



La Vaire en crue à Annot
(23 novembre 2019)

Cette distinction n'est pas sans évoquer à Jean-Louis Trudel celle entre induction et déduction et souligne l'importance, dans les modèles de comportement, d'un nombre suffisant d'observations pour qu'on puisse commencer à parier sur la «*loi des grands nombres*» pour s'aventurer à prédire ce que sera le futur. Il rappelle que, autour du début de l'ère commune, l'astronomie mésopotamienne était basée sur les récurrences identifiées dans de très longues séries d'observations d'éclipses, accumulées pour certaines depuis le VIII^e siècle avant notre ère. Ce sont les Grecs qui, leur empruntant sans doute certaines données, ont tenté de les croiser avec des modèles physiques du système

solaire et des explications géométriques, avec en particulier l'interprétation du cycle de Saros⁶.

Daniel Tron rappelle que la première acception de *model*, en anglais, est celle de maquette, d'objet réduit que l'on construit souvent soi-même et que l'on manipule. Son occurrence la plus fréquente dans le cinéma de SF est sous la forme d'un modèle mécanique réduit, plus ou moins précis, du système solaire. Cette représentation peut aussi bien viser à correspondre le plus exactement possible, à l'aide de mécanismes plus ou moins compliqués, au système réel que son échelle même rend difficile à visualiser ou, au contraire se contenter de «*pendouiller au plafond*», au gré des courants d'air ou du caprice de celui qui «*met les planètes un peu comme il veut pour voir si on ne peut pas faire un truc un peu plus rigolo*».

Si cette acception se retrouve dans l'expression française courante de «*modèle réduit*», Estelle Blanquet souligne que le terme *réduit* est lui-même ambivalent : Daniel l'envisage ici dans le sens d'une réduction en taille alors que, dans le lexique scientifique, il fera plutôt référence à une simplification, à une réduction du nombre de paramètres aux seuls éléments jugés pertinents. Jean-Louis Trudel note que le terme grec pour «*modèle réduit*», *paradeigma*, qui décrivait par exemple les maquettes que les architectes navals désireux de faire financer de nouvelles trirèmes amenaient à l'Agora, nous est resté dans celui de *paradigme*. Pour certains historiens, les premiers modèles du système solaire développés par les anciens Grecs étaient analogiques, basés sur des modèles réduits que des artisans auraient pu construire, par exemple, pour Platon qui théorisa la notion de reproduction en art. Franck Grammont évoque pour sa part le Golem de la mythologie juive.

Daniel Hennequin considère que l'objectif de tout modèle physique est de comprendre un phénomène, pour pouvoir prédire son comportement futur. Tout modèle est donc ancré dans le présent et dans le passé, *via* notre connaissance de ce qui s'est déjà passé, inévitablement limitée en termes de précision. À mesure que l'on acquiert de nouvelles données, le modèle y est confronté, et amélioré pour coller au réel aussi précisément que possible, explique Estelle Blanquet. Daniel propose

6. Le cycle de Saros, d'environ 18 ans, est la période après laquelle la Terre, la Lune et le Soleil retrouvent approximativement la même disposition relative. On pouvait donc prédire le renouvellement d'une éclipse 18 ans après son observation.

l'exemple quotidien de la dynamique de l'atmosphère terrestre – la météo. Le système est si complexe qu'en dépit d'efforts considérables, on ne dispose ni d'une quantité de données suffisantes, ni de la capacité de calcul nécessaire à des prédictions correctes à moyen terme. Il existe donc différentes stratégies de simplification, conduisant à l'existence de trois ou quatre modèles concurrents, dont les prédictions sont parfois très différentes.

Par ailleurs, si toute modélisation scientifique implique une simplification, comme Éric Picholle l'avait suggéré en préambule, cette simplification n'en constitue pas l'objectif, qui est plutôt d'après lui de *hiérarchiser*, de choisir les points qui semblent les plus pertinents afin d'accéder à une compréhension, et la hiérarchisation précède la simplification. Puis, à mesure que l'on comprend mieux les choses, on enrichit et on complexifie progressivement les modèles. Pour Éric, le monde étant trop complexe pour être pensé dans son entièreté, le premier mouvement du scientifique est toujours une déclaration d'humilité, un renoncement à le décrire dans son inexhaustible complexité, donc une simplification. Cette étape préalable lui semble simplement implicite dans l'approche physicienne de Daniel : raisonner en physicien, c'est déjà avoir renoncé à se focaliser sur les aspects psychologiques et sociologiques d'un problème, par exemple.

Un tel « acte d'humilité » suppose toutefois que l'on dispose d'un guide pour savoir ce que signifie cette humilité, donc de disposer déjà d'un corpus de connaissances significatif, objecte Claude Lobry, pour lequel « *on peut simplifier en physique parce qu'on sait déjà beaucoup de choses* ». Il donne l'exemple de l'écologie microbienne, branche de la biophysique qui étudie des systèmes composés de milliers d'espèces de bactéries, sur lesquelles on sait trop peu de choses pour que les nombreux modèles concurrents de leur fonctionnement soient basés sur autre chose que sur l'imagination plutôt que sur un processus de simplification au sens de l'élimination réfléchie de paramètres non pertinents.⁷ On parie, on accumule des données et on espère pouvoir en faire émerger à terme une théorie qui permettra d'appliquer la méthode scientifique idéale qu'évoquait Éric ; il ne fait pas de doute que cela se produira un jour mais, dans l'intervalle, la discipline progresse très peu, alors même que de nombreuses applications en dépendent,

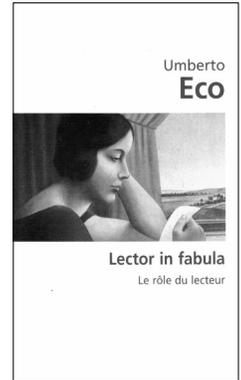
7. Voir l'encadré « Un exemple de modélisation scientifique : les stations d'épuration », p. 175 de cet ouvrage.

comme les centrales d'épuration de l'eau, et que de nombreux travaux y sont consacrés. Pour Claude, on retrouverait des situations similaires dans de nombreux domaines où, pourtant, on revendique une pratique de la modélisation.

En théorie littéraire, le terme de modèle n'est guère utilisé qu'en théorie de la lecture et du lecteur, avec la notion de « lecteur-modèle »⁸. Irène Langlet est tentée d'y reconnaître une approche voisine de celle des sciences « dures », impliquant une simplification et une réduction d'un ensemble de variables auxquelles, par construction, on n'a pas accès, *via* une hiérarchisation des phénomènes, de ceux qui paraissent essentiels à ceux qui semblent marginaux. La théorie post-Eco insiste toutefois sur le caractère idéologique des choix correspondants. Ainsi, au-delà de la définition minimale de la notion de modèle, les ensembles de variables identifiées peuvent continuer à être considérées comme des variables, et non comme des critères de centralité ou de qualité des œuvres, *a fortiori* de ce qui constitue un chef d'œuvre. L'approche prescriptive qu'a pu suggérer la dimension d'exemplarité que conserve le terme de modèle en théorie littéraire ou dans les modèles d'écriture que l'on donne aux jeunes enfants dans les leçons de calligraphie est en effet aujourd'hui dépassée.

Modéliser le futur ?

Si toute modélisation suppose une référence, quelque chose que l'on modélise, y a-t-il un sens à prétendre « modéliser le futur », qui n'existe pas ? Pour Franck Grammont, il ne peut s'agir que d'un raccourci pour « faire des prédictions à partir d'un modèle existant ». En toute rigueur, s'amuse Daniel Tron, ce serait plutôt le présent, d'épaisseur nulle, qui n'existe pas, alors qu'on est sûr que le futur adviendra « *au bout de la phrase* », voire qu'il est déjà là, dans son intonation. Construire un avenir de fiction revient toujours à construire aussi un commentaire sur le présent. L'exigence de cohérence cognitive, qui me permettra d'accorder du crédit à ce modèle, impose qu'il soit d'abord cohérent avec ce que je sais du présent. Pour lui, modéliser un futur, c'est avant tout



« Martha », de Georg Schrimpf (1925)

8. Umberto Eco, *Lector in fabula. La Coopération interprétative dans les textes narratifs* (1979) ; Livre de Poche, 1999.

modéliser un présent, qu'il s'agit de comprendre pour en imaginer les suites possibles.

Se demander comment ça marche, c'est en effet poser la question « comment ça marchera ? », remarque Jean-Louis Trudel. L'extrapolation sérielle est par ailleurs souvent au cœur de la démarche SF. Nombre d'œuvres de science-fiction répondent à une question du type « qu'arriverait-il si ceci advenait ? » Les auteurs ambitieux ajoutent une étape : « et si cela arrivait, comme conséquence de la première hypothèse, qu'arriverait-il ensuite ? ». Si cette approche s'appuie sur une modélisation implicite, cette dernière n'est *a priori* pas l'objectif de l'auteur.

Il arrive toutefois que la modélisation du futur soit tout à fait explicite dans une œuvre d'anticipation. Jean-Louis évoque le cycle de *Fondation*. Même la psychohistoire ne peut, en un sens, prédire le futur que dans la mesure où il est semblable au présent ou au passé. Une véritable nouveauté, comme l'apparition du Mulet,⁹ ne peut être prévue par le modèle – mais, souligne Simon Bréan, sa possibilité comme imprévu avait été considérée par Hari Seldon. C'est d'ailleurs pour cela, explique Anthony Vallat, qu'Asimov prévoit une Seconde Fondation, dont les membres ajustent le modèle au fur et à mesure.

Daniel Tron propose l'exemple des écofictions. Lorsque Jean-Marc Ligny imagine, dans *Aqua*TM,¹⁰ les conséquences d'une forte pénurie d'eau, il commence par une réflexion sur les ressources actuelles et les enjeux géopolitiques. L'auteur propose un modèle accessible nous permettant d'identifier les éléments pertinents, de comprendre d'un

seul regard, l'espace d'un récit, l'importance de l'eau et certains mécanismes d'interaction, hydrologiques et sociaux, aujourd'hui et dans l'avenir. Alors même qu'il embrasse le futur, ce regard est ancré dans le présent, fondé sur des connaissances actuelles et affecté par les enjeux du moment – sachant que les conflits et les tendances qu'on voit analysés dans les médias changent en quelques mois. Un futur imaginaire est toujours très daté. La science-fiction n'y échappe pas plus que les autres genres, ne serait-ce que parce que, même lorsqu'il essaye de se détacher du présent, d'imaginer un

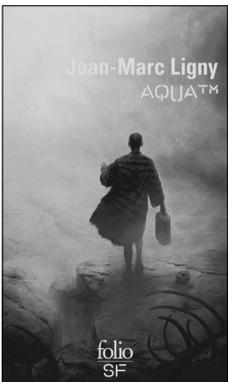


Illustration de Johann BODIN

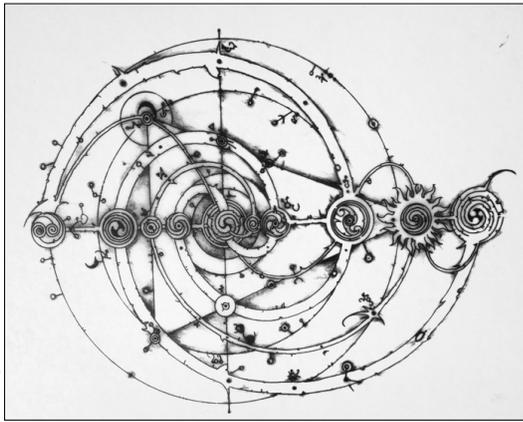
9. Isaac ASIMOV, *Fondation et Empire (Foundation and Empire, 1952)* ; in *Fondation*, t.1, Folio SF, 2015, pp.285-557.

10. Jean-Marc LIGNY, *Aqua*TM (2006) ; Folio SF, 2015.

monde qui n'est pas le sien, l'auteur se place dans sa langue qui, elle-même, est inscrite dans un temps.

Par ailleurs, le plaisir de l'exercice est aussi de pouvoir jouer avec le modèle, d'en modifier le comportement pour faire émerger quelque chose d'autre, produire de nouveaux éléments, de façon cohérente – y compris, le cas échéant, en introduisant des degrés de complexité supplémentaires. Ainsi, le système planétaire de *Dark Crystal*¹¹ comporte bien plus de planètes que le système solaire, parce que c'est plus drôle – *Wow !*

Illustration
de Brian FROUD
pour *The World of
Dark Crystal*



L'objectif premier de la science-fiction n'est pas de produire des modèles, mais des *fictions*, des objets esthétiques dont certains éléments essentiels ne correspondent pas forcément à une modélisation rappelle Simon Bréan. À la différence peut-être de la prospective, il n'y est jamais question de « modéliser le futur », et la proximité de certains éléments d'une telle fiction avec quelque chose qui pourrait exister ou advenir n'en est pas un enjeu central. Pour autant, la construction de certaines de ces fictions, comme celle de certains modèles économiques ou d'études prospectives, repose sur la mise en branle « pour voir ce qui se passe », à partir de ce que l'on a déjà observé, d'un ensemble de règles plus ou moins arbitraires. Pour Simon, la question théorique qui se pose est donc de déterminer si, à l'intérieur de cette catégorie « fiction », peut se jouer quelque chose de l'ordre de la modélisation, et à quel titre.

11. *Dark Crystal (The Dark Crystal)*, 1982, réalisation : Jim HENSON & Frank Oz ; ITC Prod., U.S.A. & Royaume-Uni.

Ce pourrait être le cas du secteur de la SF qui se définit comme une littérature « d'anticipation ». Pour Éric Picholle, ce terme même fait référence à un monde particulier, extérieur à la fiction, qui se trouve être le nôtre ; c'est ce qui distingue par exemple l'anticipation de la fantasy ou du space opera. Or dès lors que l'on crée une représentation de notre monde, on est dans la modélisation.

La Machine à explorer le temps

Revendiquant « toute la rigueur d'un littéraire », Daniel Tron suggère d'en revenir à la base de la science-fiction et à *La Machine à explorer le temps*¹² d'H. G. Wells. Pour lui, ce roman ne relève aucunement de l'anticipation : à aucun moment, Wells n'y imagine le futur. À la sortie du roman, ce qui frappe le lecteur, c'est la réplique de son présent, ou plutôt sa « *transposition édifiante* », avec des classes sociales qui deviennent des espèces, avec une organisation dans la ville qui va devenir plus animale, au-dessus/en-dessous du sol... La portée générale idéologique et d'avertissement du récit est informée par deux disciplines scientifiques différentes avec, d'une part, un commentaire du système socio-économique que Wells voit se développer à la fin du XIX^e siècle, avec une classe dominante au pouvoir croissant, et une classe opprimée qui grouille dans les usines et voit de moins en moins la lumière ; et d'autre part les nouvelles conceptions darwiniennes de l'être humain et de l'évolution des espèces. Cette compréhension du présent et, surtout, l'idée de croiser ces deux lectures, de manipuler de façon très graphique des éléments de la société, lui permet de postuler un futur, de modéliser une autre organisation.

Le protagoniste du roman, le voyageur, est d'ailleurs un pur observateur du résultat de la projection effectuée par l'auteur à partir d'un instantané de sa propre société. En un sens, remarque Claude Ecken, on pourrait même dire que Wells n'y construit pas vraiment une fiction, au sens d'un récit dans lequel le personnage aurait à résoudre des problématiques, avec tout un arrière-plan, etc. Pour autant, souligne Daniel, il y a toujours chez Wells, comme chez la plupart des auteurs de fiction, un aspect extrêmement ludique et peu rigoureux, ou au moins modérément rigoureux : on est loin de la vision totalisante, de l'am-

12. Herbert George WELLS, *La Machine à explorer le temps* (*The Time Machine*, 1895) ; Folio SF, 2016.

bition de pouvoir tout interpréter des grandes cathédrales mathématiques à la Rudolph Carnap. L'attachement de l'auteur à la rigueur, à la vraisemblance et à la cohérence va d'ailleurs définir des sous-genres de la science-fiction, comme la *hard SF*.

Sans doute conviendrait-il de distinguer au moins deux niveaux de signification dans *La Machine à explorer le temps*, suggère Simon Bréan : celui du récit, effectivement *produit dans le texte* – le voyageur rencontre des Morlocks et des Eloïs – et celui de ce qui est *transmis par le texte* – si des Morlocks et des Eloïs arrivent, c'est parce qu'il faut comprendre tel ou tel élément auquel la fiction renvoie implicitement. De ce point de vue, l'activité de modélisation ne se superpose pas à l'activité de narration et de mise en fiction, et il n'est pas évident que l'on puisse parler de modélisation *par le texte*. On pourrait en revanche envisager que celui-ci transmette une forme de modèle implicite ayant guidé intuitivement (ou non...) la construction du récit par l'auteur et dont la signification est à reconstruire par le lecteur. Il faudrait alors également prendre en compte deux niveaux de modélisation correspondant respectivement, en amont de la production du texte de la part de l'auteur ; et en aval, de la part du lecteur.

Pour autant, si Wells assemble dans le roman un certain modèle fictif de l'évolution, ce n'est pas lui qui l'invente : *La Machine à explorer le temps* n'est pas *L'Origine des espèces*¹³. Les lecteurs qui accèdent à ce niveau de signification appliquent en fait ce qu'ils savent du modèle darwinien à leur lecture de Wells, analyse Jean-Louis Trudel. La SF apparaît comme une littérature hybride, dans laquelle les modèles peuvent fonctionner sur la base d'emprunts et de métissages.

Pour Estelle Blanquet, le récit de Wells décrit un monde dans lequel l'auteur a fait « passer à la limite » un certain nombre d'éléments choisis, en particulier socio-économiques, qu'il avait identifiés comme pertinents pour comprendre son époque, et négligé ceux qui ne l'étaient pas : c'est en effet l'opération de base de toute modélisation de type scientifique. Par ailleurs, le caractère extrême de leur mise en place permettait au lecteur de l'époque de les identifier comme tels, et de focaliser à son tour sur ces éléments pertinents sa réflexion sur son présent.

13. Charles DARWIN, *L'Origine des espèces (On The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life, 1859)* ; Garnier-Flammarion, 2008.

Des modèles pour comprendre ?

Un tel modèle serait alors plutôt un « modèle explicatif » qu'un « modèle prédictif », selon une distinction fréquente chez les ingénieurs rappelée par Claude Lobry. Pour autant, remarque Daniel Tron, si ce sont des modes de connaissance différents, on peut souvent se servir du même modèle « *pour comprendre et pour prédire* ». Claude souligne également que les conséquences éventuelles des prédictions d'un modèle, comme des décisions prises sur cette base en vue d'éliminer des processus identifiés par le modèle comme néfastes ou d'endiguer une évolution peu souhaitable, relèvent, elles, de la politique, non de la modélisation.

Franck Grammont insiste pour sa part sur le fait que l'on modélise toujours *quelque chose*, un référent extérieur au modèle, et idéalement quelque chose qu'on connaît. Au-delà de la valeur pédagogique et heuristique des modèles explicatifs dont tous les paramètres pertinents sont connus, il distingue deux stratégies principales d'emploi pour se libérer progressivement du modèle lorsque ce n'est pas le cas :

- Donner une représentation aussi fidèle que possible de la réalité telle qu'on l'observe à un moment donné, en intégrant à un modèle, d'une part, tous les paramètres pertinents connus qui le gouvernent et, d'autre part, des hypothèses réalistes sur ceux que l'on ne connaît pas.
- Réaliser une prédiction spécifique et la soumettre au test de l'observation pour valider une théorie ou un modèle ou confirmer la valeur d'un paramètre inconnu. Un exemple classique est celui de la découverte de Neptune, après qu'une hypothèse sur les caractéristiques d'une éventuelle planète inconnue perturbant les orbites observées des planètes connues avait permis de déterminer son emplacement dans le ciel.¹⁴

14. Neptune a été découverte en septembre 1846 par Johann Gottfried Galle, à moins d'un degré d'arc de la position déterminée le mois précédent par Urbain Le Verrier au moyen d'un calcul basé d'une part sur la théorie newtonienne de la gravitation, et d'autre part sur des anomalies de l'orbite d'Uranus incompatibles avec les modèles du système solaire à sept planètes majeures. Ce succès majeur de l'astronomie a longtemps été considéré comme la confirmation la plus éclatante de la théorie newtonienne de la gravitation universelle. Jean-Louis Trudel remarque toutefois que l'on a aussi parfois prédit à tort l'existence de nouvelles planètes...

De telles prédictions ne sont pas à proprement parler des connaissances avérées : il s'agit de représentations partielles de la réalité. Dans quelle mesure pourrait-on alors considérer une stratégie supplémentaire consistant à :

- « Modéliser le futur », qui consisterait à employer les outils conceptuels habituels de la modélisation, mais uniquement sur la base d'éléments inconnus, le futur n'existant pas ?

Il s'agit alors d'extrapolations impossibles à vérifier, au moins dans le présent, aux résultats souvent contradictoires dans la mesure où elles ne s'appuient pas sur les mêmes hypothèses, et qui ont d'autant plus de chances de s'avérer fausses dans le futur qu'elles prennent en compte plus de paramètres, et en particulier des facteurs humains, remarque Daniel Hennequin. Un tel exercice débordant du cadre communément admis de la modélisation, Franck propose, pour éviter la confusion, d'inventer un néologisme spécifique, comme « *prospectiver* », qui décrirait par exemple le type de modélisation-extrapolation de *La Machine à explorer le temps*, par opposition à l'*anticipation* scientifique ou littéraire, qui correspondrait alors à l'extrapolation d'un modèle bien établi rendant déjà compte du présent et du passé.

Pour Simon Bréan, toutefois, il n'y a aucune commune mesure entre l'utilisation d'un modèle du système solaire pour (1) analyser les caractéristiques d'un objet comme Neptune, dont l'influence se manifestait déjà même lorsqu'on n'avait pas encore réussi à le cerner et qu'il n'avait pas encore été observé ; (2) tenter d'anticiper un événement complètement imprévu, éventuellement déjà déterminé et en germe dans le présent mais dont on n'a encore aucun moyen de connaître l'existence et (3) imaginer une pure fiction comme la manifestation soudaine d'une nouvelle planète près de la Terre, pour tenter de prédire ce qui se passerait alors en termes de flux des marées et de diversion des ressources, comme Fritz Leiber le fait par exemple dans *Le Vagabond*¹⁵. Dans ce dernier cas, il ne s'agit d'ailleurs pas tant d'établir un modèle que de proposer une réponse à une question de type « Et si... ? », classique en SF, remarque Claude Ecken.

15. Fritz LEIBER, *Le Vagabond* (*The Wanderer*, 1964) ; Livre de Poche SF, 1987.



Connu vs inconnues

Daniel Hennequin souligne pour sa part la différence fondamentale entre *inconnu* et *mal connu*. Pour lui, l'inconnu correspond à des variables complètement cachées, à des choses dont on n'a souvent pas même perçu l'existence, comme dans le cas de Neptune, et il n'y a guère de sens, par exemple, à employer ce terme pour des extrapolations du présent. Plus généralement, à l'acception mathématique du terme, où x constitue « l'inconnue » d'une équation du type $y = ax + b$, il préfère l'usage des physiciens de distinguer les paramètres (ici a & b , par convention), dont les valeurs restent constantes au fil de la résolution, des variables (x & y), dont les valeurs changent, qui évite de ranger les variables mal connues parmi les inconnues, et de risquer de dérouter le profane avec des expressions comme « je modélise l'inconnu », voire des quiproquo du type « *le futur est inconnu, je l'appelle x...* ».

Franck Grammont préfère s'attacher à ces variables inconnues qui représentent ce que l'on définit comme pertinent et que l'on cherche effectivement à modéliser après le processus scientifique de simplification du système considéré ; inversement, l'inconnu, « *ce dont on se fiche* » et qui sort du modèle, au contraire de ce que l'on connaît, des données actuelles de la science. D'ailleurs, on ne modélise pas l'inconnu : sinon, explique Franck, « *je n'ai rien à entrer dans mon ordinateur !* » Pour autant, ses programmes peuvent intégrer des choses mal connues ; en un sens, il tendrait même à préférer, comme un indice de robustesse « *quand ça bugge à quand ça marche* » – au grand amusement de Daniel Tron, qui estime cette posture « *très dickienne* ».

Ces difficultés terminologiques évoquent à Jean-Louis Trudel la grille d'analyse politique de Donald Rumsfeld, l'ancien ministre de la Défense de George Bush, résumée dans une sortie fameuse comme « *Il y a du connu connu ; ce sont les choses que nous savons savoir. Nous savons aussi qu'il y a des inconnus connus, c'est-à-dire des choses que nous savons ne pas savoir. Mais il a aussi les inconnus inconnus — les choses dont nous ne savons pas que nous ne les savons pas...* ».¹⁶

Modélisation vs prédictions

Il convient également d'éviter de confondre le modèle proprement dit, *a priori* fondé sur des connaissances du passé et du présent, et les prédictions qu'il permet lorsque « *on le fait tourner* », insiste Franck Grammont. Un même modèle général peut s'appliquer de façons différentes et aboutir, pour des hypothèses différentes sur la valeur de certains paramètres – c'est-à-dire pour différentes *simulations* particulières – à des prédictions différentes, voire contradictoires. La valeur et la fiabilité de ces prédictions dépendront donc, d'une part, de celles du modèle lui-même, et d'autre part de celles de ses hypothèses basées sur une connaissance nécessairement imparfaite du passé et du présent du système modélisé.

À la limite, on peut même envisager des prédictions à si court terme, voire si éphémères que le terme même paraît inadapté, remarque Claude Lobry. Ainsi, le modèle de vol produit pour le pilotage automatique d'un avion n'est pas de même nature et n'a pas la même fonction qu'un modèle météo¹⁷ : ses prédictions en temps réel ne visent qu'à anticiper l'évolution de l'appareil dans la fraction de seconde à venir pour y apporter les éventuelles corrections nécessaires. Il s'agit de faire réagir correctement l'avion aux données sur les conditions extérieures,

16. « Reports that say that something hasn't happened are always interesting to me, because as we know, there are known knowns; there are things we know we know. We also know there are known unknowns; that is to say we know there are some things we do not know. But there are also unknown unknowns – the ones we don't know we don't know. And if one looks throughout the history of our country and other free countries, it is the latter category that tend to be the difficult ones. »
Conférence de presse de Donald RUMSFELD au *Department of Defense*, le 12 février 2002, à propos du manque de preuves sur le trafic d'armes de destruction massive par l'Irak.

17. Encore qu'on ait reproché au GIEC d'utiliser pour des prédictions à très long terme des modèles météo apparaissant eux-aussi à très court terme, relativement à cette échelle.

donc d'une adaptation, voire d'une réaction, plus que d'une prédiction à proprement parler. Par ailleurs, le pilote automatique lui-même n'est pas un modèle, mais un système qui utilise des prédictions issues d'un modèle, souligne Franck Grammont.

Il y a donc tout un continuum de méthodes aboutissant à des prédictions, de la manipulation purement statistique de *big data* brutes aux modèles de connaissance les plus précis, en passant par les modèles de comportement auxquels Franck préférerait réserver le terme de *modélisation*. Historiquement, les modèles de comportement eux-mêmes sont plus construits et identifient plus de variables explicites que les techniques de *machine learning* en vogue aujourd'hui du côté de Google™, etc. De même, Franck est réticent à parler de modélisation lorsqu'il s'agit de rendre compte de systèmes simples et entièrement connus – ce qui, de toute façon, ne saurait exister, se récrient les physiciens de l'assistance.

La confrontation des prédictions de tout modèle à la réalité du comportement du système modélisé est par ailleurs l'une des bases de la démarche scientifique moderne, rappelle Daniel Tron. Même lorsque le premier objectif d'un modèle n'est pas d'être prédictif, c'est ainsi qu'il peut être validé : si le premier mouvement de celui qui développe un modèle scientifique est de le confronter aux données déjà existantes et d'en ajuster les paramètres pour qu'il en rende compte le mieux possible, ce type de « rétroprédiction » est bien moins convainquant que la prédiction correcte d'un comportement non encore observé, et non prévu par les modèles antérieurs. Daniel insiste par ailleurs sur la fiabilité des prédictions de certains modèles particulièrement robustes, comme ceux de l'évolution du système solaire, dont il estime qu'ils permettent de prévoir l'état sur deux milliards d'années, ou encore les modèles de digues en Hollande, qui peuvent garantir que la Mer du Nord ne détruira pas le pays.¹⁸

Mettre à l'épreuve notre compréhension du monde

On peut également tester notre compréhension d'un système, et le cas échéant la validité de nos modèles, en les mettant à l'épreuve de la variation contrôlée de certains paramètres, remarque Simon Bréan.

18. Daniel évoque l'une de ses collègues, architecte hollandaise, pour laquelle « *un modèle de barrage non prédictif, c'est français !* ». Le Hollandais qui construit une maquette de digue, lui, « *n'a pas le choix : sa digue tient, ou il n'a plus de pays.* »

On pourrait même considérer que c'est au moins en partie le cas de toute une catégorie de la SF. C'est en particulier celui de la littérature uchronique, qui se donne pour système la réalité historique telle qu'on la connaît, et ne relève *a priori* pas de l'anticipation. De même, certaines dystopies, qui peuvent être considérées comme des représentations de systèmes clos dans lesquels on impose certaines contraintes, échappent en grande partie à la question de l'anticipation. Dans quelle mesure, s'interroge Simon, ne va-t-on pas reconnaître plus facilement des modélisations dans ces littératures que dans l'anticipation ? Inversement, dans quelle mesure toute anticipation implique-t-elle une modélisation ?

En littérature, à l'exception de quelques récits se voulant prédictifs, la mise à l'épreuve d'un modèle se fait à l'intérieur d'une trajectoire elle-même extrêmement aléatoire et arbitraire, par construction, et qui se situe le plus souvent¹⁹ au niveau humain et de l'action individuelle. En un sens, estime Simon, on pourrait donc considérer qu'il s'agit moins dans un récit de science-fiction, en toute rigueur, de la modélisation effective d'un système global ou d'une société, que d'une sorte de proposition analogique, que le lecteur peut recevoir – ou non – comme une modélisation. En cela, la science-fiction se distingue des utopies, que l'on s'attend sans doute plus à ce que le lecteur prenne comme des modélisations. Plus généralement, pour Simon la question centrale est donc moins celle d'une éventuelle capacité spécifique des œuvres de SF à fournir matière à modélisation que de comprendre comment et dans quelle mesure elles peuvent, du point de vue de leur réception et de leur interprétation, fonctionner à l'instar de modèles.

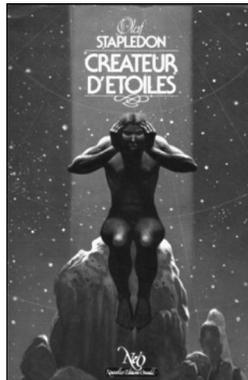


Illustration de
Jean-Michel NICOLLET

19. On trouve évidemment des exceptions, comme *Créateur d'étoiles* (*Starmaker*, 1937) d'Olaf STAPLEDON ; Nouvelles éditions Oswald, coll. Fantastique/SF/Aventure, 1979.

À l'opposé peut-être des sciences dites dures, suggère Irène Langlet, le défi de l'interprétation littéraire est plutôt d'affronter le nuage de variables et d'en faire une affaire, singulière à chaque fois. S'il y a en littérature un certain nombre de choses tout à fait vérifiables et sur lesquelles on peut aisément obtenir un consensus, un même texte n'a jamais fini de pouvoir être interprété et, potentiellement, de fournir la matière d'un nombre non fini de thèses. Pour Éric Picholle, il n'y a toutefois pas de ce point de vue de différence fondamentale entre une création de l'esprit littéraire et une création de l'esprit écrite en langage mathématique : il y a sans doute autant de thèses sur les différentes variations de l'équation de Schrödinger et ce qu'on peut lui faire dire que sur la *Comédie humaine*.

Rétroactions et responsabilités

« *Ce qui est extraordinaire en sciences, assure Daniel Hennequin, c'est que les équations nous échappent parfois* », voire permettent la prédictions de choses dont on n'avait aucune idée *a priori*. Une différence fondamentale reste toutefois que les propriétés d'une équation ou d'un objet physique ne dépendent *a priori* pas de l'observateur,²⁰ alors que celles d'un objet esthétique changent avec le matériau humain, souligne Simon Bréan. Le regard de l'observateur transforme en partie les propriétés de l'objet esthétique, dont la réception varie dans le temps, avec la capacité à percevoir des points saillants qui ne sont pas les mêmes à toutes les époques.

Par surcroît, dès lors qu'un modèle inclut des paramètres humains, comme les modèles d'évolution du climat, il peut être mis en échec du seul fait que ces acteurs humains pourraient être conscients du modèle et de ses prédictions, et modifier leur comportement en conséquence, selon qu'elles leur semblent désirables ou au contraire déplaisantes. C'est un problème classique en sociologie, explique Anthony Vallat : si « *les atomes ne lisant pas les théories de physique, ils ne savent pas ce qu'ils sont censés faire et ne peuvent pas se rebeller* », les humains peuvent lire des ouvrages de sociologie et refuser d'adopter les comportements qui y sont prédits. Dans quelle mesure la révolution communiste se produit-elle parce que Marx l'a prophétisée et a publié cette prédiction,

20. Du moins en physique dite «classique». Le jeu s'avère plus subtil dès lorsqu'on parle de physique quantique – mais c'est une autre histoire.

dont la seule existence aurait alors transformé un siècle d'histoire ? Cette problématique du rapport entre déterminisme et prédiction se retrouve d'ailleurs dans de nombreux récits de SF, en particulier chez P. K. Dick, comme dans « Minority Report »²¹.

Rien n'empêcherait en principe d'intégrer dans les modèles une intentionnalité de second ordre, comme l'esprit de contradiction du public, soutient Franck Grammont. Par ailleurs, même les enfants de quatre ans savent que, pour obtenir ce qu'ils veulent, ils vont parfois devoir utiliser des stratégies détournées intégrant la réaction probable de l'autre. Pour Franck, c'est le détournement des conclusions d'un modèle, comme le fait d'en présenter une version aggravée à des fins d'alerte, qui relève de la politique, non de la modélisation proprement dite.

Chacun a dans la tête un modèle de la société dans laquelle il vit qui, moins d'ailleurs qu'à établir des prédictions, lui sert à ajuster son propre comportement, à déterminer « *les choses qui se font et celles qui ne se font pas* », explique Claude Lobry. Plus généralement, toute activité humaine intelligente comporte une part de modélisation, au sens le plus large de ce terme. Claude propose donc de le réserver à une lecture plus restreinte et plus modeste du concept et d'en exclure en particulier tout ce qui relèverait de la « prise de responsabilité » par rapport au réel. Ainsi, selon lui, lorsqu'un Galilée ou un Newton assument la responsabilité d'introduire un élément entièrement nouveau dans la physique de leurs temps, un novum au sens le plus fort²² qui va provoquer une révolution scientifique, cet acte fondateur ne relève pas de la modélisation, au contraire de ceux qui, après eux, développeront des modèles à partir de ces idées, des ingénieurs qui s'appuieront sur elles pour répondre à des commandes, etc. On retrouve ces deux phases dans la création d'une fiction : l'auteur commence par faire des choix, de l'époque à laquelle se déroulera son roman, de son sujet, de ses personnages ; la phase d'écriture proprement dite correspond, elle, à une forme de modélisation de l'univers ainsi déterminé dans le cadre et le respect de cette logique préalablement définie.

21. Philip K. DICK, « Rapport minoritaire » (« Minority Report », 1956) ; in *Total Recall et autres récits*, Folio SF, 2012, pp. 13-73.

22. Celui que propose Darko SUVIN dans *Pour une poétique de la science-fiction*, Presses Un. Québec, 1977. Pour une discussion des différentes lectures possible de la notion de novum, voir « Les Vertiges du novum », in *Les Émotions*, actes des 11^e Journées Sciences & Fictions de Peyresq, Nice, éd. Somnium, 2018, pp. 83-105.

Un tel parallèle apparaît problématique à plusieurs participants – peut-être, suggère Éric Picholle, du fait des temps caractéristiques très différents entre l'établissement d'un paradigme scientifique et la composition d'un récit. Même si aucun fait réputé établi, ni *a fortiori* aucun paradigme, n'ont vocation à être acceptés indéfiniment, et si les nombreuses approches et interprétations n'épuisent jamais le réel, il y a dans la logique qui sous-tend les disciplines des sciences dites dures, telle que la comprend Simon Bréan, le présupposé qu'il existe, à un moment donné, des « faits définitifs », indépendants de la manière dont on les approche et sur lesquels un consensus doit s'établir.

Les propriétés essentielles d'un objet physique ne changeront pas, alors que la multiplicité des interprétations n'est jamais exclusive dans l'approche d'un objet esthétique, comme un récit de SF, quel que soit son support. « *Si c'est pareil en sciences, s'inquiète Simon, vous faites s'effondrer ma confiance dans la société contemporaine !* ». Au-delà des difficultés ontologiques de la physique moderne – Daniel Hennequin se disant « *certain qu'Éric et moi n'avons pas la même vision de ce qu'est un atome* » – ce dernier souligne toutefois que la discussion porte le plus souvent non pas sur des objets physique à proprement parler, mais sur des discours scientifiques, des modèles et des théories qui sont également des productions de l'esprit, également justiciables d'une approche de type « esthétique », même si les critères de cohérence interne et externe sont prioritaires et s'exercent de façon particulièrement rigoureuse dans un contexte scientifique.

SESSION 2

Techniques de modélisation narrative

lancement : Simon Bréan

L'expression de *modélisation narrative* apparaît au modérateur en tension, voire un peu paradoxale. En effet, comme on l'a vu dans la session précédente, le terme de modélisation suggère un système de référence extérieur qui pourra être confronté aux prédictions du modèle pour expérimenter sur l'influence de tel ou tel paramètre, examiner tel résultat, etc. Or c'est l'inverse qui se produit dans un récit de science-fiction, où c'est le fait même d'écrire, de raconter, qui va produire la chose sur laquelle on est censé expérimenter.

Un tel concept soulève donc pour Simon Bréan le même type de difficulté que celui d'expérience de pensée SF, dans la mesure où un récit de science-fiction pose arbitrairement les résultats de son expérience pour l'exposer, d'une façon un peu fallacieuse, comme quelque chose qui serait vraiment arrivé. En revanche, il peut éventuellement se construire dans le texte, sinon un modèle à proprement parler, du moins quelque chose qui pourra être reçu par le lecteur comme un modèle et lui fournira des informations ou des pistes de réflexion lui permettant de faire retour vers le présent et d'essayer de comprendre en partie le monde.

Cette logique SF est distincte de celle d'une littérature suivant une méthode expérimentale lui permettant, une fois définies les valeurs initiales des paramètres, d'en déterminer les conséquences. Émile Zola s'attache ainsi à suivre la logique des rapports de l'hérédité et du milieu dans un environnement social, chaque roman du cycle des *Rougon-*

*Macquart*¹ développant les manifestations de cette logique héréditaire. Les récits de science-fiction entretiennent un rapport plus lointain avec l'idée d'un modèle – social, ici – déjà présent : le modèle n'y est pas donné et, lorsqu'il existe, il est construit par le texte.

Ce n'est pas nécessairement le cas de tous les textes de SF et, plus généralement, de tous les mondes imaginaires, la modélisation narrative n'étant pas équivalente à la simple création de mondes ou même à la logique SF du « Et si ». Ainsi, les récits typiques des débuts de la science-fiction, « Untel invente une machine et il se passe telle chose » ne semblent-ils faire intervenir que très faiblement la notion de modélisation. Comme chez Zola, la quasi-totalité du monde y reste inchangée. Inversement, s'il serait sans doute possible de modéliser le monde de *Tschai*,² il s'agirait d'un modèle extrêmement éclaté, non constitué *a priori* dans le texte et qui demanderait une stratégie d'encyclopédiste complètement extérieure. De même, la logique de monde initiale d'un livre comme *Dune*³ semble assez faible à Simon Bréan ; ce n'est qu'*a posteriori* qu'elle a été étendue par Herbert et extrapolée par l'imagination de nombreux lecteurs. Mais explorer un univers ne revient pas à le modéliser...

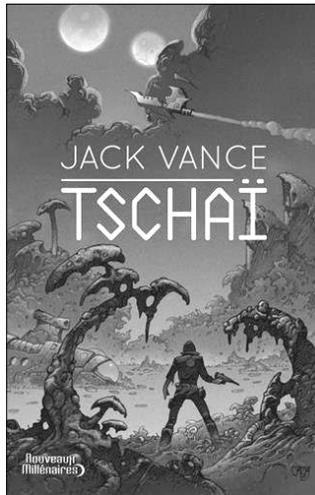


Illustration de
Philippe CAZA

1. Émile ZOLA, *Les Rougon-Macquart. Histoire naturelle et sociale d'une famille sous le Second Empire* (1871-1893), 20 volumes. Par exemple *La Fortune des Rougon* (tome 1 du cycle), Folio Classique, 2007.
2. Jack VANCE, *Tschai (Planet of Adventure, 1968-1970)* ; J'ai Lu, coll. Nouveaux Millénaires, 2016.
3. Frank HERBERT, *Dune* (1965) ; Presses Pocket, coll. SF/Fantasy, 2016.

Le lecteur d'un récit de SF en sort potentiellement avec un modèle, une nouvelle représentation du monde qu'il n'a pas nécessairement trouvée dans le texte. Dans la mesure où, selon la logique d'Eco,⁴ toute lecture repose sur un bagage culturel du lecteur, qui arrive au texte avec déjà un certain nombre d'éléments nécessaires pour le faire fonctionner, on pourrait même considérer que les transformations induites par le récit consistent plus en une évolution de la représentation du monde chez le lecteur qu'en la réception d'une modélisation spécifique d'un système donné.

Cette dernière peut d'ailleurs ne pas aller sans une part de fourberie de l'auteur. Ainsi, au début du *Sceptre du hasard*,⁵ un chapitre entier, que l'on pourrait envisager comme une modélisation initiale explicite, explique clairement comment la société stochastocratique est arrivée à l'existence et comment elle fonctionne ; mais on s'aperçoit au fil du récit et de l'émergence d'éléments concrets qu'il s'agissait d'une présentation piégée, d'idées reçues appelées à être déconstruites.

Au-delà du débat terminologique, les paradoxes soulevés par l'expression de « modélisation narrative » rejoignent donc la question désormais bien identifiée^{6,7,8} que Richard Saint-Gelais appelle la « contradiction motrice » du récit de SF et qui consiste à produire simultanément des événements et le monde dans lequel ces événements sont censés se produire. On peut par ailleurs essayer de l'analyser en termes de techniques de distribution de l'information qui, dans la logique du texte, pourront faire émerger un modèle. Le modérateur rappelle les trois grandes stratégies identifiées par Saint-Gelais : une « stratégie didactique » qui peut se ramener à une forme d'*info-dump*, où l'on fournit sans détour les informations

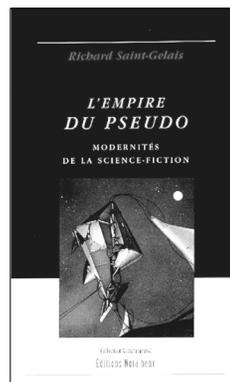


Illustration de Lebbeus Woods

4. Umberto ECO, *Lector in fabula. La Coopération interprétative dans les textes narratifs* (*Lector in fabula*, 1979) ; Livre de Poche, 1999.
5. Gérard KLEIN, *Le Sceptre du hasard* (1968, sous le nom de Gilles d'Argyre) ; Livre de Poche SF, 2002.
6. Richard SAINT-GELAIS, *L'Empire du pseudo. Modernités de la science-fiction*, Québec, éd. Nota Bene, 1999.
7. Irène LANGLET, *La Science-fiction. Lecture et poétique d'un genre littéraire*, Paris, Armand Colin éd., 2006.
8. Simon BRÉAN, *La Science-fiction en France. Théorie et histoire d'une littérature*, Presses Un. Paris Sorbonne, 2012.

pertinentes ; un « didactisme honteux », où les informations qui manquent au lecteur sont distillées de façon progressive, par petites touches et sous différents prétextes, par exemple par le biais d'un narrateur ; enfin, une stratégie pseudo-réaliste qui consiste à les donner de façon beaucoup plus implicite et indirecte, en mettant le lecteur en situation, comme si tous les éléments nécessaires étaient déjà connus. Toutes ces stratégies sont par ailleurs souvent mises en place avec une certaine économie de moyens, en s'appuyant sur des structures et des notions présumées connues, comme le souligne le manuel d'Irène Langlet,⁷ voire sur une culture assez communautaire où les inventions circulent et sont réemployables.

Les techniques mobilisées ne seront d'ailleurs pas nécessairement les mêmes dans différents sous-genres. Ainsi, le roman d'apprentissage ou le journal intime apparaissent comme une manière d'ancrer dans le regard individuel la découverte des limites d'une logique utopique ou dystopique, d'accompagner une prise de conscience qui va prendre sens et, peut-être, faire modèle, alors que l'on retrouvera beaucoup moins souvent ce type de techniques dans des récits cyberpunk, par exemple.

Les questions que le modérateur souhaite soumettre au débat sont donc très ouvertes : dans quelle mesure tout récit de science-fiction tend-il vers ce que l'on pourrait qualifier de modélisation et a-t-il nécessairement une portée de modélisation spécifique ? Cette éventuelle logique de modélisation réside-t-elle dans le texte, et qu'est-ce qui la singularise alors par rapport à la simple écriture narrative ? Ou faut-il plutôt la chercher dans une action de reconstruction du lecteur, c'est à dire dans le regard qui est porté sur l'œuvre ?

1984, narration-paradigme

Un exemple frappant est celui de *1984*.⁹ On ressort de sa lecture avec un modèle de totalitarisme, l'idée de ce qu'est un système totalitaire vraiment efficace, au point que ce récit est aujourd'hui très souvent employé comme paradigme de la logique totalitaire, non seulement dans l'esprit des lecteurs de SF, mais « chez M. *Tout-le-monde* », et de façon presque plus obsédante que les références directes aux totalitarismes communiste ou nazi, remarque Simon Bréan. La récurrence dans le discours général de symboles et de références tirés du roman lui semble

9. George ORWELL, *1984 (Brave New World, 1949)* ; Folio+ classiques, 2015.

même en nette augmentation depuis les années deux mille au moins, du fait en particulier de la montée en puissance des technologies de l'information et de la communication

D'accord avec ce constat, Éric Picholle ne s'en étonne pas moins de cette puissance d'un simple roman au regard de tels « *monstres conceptuels* », qui ont marqué en profondeur notre histoire et notre imaginaire politique. Si l'on se hasarde à identifier les facteurs qui le rendent possible, Simon suggère que, d'une part, la trajectoire du récit propose une représentation à la fois extrêmement concrète, parce qu'on suit le devenir du malheureux protagoniste, et assez limpide, donc assez lisible pour rendre immédiatement perceptible l'idée de modèle dans l'artefact littéraire de *1984*, et d'autant plus que celui-ci est simplifié. D'autre part, on peut

constater une certaine inactualité des totalitarismes communiste ou nazi, surtout pour les jeunes, alors que *1984* est toujours disponible à la lecture et présent dans la culture générale, sous la forme d'un modèle très simple permettant de signifier « *on vous surveille, on vous écrase, on essaye de vous faire penser...* » Le roman compte parmi les œuvres que tous les élèves lisent au collège ou au lycée.¹⁰ Par ailleurs, le modèle issu du roman est générique et vaut pour tous les totalitarismes, remarque Claude Ecken, alors qu'une référence trop spécifique au nazisme ou au communisme risque d'entraîner toute discussion vers ces cas particuliers. *A fortiori*, ajoute Pascal, il ne se trouve jamais de partisans de *Big Brother* pour protester lorsque l'on dit du mal de lui, alors que les totalitarismes réels trouvent des gens pour les défendre, sur le mode « *c'était mal, mais...* » L'image est beaucoup plus claire et moins polémique lorsqu'on s'en tient au roman.

Il convient peut-être aussi, suggère Élodie Hommel, de faire la part du politiquement correct dans la plus grande facilité à s'appuyer sur un récit fictif que sur des faits réels pour parler du totalitarisme. On le voit

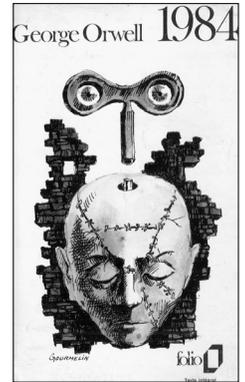


Illustration de Jean GOURMELIN

10. Les programmes de français du collège et du lycée proposent des thématiques plutôt que des œuvres, mais *1984* fait partie des œuvres très souvent mentionnées par les manuels et les ressources en ligne et choisies par les enseignants. Par exemple, dès la classe de troisième : « *1984* de George Orwell : un roman d'apprentissage aux médias et à l'image ». Accessible en ligne : <https://www.reseau-canope.fr/atelier-val-d-oise/toutes-les-ressources/education-aux-medias-et-a-l-image/article/1984-de-george-orwell-un-roman-d> (mars 2020).

par exemple sur les forums de discussion internet, où toute référence directe au nazisme apparaît comme une sorte d'indélicatesse immédiatement sanctionnée par une référence au « Point Godwin »¹¹.

Franck Grammont soupçonne quant à lui un biais de représentativité : si les références à *1984* sont en effet très présentes dans les milieux cultivés, elles le sont beaucoup moins dans la culture populaire – comme d'ailleurs les références historiques précises au nazisme, etc. Irène Langlet s'élève toutefois contre une telle prémisse, selon laquelle « le peuple ne connaît rien à rien ». Daniel Hennequin souligne pour sa part qu'au lendemain de la mention de « faits alternatifs » par la Maison Blanche, *1984* s'était hissé au sommet de la liste des ventes chez Amazon, tous publics confondus.¹²

Faut-il y voir un indice de la présence du roman dans la culture populaire, ou au contraire celui d'un manque, s'interroge Franck. Élodie Hommel confirme, en sociologue, qu'une étude serait nécessaire pour déterminer clairement si *1984* est effectivement plus présent que le nazisme ou le stalinisme dans l'esprit des lecteurs, mais constate également que des termes comme *Big Brother* sont passés dans le langage courant et que même des personnes qui n'ont pas lu le roman peuvent avoir une certaine connaissance de ses thématiques et de ses idées, qui font figure de présupposés, d'horizon d'attente de nombreuses théories actuelles.

Pour Simon Bréan, toutefois, la question n'est pas ici de quantifier le degré de connaissance de *1984* dans différents publics, mais de comprendre l'usage d'un roman de ce type dans le discours social actuel. Si celui d'Orwell semble occuper aujourd'hui une position un peu exceptionnelle à cet égard, d'autres récits, comme *Le Meilleur des mondes*,¹³

11. La Loi de Godwin, formulée par Mike Godwin en 1990, stipule que « plus une discussion en ligne dure longtemps, plus la probabilité d'une comparaison impliquant Hitler ou le nazisme approche de un ». Une telle référence constitue alors le « point Godwin » de non retour, réputé pour certains mettre un terme au débat en disqualifiant son auteur.

12. En janvier 2017, après qu'une conseillère du Président Trump récemment élu, Kellyanne Conway, avait imprudemment forgé le terme de « faits alternatifs » (« *You're saying it's falsehoods — and our press secretary gave alternative facts* »), trois jours plus tard, *1984* avait atteint la tête de la *best seller list* d'Amazon et s'était rapidement retrouvé épuisé chez Amazon, en dépit d'un retraitage exceptionnel de 75 000 exemplaires par l'éditeur Penguin.

13. Aldous HUXLEY, *Le Meilleur des mondes* (*Brave New World*, 1932) ; Pocket, coll. Littérature-Best, 2013.

peuvent aussi être mobilisés, à tort ou à raison, comme exemples-types pour interpréter un certain nombre d'enjeux. Jean-Jacques Régnier évoque pour sa part *La Servante écarlate*,¹⁴ même si son influence est plus récente et s'est considérablement élargie avec son adaptation.^{15,16}



Au cinéma, *2001*¹⁷ pourrait jouer un rôle aussi paradoxal en ce qui concerne l'histoire de la conquête spatiale : en dépit des images magnifiques produites par le programme Apollo et les suivants depuis un demi-siècle, beaucoup de gens pensent encore l'espace au travers des images de Kubrick, suggère Éric Picholle. De même, les aventures lunaires de Tintin¹⁸ occupent une place considérable dans l'imaginaire spatial européen. On peut y associer *Destination Moon*,¹⁹ film aujourd'hui un peu oublié mais qui, avant *2001*, avait sans doute joué

-
14. Margaret ATWOOD, *La Servante écarlate (The Handmaid's Tale)* ; Paris, Robert Laffont éd., coll. Pavillons poche, 2017.
 15. *La Servante écarlate (The Handmaid's Tale)*, 2017–, série créée Bruce MILLER, M.G.M. Television prod., U.S.A.
 16. Même si *La Servante écarlate* avait été au programme de l'agrégation d'anglais en 1999, son influence médiatique était bien plus faible avant la diffusion de la série. Pascal Thomas se souvient en particulier de la présence de Margaret Atwood au colloque de Nice de 2005, où l'on n'avait « pas du tout l'impression d'avoir une super-vedette avec nous ». cf. M. ATWOOD, « Ma vie et la science-fiction » (« My Life in Science Fiction »), in *La Science-fiction dans l'Histoire, L'Histoire dans la science-fiction*, 5^e Colloque International de Science-Fiction de Nice ; dir. U. Bellagamba, J.-L. Gautero, É. Picholle, D. Terrel & A. Villers, *Cygnos* vol.22-1 & 22-2, Presses Un. Nice Sophia Antipolis, 2005, pp.165-176. Accessible en ligne : <http://revel.unice.fr/cygnos/index.html?id=616#tocto1n2> (mars 2020).
 17. *2001, une Odyssée de l'espace (2001: A Space Odyssey)*, 1968, réalisation : Stanley KUBRICK, MGM prod., U.S.A.
 18. HERGÉ, *Objectif Lune & On a marché sur la Lune* (1953) ; Paris, Casterman éd., 2018.
 19. *Destination Moon*, 1950, réalisation : Irving PICHEL, George Pal prod., U.S.A.

un rôle comparable pour les technologies des années 1950 ; ainsi, Jerry Pournelle n'hésite pas à évoquer un prototype de fusée qui « *atterrissait sur une pointe de feu, comme Dieu et Robert Heinlein ont voulu que le fassent les fusées* »²⁰.

Mobiliser l'exemple du nazisme

On retrouve ici un indice de la portée métaphorique des œuvres d'art, c'est-à-dire de leur capacité à se porter sur un autre plan pour progressivement faire modèle. De fait, souligne Simon, « *ce n'est pas Hannah Arendt qui remonte en tête des ventes* » lorsque l'Administration Trump fait des siennes.

Le *Journal* d'Anne Frank,²¹ également dans les programmes scolaires de nombreux pays et pour lequel on recense une soixantaine de traductions, contre soixante-cinq pour *1984*, jouerait-il de ce fait un rôle comparable dans la compréhension collective de l'histoire et du nazisme ? Jean-Louis Trudel évoque un sondage américain récent suggérant en effet que l'Holocauste s'efface des mémoires et soulignant l'ignorance de certains chiffres ; mais il s'agit pour lui surtout de l'oubli des détails, l'existence même de l'extermination des Juifs n'étant pas contestée et 93 % des sondés se disant partisans de son enseignement.²² Cela lui semble établir « *un niveau assez élevé soit de rectitude politique, soit de connaissance* » et constituer une différence entre les États-Unis et l'Europe, qui lui est parfois apparue « *plus prompte à parler des péchés de l'impérialisme américain qu'à se souvenir de la logique totalitariste allemande* ».

La question de la connaissance objective, ici de ce que l'on sait du nazisme, est toutefois distincte de celle de la modélisation, comme de ce qui ce qui va ou non être mobilisé et éventuellement être mis en concurrence dans le discours général, pour se donner des points de repère, interpréter et caractériser la logique du totalitarisme, objet toutefois Simon Bréan.

20. « *It flew straight up, moved sideways, and landed on a tail of fire just as God and Robert Heinlein intended rockets to do.* » Réponse de Jerry POURNELLE du 25 fév. 2007 à un article de Norman Spinrad dans le *Monde Diplomatique*.

Accessible en ligne : <https://www.jerrypournelle.com/debates/nasa-sdi.html> (mars 2020).

21. ANNE FRANK, *Le Journal d'Anne Frank (Het Achterhuis Dagboekbrieven, 1942-44)* ; Livre de Poche, 2017.

22. Maggie ASTOR, « *Holocaust Is Fading From Memory, Survey Finds* » ; New York Times du 12 avril 2018. Accessible en ligne : <https://www.nytimes.com/2018/04/12/us/holocaust-education.html> (mars 2020)

Il est par ailleurs difficile de comparer des événements historiques à une fiction, même écrite par l'un des plus grands observateurs de son époque, comme Orwell, remarque Franck Grammont. Au-delà même de leur différence de nature, une différence fondamentale est ici que les totalitarismes historiques sont des exemples d'applications dans la réalité de modèles politiques préexistants, avec des prémisses comme la supériorité de la race aryenne pour le nazisme ou un modèle économique et social pour le communisme soviétique. Inversement, *1984* pose le récit avant le modèle. De ce point de vue, la prégnance de ce roman pourrait être liée à la proximité de sa logique avec celle de la situation historique actuelle, où l'on voit se produire dans la réalité des événements qui ne semblent pas du tout dériver d'un modèle connu.

1984, modèle ou simulation ?

En un sens, suggère Claude Ecken, *1984* constitue une sorte de « modèle émergent », qu'il n'est devenu qu'après coup. *L'Île du Dr. Moreau*²³ en fournit un autre exemple en ce qui concerne les manipulations génétiques, ou encore *La Servante écarlate*, qui sont devenus des modèles au fil du temps. Une part de l'efficacité du roman d'Orwell pourrait d'ailleurs résider dans quelques slogans, des phrases fortes passées dans le langage commun et que l'on peut utiliser même sans l'avoir lu, comme « *Big Brother vous regarde* » ou « *la liberté c'est l'esclavage* » qui, selon Claude, permettent de bien recentrer le récit et de définir le modèle. L'expression ne semble toutefois pas très heureuse à Éric Picholle pour lequel ce qui émerge n'est pas le modèle lui-même, mais éventuellement sa pertinence. En effet, le modèle du totalitarisme qu'Orwell, essayiste et observateur du monde politique, choisit de donner sous une forme narrative, est aussi complet qu'il en est capable : tout est dans le texte dès le départ. En revanche, la pertinence et l'importance de certains éléments comme la question de la novlangue, de la manipulation du langage, déjà présents mais encore peu visibles dans les années 1940, sont devenues évidentes *a posteriori* pour un grand nombre de gens. En ce sens, la pertinence du modèle orwellien a effectivement progressivement émergé dans la culture commune.

23. Herbert George WELLS, *L'Île du Dr. Moreau* (*The Island of doctor Moreau*, 1896) ; Folio, 2001.

Pour autant, même si l'on peut observer une coïncidence et chercher à établir un parallèle, Simon Bréan conteste l'idée que le réel ressemble à la fiction. Les deux choses sont complètement autonomes et, pour lui, on ne peut pas parler d'un effet de reconnaissance dans le réel d'une quelconque application du modèle du roman. En revanche, dans le texte lui-même peut émerger quelque chose de l'ordre d'un monde de fiction et que l'on peut modéliser. Estelle Blanquet propose d'interpréter cette idée en termes de navigation entre général et particulier : *1984* pourrait alors être interprété comme la présentation d'un cas particulier, une simulation particulière d'un modèle plus général dont le lecteur perçoit qu'il peut l'appliquer à d'autres cas particuliers.

Le jeu même sur la date dans le titre du roman suggère d'ailleurs de le soumettre au jeu de la vérification dans un contexte différent de celui d'écriture et de lui redonner une existence, remarque Irène Langlet. Paradoxalement, on continue aujourd'hui à lire *1984* comme une sorte de projection dans le futur, alors même que la date affichée dans le titre est passée et vaut désormais comme symbole. Simon Bréan souligne que de vrais totalitarismes étaient encore à l'œuvre au début des années 1980. Cela n'empêchait pas de lire le roman, mais son usage comme guide de pensée était bien moindre qu'aujourd'hui. Daniel Tron évoque pour sa part des facteurs externes, comme la campagne de publicité d'Apple™ en 1984,²⁴ fondamentale « *parce que c'est Steve Jobs* », grand acteur culturel, qui va remettre *1984* sur la scène. Il n'est toutefois pas seul, souligne Irène, citant l'adaptation cinématographique sortie la même année²⁵ : le fait que ce livre s'appelle *1984* a anticipé sa réexploitation.

Il y a bien déjà chez Orwell une volonté de modélisation, de compréhension et d'explication des mécanismes complexes du monde, pour tenter de parvenir à quelque chose de plus universel, assure en revanche Daniel Tron. Pour cela, il dépouille les deux grands totalitarismes de son temps des variables trop spécifiques pour accéder à ce qu'ils ont en commun, même s'ils s'opposent en surface. Ce qu'il transmet dans son récit, et qu'on ne trouve pas dans les livres d'his-

24. « And you'll see why 1984 won't be like 1984. » Spot publicitaire conçu par Steve Hayden, Lee Clow et Brent Thomas et réalisé par Ridley SCOTT.
Première diffusion : 31 déc. 1983, Fairbanks Films prod., U.S.A.
Accessible en ligne : <https://www.youtube.com/watch?v=Vt0jbn0Dx-I> (mars 2020).

25. *1984*, réalisation : Michael RADFORD, Umbrella-Rosenblum Films prod., Royaume-Uni.

toire ou les histoires épisodiques du totalitarisme, c'est la manière dont un être va intérioriser les valeurs d'un système et du coup le rendre effectif. Ainsi, *1984* commence par un journal. Autrement dit, par un point de vue subjectif, mais qui ouvre par surcroît un accès direct à lui-même, entraînant le lecteur de façon extrêmement efficace dans ce qui va suivre, analyse Irène Langlet.

Stratégies narratives d'Orwell

Il s'agit pour elle d'un exemple assez clair, presque prototypique, du processus théorisé par Ricœur dans *Temps et récit*,²⁶ et qui consiste à donner un ordre au monde, à donner un sens à un foisonnement de choses en sélectionnant très soigneusement les informations que l'on va raconter et en se concertant sur l'ordre et la manière dont le récit sera mis en forme. Un récit permet donc de rendre une réalité complexe simple et intelligible en lui donnant un début, un milieu et une fin, et en les organisant logiquement entre eux. Pour autant, si c'est sans doute chez Ricœur que l'on trouve la présentation la plus détaillée du récit en tant que modèle, il n'emploie pas le terme pour s'approcher de réalités extrêmement complexes.

Par ailleurs, il ne s'agit pas nécessairement chez Ricœur, de simplifier le monde que l'on décrit. Dans le cas de *1984*, loin de rendre muets les paramètres non pertinents, comme on pourrait le faire dans une modélisation scientifique, et de donner une image la plus complète possible de ceux qui le sont, Orwell, qui excelle dans l'une des techniques narratives les plus présentes dans l'écriture SF, la gestion des lacunes, «*se débrouille pour ne pas en dire trop*», explique Irène. Richard Saint-Gelais,⁶ en particulier, a bien montré comment le lecteur est alors obligé de compléter les informations lacunaires de ce «*pas assez*» en se les appropriant, à partir de sa propre culture. *1984* emploie à cet effet des procédés classiques d'intimisation du récit relevant du point de vue subjectif. Ainsi, la première fois que l'on voit Winston se cacher de sa télé, rien n'est expliqué ; le lecteur doit comprendre par lui-même, à partir des actes du personnage, que dans cet univers, ce média est bidirectionnel, et que la télé peut nous regarder autant que nous la regardons.

26. Paul RICOEUR, *Temps et récit* (1983-1985) ; t. 1, *L'Intrigue et le récit historique* ; t. 2, *La Configuration du temps dans le récit de la fiction* ; t. 3, *Le Temps raconté* ; Paris, Seuil, 2014, 1984 & 1985, resp.

L'ayant dépouillée de sa particularité, Orwell atteint quelque chose de plus universel et montre la manière dont un média, quel qu'il soit, participe du marketing politique en changeant la valeur des symboles, explique Daniel Tron. La novlangue est l'ultime avatar d'une démarche que l'on peut faire remonter à l'Antiquité, lorsqu'on décidait de mettre le visage de César sur une pièce ; avec le temps, cette démarche est allée de plus en plus loin, jusqu'à travailler par antiphrases : *Slavery is Freedom* répond à *Arbeit Macht Frei*.

Orwell utilise toutes sortes de techniques narratives pour manipuler le lecteur, progressivement englué dans le récit, constate Claude Ecken, à commencer par celle qui consiste à sans cesse rétrécir l'espoir. Pendant tout le temps du roman, il fait croire à une révolution, suscitant une attente de récits épiques de combats, etc. – et finalement, il n'y a rien ; ou encore, on répète « on pourra tout vous enlever », jusqu'à la dernière scène du rat dans sa cage où le personnage en arrive à dire qu'il renonce à l'amour. Il faut attendre la postface, dans laquelle Orwell explique en partie sa démarche, pour voir apparaître toute la force du romancier et se rendre compte que la réduction du dictionnaire était une stratégie pour manipuler les personnages comme le lecteur : sans les mots pour dire « mauvais », on doit se contenter de « plus bon » ou « moins bon », et on oublie jusqu'au sens du mot amour, lorsque le Ministère de l'Amour, le Minmour, est devenu un endroit effrayant où l'on torture...

Aventures à la Bat Durston vs. Chroniques martiennes

Peut-être 1984 est-il en fait un « trop bon exemple » pour dégager des relations simples entre techniques narratives et modélisation, suggère le modérateur, qui propose de considérer aussi de « mauvais exemples ». Dans la SF d'aventure ? Ou encore dans les *fix-up*, dont la gestion des lacunes fascine Irène Langlet ?

1984 apparaît également comme un mauvais exemple à Jean-Louis Trudel, parce qu'il est surdéterminé. Sa volonté démonstrative apparaît dans le fait qu'il s'agit d'une proto-dystopie²⁷. D'autre part, la notion de modèle s'y applique de multiples façons très différentes : non seulement Orwell s'inspirait d'une société qui, elle-même, avait voulu se

27. « Proto-, parce qu'on n'avait pas encore inventé le terme », explique Jean-Louis.

Pascal Thomas note toutefois que la plupart des grandes dystopies ont été écrites avant l'invention du terme, comme *Nous autres* d'Evgueni ZAMJATINE (*My*, 1924 ; Arles, Actes Sud, coll. Exofictions, 2017) ou *La Kallocaïne* de Karin BOYE (*Kallocaïn*, 1940 ; Bordeaux, Les moutons électriques éd., 2016) .

constituer en modèle, mais le roman lui-même a été proposé dans les écoles comme modèle des dangers du totalitarisme.

Le rapport à la modélisation des « histoires à la Bat Durston »,²⁸ selon un vieux terme de la critique SF américaine, apparaît ainsi à Jean-Louis bien plus simple à analyser : il s'agit de simples transpositions dans un décor SF d'aventures de western conventionnelles ; de tels récits ne produisent pas de modélisations nouvelles, mais *font appel* à un modèle du western supposé connu du lecteur. Or, de ce point de vue, on pourrait dire la même chose de tout récit : ceux de Homère ou de Zola *font également appel* à des modèles connus pour être compris.

La plupart des récits d'aventures SF se déroulent par ailleurs dans un monde un peu différent du nôtre, ce qui semble exiger une forme de modélisation dont la cohérence est, avec celle des péripéties, l'un des critères de qualité du genre. Anthony Vallat doute toutefois qu'il faille une énorme modélisation de la part des auteurs de nombreux romans d'aventure, dont beaucoup, d'après lui, improvisent à mesure « *une énorme planète ici, un robot là...* ».

L'effet d'exotisme a en fait beaucoup plus d'importance que la cohérence cognitive pour cette forme d'aventure, qui n'en constitue pas moins, dans les termes de Roger Bozzetto,²⁹ l'une des deux grandes souches qui s'interpénètrent d'une littérature de science-fiction qu'on ne peut pas considérer comme un tout homogène. La seconde est une souche utopique où tout est fondé sur la création d'un système cohérent qui, elle, s'apparente à une modélisation d'ordre socio-politique

C'est manifestement le cas de *1984*, dont on peut difficilement soutenir qu'il ne procède pas d'un travail de modélisation, quel que soit le sens que l'on donne à ce terme, ou encore des fictions climatiques de Jean-Marc Ligny³⁰. Pour autant, ce n'est pas nécessairement vrai de tous les récits de SF, et tous ne le font pas nécessairement de la même façon. Ainsi, Simon Bréan n'est pas convaincu *a priori* que l'on puisse tirer

28. Dans son tout premier numéro, la revue *Galaxy* avait publié en quatrième de couverture une série de débuts d'entames de fausses histoires de SF/Western dont le protagoniste commun était nommé Bat Durston. « You'll never see it in *Galaxy* », *Galaxy* n°1, oct. 1950.

29. P. ex. Roger BOZZETTO, « Littérature et para-littérature : le cas de la science-fiction », in *Orientations de recherches et méthodes en littérature générale et comparée*, t.1, Presses Un. Paul Valéry, 1984, pp.141-152. Accessible en ligne : <https://www.quarante-deux.org/archives/bozzetto/ecrits/bilan/paralitterature.html> (mars 2020).

30. Jean-Marc LIGNY, *Aqua*TM (2006) ; *Exodes* (2012) ; *Folio SF*, 2015 & 2016, resp.

un modèle des *Chroniques martiennes*,³¹ ensemble pourtant cohérent qui présente à la fois plusieurs récits indépendants et un arc narratif global un peu fragmenté, où l'on identifie un début et une fin. Faut-il alors ranger l'œuvre de Bradbury parmi les romans d'aventures ? Ou constitue-t-elle simplement un exemple parmi d'autres, quoique extrême, de SF sans modélisation ? Anthony Vallat se souvient pour sa part de n'y avoir vu, à quatorze ans qu'un « *truc esthétique littéraire* » qu'il avait détesté sans voir le système sous-jacent, alors qu'il adorait la SF.

Dune comme mauvais exemple

Un dernier cas d'école pourrait être *Dune*, qui repose selon Simon Bréan sur un fort ajout du lectorat que Herbert a lui-même amplifié ensuite, une énorme activité inférentielle et une forte attente du lecteur, mais une faible fourniture d'information par l'auteur. Pour Jean-Louis Trudel, c'est un exemple intéressant dans la mesure où la narration permet de modéliser un univers dans lequel il est question de modélisation ;³² par ailleurs, à la lecture des Appendices, la représentation construite par le lecteur à partir du roman proprement dit apparaît inattendue, en relation mais pas tout à fait équivalente à la modélisation initiale de cet univers par l'auteur.

Dune constitue une modélisation par le récit exceptionnellement complexe, à la fois contemporaine et universelle, qui va au-delà du géopolitique pour accéder au géoplanétologique. Herbert y donne cent fois plus de choses qu'il n'en faut au lecteur, s'insurge en revanche Daniel Tron. On y trouve en effet une réflexion sur les interactions entre le pouvoir, le transport et le carburant, informée par la planétologie et la climatologie, puisque le carburant, l'Épice, est le produit d'un système planétaire qui lui-même est extrapolé à partir de ce que l'on sait de notre propre planète. Herbert y rajoute une couche en transposant, toujours à partir de notre monde, un système géopolitique de grandes puissances qui chacune a son histoire, et les jeux de pouvoir autour du transport, essentiel pour les économies comme pour la guerre mais qui dépend de l'exploitation d'une ressource produite dans un désert qui

31. Ray BRADBURY, *Chroniques martiennes* (*The Martian Chronicles*, 1950) ; Folio SF, 2008.

32. Des écologistes ont en effet pu modéliser l'évolution de *Dune* à partir du texte.

Par exemple Russel Terence SLOAN, *Evolution, the Messianic Hero, and Ecology in Frank Herbert's Dune Sequence*, thèse de doctorat à l'Université d'Ulster, 2010. Accessible en ligne : <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.553880> (mars 2020).

se trouve être le siège de toutes les grandes religions et l'enjeu des colonisations successives.

Où Frank Herbert, qui écrivait dans les années 1960, peut-il bien être allé chercher tout ça ? Pour Daniel, son récit est un modèle de connaissance qui va, à travers un récit, rendre intelligible toute la complexité du monde dans lequel vit le lecteur, *via* l'imbrication de différentes temporalités et l'interaction cohérente d'un grand nombre de facteurs.

Utilisant « *tout le côté vicieux de la narration* », Herbert amène son lecteur américain type à s'identifier au héros extraordinaire qui risque sa vie depuis le début ; et progressivement, logiquement, au fil de la lecture, ce personnage qui vit dans le désert – cet Irakien ? – en vire les puissances qui l'exploitaient – les Américains – et garde toute l'Épice – le pétrole – pour lui, analyse Daniel. « *Et il a raison, puisque c'est le héros !* » Là, on est passé d'une simple modélisation visant à mieux comprendre le monde à une simulation qui va vraiment faire réfléchir certains lecteurs. Dans les tomes suivants, « *qui ne sont pas du tout des boursoflures* », Herbert va exploiter la capacité de la science-fiction à prolonger un tel modèle pour projeter cette géopolitique (qui reposait déjà sur des espèces mortes, comme le pétrole) dans l'avenir à long terme.

Modélisation préalable et modélisation construite

On est donc amené à distinguer au moins trois modalités³³ de modélisation narrative, résume Simon Bréan :

- la modélisation préalable par l'auteur de l'univers dans lequel se déroulera la fiction, posant un modèle qui va guider son écriture, telle qu'elle apparaît par exemple dans l'Appendice de *Dune* ;
- la modélisation délibérément programmée par l'auteur dans le fonctionnement narratif du texte, par exemple *via* l'analogie épice/pétrole dans *Dune*, ou encore dans la reconstruction du système totalitaire de l'Angsoc, à partir d'un certain nombre d'informations distillées dans *1984* ;

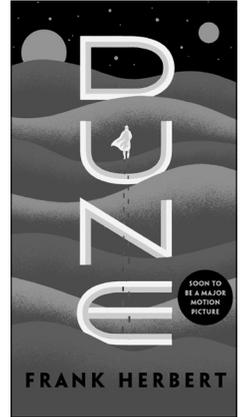


Illustration de Jim TIERNEY

33. Claude Lobry propose un « petit jeu » consistant, à chaque occurrence des mots *modèle* ou *modélisation*, à trouver un synonyme ou une périphrase en conservant le sens. Cela lui paraît très facile, à l'aide d'expressions comme « le monde créé » ou « le système qu'on nous propose »...

- l'utilisation *a posteriori* du texte comme archétype, paradigme ou modèle, comme celle de 1984 dans les représentations actuelles du totalitarisme.

Dans le dernier cas, ce que le lecteur tire du texte, ou projette sur lui, peut toutefois s'avérer entièrement différent des intentions de l'auteur, remarque Anouk Arnal. Par ailleurs, il n'est pas évident que le récit de SF soit perçu comme une modélisation par le lecteur : le terme n'est pratiquement jamais apparu dans les entretiens menés par Élodie Hommel dans le cadre de sa thèse, y compris de la part de lecteurs de formation scientifique.

Une quatrième modalité, *a priori* non narrative, consiste à faire du texte le point de départ d'une modélisation en y ajoutant des éléments supplémentaires, externes à l'œuvre et non prévus par l'auteur. Elle peut notamment résulter d'une activité encyclopédique du fan qui va accumuler des informations ou combler les trous de la narration, ou encore d'un projet collectif comme Wikipédia™.

Franck Grammont distingue le travail de modélisation proprement dit de celui de *rédaction* qui le suit éventuellement : pour lui, le récit ne crée pas le modèle, il le *transcrit*, par l'analogie, la métaphore, etc., et lui donne sa propre couleur, sa propre interprétation... Pour Claude Lobry, en revanche, il n'est pas si facile de distinguer une modélisation d'une simple narration. Évoquant la «*petite théorie du roman pour les nuls*» que constitue à son sens *L'Apostille au Nom de la rose*,³⁴ il se souvient d'avoir été frappé d'y retrouver très exactement ce que l'on appelle la modélisation mathématique en économie dans la démarche intellectuelle que décrivait Eco.

Par ailleurs, il semble utile de distinguer la notion de création ou de construction de monde, et de représentation des mondes imaginaires ainsi créés, de celle de modélisation narrative d'un système de référence extérieur au texte, projetée vers l'extérieur. La terminologie apparaît ici peu consensuelle : pour certains, comme Franck Grammont, une représentation correspond plutôt à une forme de modélisation «*censée être plus basique*», alors que bon nombre des lecteurs interrogés par Élodie utilisaient spontanément le terme de *système* pour décrire les mondes créés, notamment les dystopies les plus cohérentes, comme 1984. Si les

34. Umberto Eco, *Apostille au Nom de la rose* (*Postille al nome de la rosa*, 1983) ; Livre de Poche, 1987.

deux termes peuvent sans doute être souvent considérés comme pratiquement synonymes, l'expression de modélisation narrative reste utile pour l'analyse littéraire, dans la mesure où il n'est pas sûr qu'il en existe un autre pour désigner, spécifiquement, la mise en système, remarque Simon Bréan.

On pourrait donc convenir de réserver la terme de modélisation à la première situation, avec un référent externe au récit, et à la seconde celui de système, spécifique au récit et composé pour lui. Bien que surdéterminé, *1984* pourrait constituer le premier pôle, un modèle, en l'occurrence, du totalitarisme ; et *Orthogonal*,³⁵ de Greg Egan, le pôle opposé, un exemple de système extrême, composé pour fonctionner tout seul, de façon purement ludique, sans référence à grand chose d'autre qu'à l'univers du récit, suggère Pascal Thomas.

Une autre notion importante est celle d'*émergence* : c'est la configuration même du récit de SF qui produit le modèle chez le lecteur. Il ne s'agit pas seulement d'évoquer en lui, comme c'est souvent le cas dans d'autres genres, des modèles préexistants, mais d'en faire émerger un qui n'existe pas ailleurs, et qui fait marcher le récit. Un tel jeu sur la modélisation est consubstantiel à la distanciation cognitive, autre élément constitutif de la science-fiction, souligne Estelle Blanquet. Pour Irène Langlet, c'est en effet dans cet écart entre «*simplement mettre les choses ensemble*» et la construction de choses «*qui font système*» que se situe la création d'un modèle en SF. Pour autant, on retrouve selon elle des démarches similaires dans d'autres genres. Ainsi, toute la critique des fictions policières tourne autour de la modélisation des rapports sociaux, par exemple des rapports de domination et de pouvoir dans la société, et qui peuvent également émerger de tels récits. Plus généralement, un nombre considérable de romans s'affirment comme n'appartenant pas à un genre particulier et ne se soumettent pas aux contraintes génériques du policier ou de la SF.

Il y a assurément d'autres contraintes que celles de genre. Il serait sans doute possible d'enrôler le discours d'un auteur de polar comme Jean-Patrick Manchette sur la société sous la bannière de la modélisation narrative, par induction en quelque sorte, mais cela ne constitue pas pour Simon Bréan, qui recherche plutôt des cas-limite éclairants,

35. Greg EGAN, *The Clockwork Rocket* (*Orthogonal* t.1, 2011) ; *The Eternal Flame* (t.2, 2012) ; *The Arrows of Time* (t.3, 2013) ; Londres, Gollancz éd. (inédits en français).

une caractéristique essentielle du roman policier. Peut-on en dire autant de la science-fiction ? Y a-t-il des romans SF qui n'impliquent aucune forme de modélisation spécifique ? Et si un modèle y est nécessairement construit, font-ils tous de la même façon ? Pour Simon, l'idée de modélisation narrative est liée à celle d'un ensemble de règles architecturant le récit, éventuellement imposées de l'extérieur, et qui doivent être énoncées, édictées. Or la littérature ne repose pas, en général, sur l'idée d'une réalité externe spécifique, et énormément de récits restent en dehors de ce paradigme, dominant depuis le XIX^e siècle mais sans exclusive. Ceux-là restent en dehors de la logique de modélisation forte, n'allant ni vers le système, ni vers le modèle, et ne se posent pas la question des règles physiques qui vont lier les personnages entre eux.

Tout récit de fiction spéculative devra, par nature, manipuler à la fois des choses connues et inconnues et faire des hypothèses sur les règles d'interaction entre les secondes, ce qui est déjà une forme de modélisation, analyse Franck Grammont. Quelle que soit l'originalité de ses créations, un polar ou un roman historique, en revanche, ne manipulent en général que des éléments connus dont les règles sont également connues.

De nombreuses formes de SF ont des buts complètement différents qu'une intelligibilité du monde, comme le *new weird*, qui s'intéresse plutôt à des enjeux purement esthétiques, objecte Daniel Tron. Il revient pour sa part sur la notion de cohérence cognitive science-fictionnelle : un récit est censé tenir debout tout seul, et c'est ce qui rend possible l'analyse de sa logique interne, y compris en termes de modélisation. Les événements d'une histoire de science-fiction construisent le monde au fur et à mesure qu'ils s'y posent. Ils peuvent en outre, dans le même temps, construire une logique signifiante dans la mesure où l'on estimera pertinentes un certain nombre de variables et de données composant ce monde, et où on les fera interagir pour développer une réflexion dont on aura l'impression qu'elle pourrait également fonctionner dans d'autres circonstances, avec d'autres jeux de paramètres.

Une théorie mathématique, ce n'est qu'une narration !

Ces péripéties impliquent presque toujours des personnages fictifs. Or toute la rigueur de l'analyse littéraire reposant sur le fait qu'on a en tête des morceaux de textes avec des actions, des personnages, etc., estime Daniel, celle-ci ne peut fonctionner de la même manière avec

des narrations scientifiques, où on n'en retrouve pas. Pour Claude Lobry en revanche, une théorie mathématique fonctionne exactement de la même manière, avec «un texte écrit, des personnages, des axiomes qui ont été posés au début, quelque chose qui se déroule, des phénomènes inattendus, quelque chose qui émerge...», tous les éléments que décrivait par exemple Daniel à propos de *Dune*. Le décalque est presque exact. Une théorie mathématique, ce n'est qu'une narration, assure Claude. Il ne faut pas croire qu'elle contient autre chose : «les maths, ce n'est pas de la physique !» et, en mathématiques comme en littérature, c'est plutôt la narration qui a du sens, voire qui englobe tout.

Il est d'ailleurs intéressant de noter qu'alors que les mathématiques utilisent assez peu le concept et le terme de modélisation, lui préférant celui de théorie, beaucoup d'autres champs n'hésitent pas à parler de «modèles mathématiques», expression que l'on entend même dans la vie de tous les jours. À la limite, pour le mathématicien comme pour le littéraire, la modélisation pourrait même apparaître comme «un truc pas très important inventé par les scientifiques», qui n'apporte rien à une théorie mathématique ou à un roman, persifle Claude.

La différence essentielle entre les maths et la physique est en effet, de nouveau, l'existence d'un référent extérieur, admet Éric Picholle : si les premières peuvent apparaître (aux connaisseurs, tout de même...) comme un pur discours, la seconde est un discours sur le monde tel que nous le comprenons, mathématisé ou non, avec toutes les contraintes que cela implique. Mais il est pour lui un peu rapide de réduire également toute la littérature à un pur exercice formel : la *hard SF*, en particulier, revendique une cohérence externe, la prise en compte des connaissances dont on dispose sur le monde physique, autant qu'une forte cohérence interne.

En un sens, l'introduction de Simon Bréan répondait par anticipation à l'opposition soulevée par Claude, en évoquant la contradiction motrice du récit de SF : selon Éric, les «phénomènes inattendus» émergeant d'une narration mathématique sont ceux qu'on n'avait pas su apercevoir dans l'énoncé initial du problème, alors que ceux d'un récit sont produits par l'auteur, en même temps que le monde dans lequel ils se produisent.

C'est également la différence essentielle entre une modélisation éventuellement produite dans un récit de SF et une modélisation physico-mathématique, y compris appliquée à des systèmes de sciences

sociales, comme en économie : lorsqu'un scientifique tombe sur des choses trop compliquées pour lui, ou pour les outils mathématiques dont il dispose, il cesse rapidement de produire du discours. En revanche, dans la mesure où le récit de SF propose en même temps, et de façon peut-être indissociable, une forme de modélisation *et* une mise en place des réponses aux questions posées, il permet à son auteur de court-circuiter toute l'incapacité à généraliser qui paralyse le scientifique – quitte à faire de lui, selon la belle expression d'Eco, un « scientifique imprudent »³⁶.

Claude Lobry reste toutefois persuadé que la différence est d'ordre syntaxique, plutôt que sémantique. Le scientifique est obligé de développer sa narration avec une syntaxe très rigoureuse, qui le contraint énormément et le bloque très vite, alors que la syntaxe du littéraire est dictée par le type de récit. Cela ne signifie pas que les contraintes narratives soient plus lâches, mais elles ne sont pas de même nature. Dans les deux cas, à partir du moment où l'axiomatique a été posée, on peut tomber sur des situations de blocage.

Modélisations hard science : cohérence interne et référents externes

Plutôt que de modélisation à proprement parler, nombre de romans de *hard science fiction* traitent de concepts scientifiques, au sens le plus fort de novums provoquant un changement de paradigme personnel, une nouvelle façon de voir le monde,³⁷ suggère Estelle Blanquet, qui pense au « Radieux »³⁸ de Greg Egan ; Jean-Louis Trudel évoque *Tau Zero*³⁹ de Poul Anderson. Pour lui, on pourrait peut-être en effet distinguer ce type de *hard SF* impliquant un novum, quelque chose qui fait système, d'une *hard SF* ne reposant que sur l'introduction d'une invention jouant un rôle dans l'intrigue mais n'affectant pas significativement le monde, comme en littérature mimétique. On pourrait ainsi opposer deux romans de proto-SF, respectivement *L'Hyperboloïde de l'ingénieur Garine*⁴⁰

36. Umberto ECO, « Science et science-fiction », in *Science-fiction*, vol. 5 : *France XXI^e siècle*, Denoël, 1985, pp. 210-221. Pour Eco, le scientifique a l'obligation de confronter dès que possible ses hypothèses au monde réel, alors que l'auteur de SF peut renvoyer ce test à l'infini.

37. « Vertiges du novum », in *Les Émotions*, actes des 11^e Journées Interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, Nice, éd. Somnium, 2018, pp. 83-105.

38. Greg EGAN, « Radieux » (« Luminous », 1995) ; in *Radieux*, Livre de Poche SF, 2011, pp. 85-140.

39. Poul ANDERSON, *Tau zéro* (*Tau Zero*, 1970) ; Pocket SF / Fantasy, 2015.

40. Alexei TOLSTOI, *L'Hyperboloïde de l'ingénieur Garine* (*Giperboloid inzhenera Garina*, 1926) ; Radouga éd., coll. Aventure et Science-Fiction, 1989.

d'Alexei Tolstoï, où le potentiel de l'invention déclenche une sorte de course aux armements et fait émerger une nouvelle vision de la géopolitique, et *Le Rayon bleu*⁴¹ de Marie Gervais, où elle n'a de conséquences que sur l'intrigue sentimentale du roman.

Pour Daniel Tron, en revanche, il y a bien une modélisation spécifiquement *hard science*, qui peut être utilisée de façon très différentes par les récits. Lorsque pour *Le Vol de la libellule*,⁴² Robert Forward calcule l'échange périodique d'un océan entre deux planètes jumelles, il s'agit bien de modéliser un système complexe et d'en présenter une simulation particulièrement intéressante, avec un aspect purement ludique de fascination pour l'objet décrit lui-même. De même, si le récit arbitraire que constitue *Helliconia*,⁴³ n'est pas entièrement déterminé par la modélisation sous-jacente du système planétaire, il en respecte scrupuleusement les règles. Celles-ci tirent leur puissance de la valeur édifiante que leur confère le récit, faisant par retour réfléchir le lecteur sur notre monde.

Franck Grammont reste toutefois réticent à qualifier de modélisation la démarche de Forward, qui construit plus ou moins un système *ex nihilo*, de façon purement ludique et sans rien modéliser d'autre que les éléments qu'il choisit arbitrairement de mettre ensemble. En revanche, on peut selon lui légitimement parler de modélisation à propos d'*Helliconia*, dans la mesure où il y a « *au moins dans la tête de l'auteur* », une référence à un monde extérieur à la fiction, le nôtre, auquel les outils narratifs du roman s'appliquent dans une certaine mesure, même indirecte et décalée.

Plus simplement, la première chose que suscite le terme de *model* dans l'esprit d'un angliciste, avec l'acception de « mannequin », c'est une maquette du système solaire « *avec des trucs qui tournent* », remarque Daniel. On ne compte plus les récits exploitant de tels modèles de façons extrêmement variées, et parfois extrêmement cohérentes et scientifiques, très *hard science*.

41. Marie GERVAIS, *Le Rayon bleu*, 1888, Paris, Librairie Blériot.

42. Robert FORWARD, *Le Vol de la libellule* (*The Flight of the Dragonfly*, 1984) ; Livre de Poche SF, 1991.

43. Brian ALDISS, *Le Printemps d'Helliconia* (*Helliconia Spring*, 1982) ; *Helliconia l'été* (*Helliconia Summer*, 1983) ; *L'Hiver d'Helliconia* (*Helliconia Winter*, 1985) ; Livre de Poche SF, 2001, 1998 & 1998, resp.

Muthos vs. logos

Un avantage du récit, par rapport au discours plus formel et contraint des scientifiques, est de pouvoir entremêler différents niveaux, d'inclure des éléments humains, etc. C'est particulièrement vrai en matière de vulgarisation et d'enseignement, remarque Anthony Vallat. Ainsi, le même cours d'histoire retiendra beaucoup plus facilement l'attention des élèves si le professeur « raconte » celle-ci que s'il divise méthodiquement son sujet entre problèmes géopolitiques, culturels, etc.

En dépit de cette éternelle dialectique entre *muthos* et *logos*, on ne peut jamais sortir du récit, assure Daniel Tron : c'est ainsi, en organisant logiquement un début, un milieu et une fin qu'on peut faire sens des apories du temps et de la complexité de la réalité. Pour autant, la simplification a ses limites : un discours peut être simple mais non intelligible, qu'on ne comprenne pas ce que l'auteur raconte, auquel cas tout *muthos* disparaît et on ne s'intéresse plus au récit, ou encore qu'il ait perdu le système complexe du départ.

Traduire la terminologie de science-fiction : réflexions sur une modélisation

Alice Ray

Introduction

La traduction est l'un des premiers phénomènes de langue ayant intéressé les sciences des mathématiques et de l'informatique, notamment avec l'idée de « machine à traduire » ou de traduction automatique¹. Une discipline interdisciplinaire entre linguistique et informatique a notamment émergé de ce nouveau besoin dans les années 1950² : le traitement automatique du langage³ (TAL).

L'idée d'automatiser le processus de traduction passe nécessairement par l'étape de la modélisation : « *certaines études traductologiques procèdent également par formalisation et modélisation des données. [...] Aucun autre domaine des sciences du langage n'est aussi avancé dans l'automatisation que la traduction* »³. Les logiciels de traduction automatique tels que *Google Translate*TM ou encore *DeepL*TM utilisent ainsi la statistique linguistique et la modélisation du langage ; ils démontrent à présent une qualité certaine dans le produit fini, du moins tant que le texte source n'est pas « créatif » (au sens où il ne relève pas de la littérature, de la poésie ou tout autre texte fictionnel).

-
1. Mathieu GUIDÈRE, *Introduction à la traductologie. Penser la traduction : hier, aujourd'hui, demain* (2010) ; Louvain, De Boeck, 2016, p. 10.
 2. Le premier ouvrage sur la traduction automatique date de 1955 : Andrew BOOTH & William LOCKE, *Machine Translation of Languages: Fourteen Essays*, Cambridge, Technology Press, 1955.
 3. Pierrette BOUILLON & al., *Traitement automatique des langues naturelles*, Duculot, 1998. Le TAL cherche à créer « *des programmes informatiques capables de traiter automatiquement les langues naturelles* » (p. 5).

La science-fiction déploie, à travers tous les médiums qu'elle utilise, une terminologie qui lui est spécifique. Les auteurs créent en effet, pour ancrer le récit dans un ailleurs ou un demain plausible et crédible aux yeux des lecteurs, de nouveaux termes censés représenter un état futur du lexique, pour reprendre une partie de l'expression de Marc Angenot⁴. Cette terminologie science-fictionnelle concerne un grand nombre de domaines d'application (transport, armement, technologie, sciences, société, médecine, etc.) et se construit à la fois comme création lexicale littéraire, répondant à des besoins stylistiques, et création lexicale de spécialités, répondant à une plausibilité linguistique. La science-fiction crée des termes qui seront possiblement utilisés dans d'autres temps⁵ et qui doivent donc représenter de façon plausible l'évolution de notre propre lexique. Création à la frontière entre littérature et science, la terminologie de science-fiction peut ainsi se rapprocher des lexiques de spécialité utilisés dans les articles scientifiques.

Il est ainsi possible d'imaginer que la terminologie science-fictionnelle suit des modèles morphosyntaxiques de création lexicale précis et existants dans la langue. C'est ce que tend à prouver la thèse de Philippe Gindre⁶ réalisée sur un corpus de romans de SF anglophones. Gindre démontre que les termes inventés de son corpus suivent les matrices lexicogénétiques développées par Jean Tournier⁷. S'il est ainsi possible d'établir des modèles de création lexicale pour la terminologie de science-fiction, il est également possible d'imaginer une modélisation de leur traduction. Cependant, de quelle manière la modélisation cohabite-t-elle avec le double aspect littéraire et technico-scientifique de ces termes inventés ?

-
4. Marc ANGENOT, « Le Paradigme absent. Éléments d'une sémiotique de la science-fiction » (1978) ; in *Quinzaine Littéraire* n°1066, août 2012. Accessible en ligne : marcangenot.com/wp-content/uploads/2013/02/Paradigme-absent-version-QL.pdf (mars 2020).
 5. Cette assertion est surtout vraie lorsque les récits de science-fiction nous montrent des demains humains : les ailleurs extraterrestres utilisent également des termes inventés, mais avec une morphosyntaxe plus éloignée des langues connues ; voir par exemple *La Main Gauche de la nuit* de Ursula K. LE GUIN (*The Left Hand of Darkness*, 1969 ; Livre de Poche SF, 2010).
 6. Philippe GINDRE, *La Formation des néologismes dans la littérature de science-fiction d'expression anglaise contemporaine*, thèse de doctorat à l'Université de Franche-Comté, 1999.
 7. Jean TOURNIER, *Introduction descriptive à la lexicogénétique de l'anglais contemporain*. Genève, 1985.

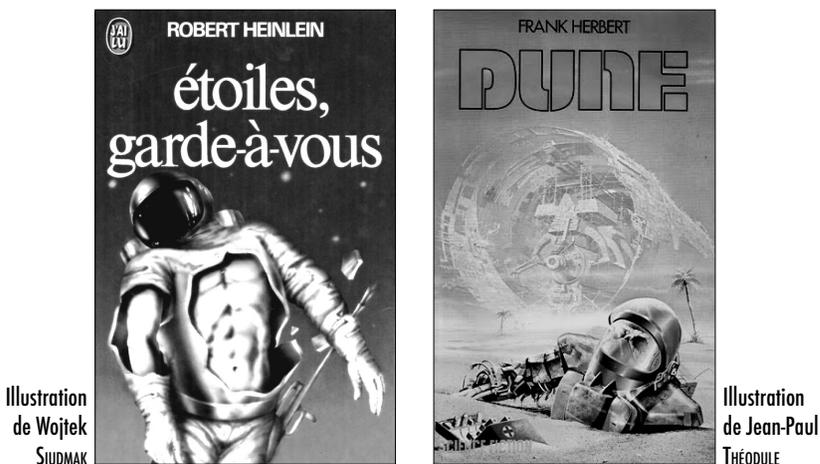


Illustration
de Wojtek
SIUDMAK

Illustration
de Jean-Paul
THÉODOLE

Afin de commencer à répondre à cette question, nous avons utilisé deux romans cultes de science-fiction : *Starship Troopers*⁸ de Robert A. Heinlein et *Dune*⁹ de Frank Herbert. Tous deux traduits par Michel Demuth, ils ont respectivement été publiés en 1959 et 1965 en langue originale, en 1974 et 1970 en français. Le traducteur étant la même personne, aucune différence de subjectivité entre traducteurs et aucun écart entre deux périodes différentes ne viennent *a priori* perturber la modélisation. Cependant, l'époque de production de ces deux traductions, 1974 et 1970, est importante et peut expliquer certains choix du traducteur. En effet, selon Jean-Marc Gouanvic,¹⁰ l'époque post-Seconde Guerre mondiale¹¹ est déterminante en ce qui concerne la traduction de romans américains et notamment de romans américains de science-fiction :

La particularité de ces traductions est que le décentrement traductif est pleinement assumé comme positif du fait que la traduction de la

-
8. Robert A. HEINLEIN, *Étoiles, garde-à-vous* (*Starship Troopers*, 1959) ; traduit par Michel Demuth ; pour cet article, éd. de référence française : J'ai Lu, 1974 ; éd. de référence anglaise : NEL, 1977.
 9. Frank HERBERT, *Dune* (1965) ; traduit par Michel Demuth, Pocket SF/Fantasy, 2016 ; pour cet article, éd. de référence française : France Loisirs, 1984 ; éd. de référence anglaise : Ace Books, 2010.
 10. Jean-Marc GOUANVIC, « Pour une sociologie de la traduction : le cas de la littérature américaine traduite en France après la Seconde Guerre mondiale (1945-1960) », in *Translation as Intercultural Communication: Selected Papers from the EST Congress, Prague 1995*, dir. Mary Snell-Hornby & al., John Benjamins Publishing, 1997. (a) pp.39-40.
 11. Gouanvic arrête cette période à 1960, mais il semble légitime de penser que cela est également vrai de la décennie suivante.

SF est dans la logique de la reconnaissance d'un genre spécifiquement américain. Il n'est pas question d'adapter le texte américain, de l'assimiler à la culture française, mais bien d'en proposer une traduction dissimilatrice, qui correspond à la demande du public et jouit d'une légitimité sociale dans le champ en formation.^{10a}

Les traductions de *Étoiles, garde-à-vous !* et *Dune* s'inscrivent donc non seulement dans une époque où un grand nombre de romans américains de SF sont traduits, mais où la «mode traductive» du moment correspond à l'approche dite «dissimilatrice», selon le terme de Gouanvic. De plus, Michel Demuth est un auteur de SF avant d'être un traducteur¹² ; en réalité, il ne commence à traduire que par pur hasard.^{13,14} Le contexte de l'époque ainsi que la polyvalence de Demuth peuvent ainsi expliquer certaines stratégies traductives observées dans ces deux romans différents¹⁵.

Afin de déterminer si des modèles de traduction peuvent être appliqués à la terminologie science-fictionnelle, nous avons choisi de nous concentrer sur le domaine du transport et de relever tous les véhicules collectifs des deux romans, qui mettent en scène un certain nombre de véhicules science-fictionnels, ainsi que leurs traductions. Dans un premier temps, nous analyserons leur construction morphosyntaxique en langue source (anglais) puis en langue cible (français) pour, si possible, établir des modèles linguistiques. Notre analyse se terminera sur l'observation du transfert sémantique de ces mots inventés et notamment des différences constatées entre l'anglais et le français afin de tirer des

-
12. Les traducteurs «professionnels» ou «formés» par des institutions n'étaient pas encore la majorité dans les années 1970. Les premières institutions dédiées à la traduction et à l'interprétation datent, en France, de la fin des années 1950 ou du début des années 1960. Voir Mathieu GUIDÈRE, *Introduction à la traductologie, op. cit.*, p. 117.
 13. Richard COMBALLOT, *Portrait d'un homme-orchestre, un entretien avec Michel Demuth*, in *blog.belial.fr*, 2010. En ligne : <http://blog.belial.fr/post/2010/11/17/Portrait-d-un-homme-orchestre-un-entretien-avec-Michel-Demuth> (mars 2020).
 14. Nous renvoyons à sa page *nooSFere* pour plus de détails : <https://www.nooSFere.org/livres/auteur.asp?numauteur=273> (mars 2020). Michel Demuth a également beaucoup travaillé dans l'édition et a notamment été rédacteur en chef de la revue *Galaxie* de 1970 à 1977, ainsi que directeur de la collection de science-fiction aux éditions du Livre de Poche de 1977 à 1981.
 15. Malheureusement, cet article ne permet pas d'évaluer ces deux traductions de manière générale. Si Michel Demuth leur a permis de trouver une place dans l'espace littéraire français, *Étoiles, garde-à-vous !* et *Dune* souffrent de quelques inexactitudes traductives, de contresens et s'éloignent parfois de l'intention d'origine de l'auteur (cela pourra être constaté dans certains de nos exemples).

conclusions quant à la possibilité d'une modélisation de la traduction des termes-fictions.

Les néologismes sémantiques en langue source n'ont pas été pris en compte pour cette étude, car ils relèvent d'une stratégie de création lexicale différente et cet article ne se veut que le début d'une réflexion plus large. Il faut également noter que certaines créations lexicales en langue source n'ont pas été considérées comme telles par le traducteur et ont été transférées par des termes déjà connus du lecteur et dont la définition n'a pas changé. Ces traductions sont également intéressantes à analyser dans le sens où elles révèlent certaines prises de position traductive : par exemple, *groundcar* est traduit par *véhicule*, un terme qui rend implicite le fait que ce véhicule soit spécialisé dans le transport au sol et donc le fait qu'il existe dans ce monde des transports aériens (*air car*) ; *air car* est traduit par *navette* qui se trouve être un véhicule de liaison entre la terre et un appareil en orbite pour l'astronautique. Cependant l'aspect aérien est rendu implicite dans la traduction puisque le terme *navette*, dans son sens commun, décrit un simple véhicule de liaison, qu'il soit maritime, terrestre ou aérien. Ces omissions de créations lexicales sont difficilement explicables puisqu'il était tout à fait possible d'imaginer des termes nouveaux : *véhicule terrestre* pour *groundcar*, par exemple ou encore *véhicule aérien* pour *air car*. Il nous semble ici que le traducteur a préféré une stratégie de clarification en effaçant les nouveaux termes, en dépit de la perte sémantique que cela entraîne. Le traducteur se place ainsi plutôt du côté du lecteur et de la culture cibles, préférant la clarté et l'assimilation.

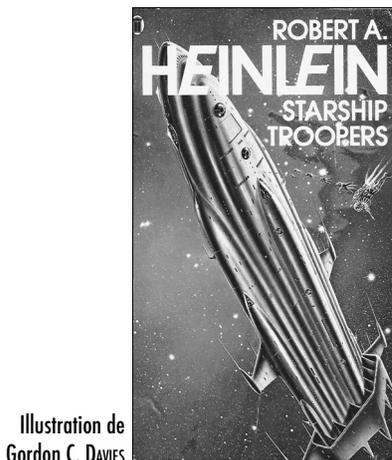


Illustration de
Gordon C. DAVIES

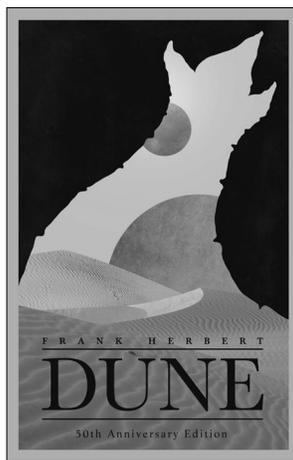


Illustration de
Sean O'CONNELL

Analyse morphosyntaxique et sémantique

	terme source	structure syntaxique anglaise	traduction	structure syntaxique française
Robert A. HEINLEIN	spaceship troop carrier	N + N + N > fonction	transport de troupes	N + préposition + N > fonction
	starship	N + N > lieu	nef interstellaire	N + Adj. > lieu
	spaceport	N + N > lieu	spatioport	Adj. + N > lieu
	battle wagon	N + N > fonction	croiseur de combat	N + préposition + N > fonction
	retrieval boat	N + N > fonction	vaisseau de récupération	N + préposition + N > fonction
Frank HERBERT	Heighliner	N + N > taille	long-courrier	Adj. + N > taille
	spice shuttle	N + N > fonction	navette de l'épice	N + préposition + N > fonction
	guardcar	V + N > fonction	garde-car	V + N > fonction
	carryall	V + pronom > fonction	portant	N > fonction
	dump box	V + N > fonction	vidangeur	V + suffixe > fonction

TABLEAU 1 : Les termes-fictions analysés

Les termes sources sont majoritairement créés avec la structure morphosyntaxique N + N, à l'exception de quatre occurrences de type N + N + N ; V + pronom et V + N. Les éléments des composés sont toujours liés par une relation sémantique.¹⁶ Dans nos exemples, nous pouvons noter plusieurs relations différentes : la fonction, le lieu, la taille.¹⁷ Ces dernières sont particulièrement importantes, car elles permettent de comprendre le terme et peuvent ainsi déterminer la traduction des composés.

16. Beatrice WARREN, *Semantic patterns of noun-noun compounds*, Göteborgs Universitet, 1978.

17. Afin de déterminer les relations sémantiques entre les éléments des composés, nous avons utilisé plusieurs paraphrases (A étant l'élément déterminé et B l'élément déterminant). Pour la relation de fonction : *A is specialised in B* ; pour le lieu : *A is used in/on/under B* ; pour la taille : *A's shape is characterised by B*.

Ainsi, si nous regardons à présent les traductions françaises de nos termes inventés, nous pouvons observer que la structure morphosyntaxique N+N est majoritairement traduite par la structure N+préposition+N. Sans prendre en compte pour le moment *long-courrier* et *transport de troupes* (qui emploient une stratégie de traduction différente analysée plus tard), les termes français reprennent les relations sémantiques présentes dans les termes originaux et les soulignent grâce à des éléments grammaticaux différents.

Ainsi, pour les composés N+N présentant une relation de fonction, nous avons en français une préposition : *transport de troupes*, *croiseur de combat*, *navette de l'épice*, *vaisseau de récupération* ; pour les composés N+N de lieu, nous avons un adjectif : *nef interstellaire* ou *spatioport*. L'un des termes avec une structure en V+N est traduit par une structure morphosyntaxique reprenant l'aspect verbal et soulignant la relation sémantique de fonction qui lie les deux éléments du composé : V+suffixe (le suffixe étant créateur d'agent dan, *-eur*, soulignant ainsi la relation de fonction) : *vidangeur* pour *dump box*. Néanmoins, la deuxième occurrence V+N conserve la structure morphosyntaxique du terme original : *guardcar* se transforme en *garde-car* (V+N) ; une structure morphosyntaxique familière en français pour désigner des objets fonctionnels tels que *coupe-glace*, *tire-bouchon*, etc. Ainsi, les traductions françaises de ces véhicules inventés reprennent les structures linguistiques du français, tout comme les termes anglais s'inséraient parfaitement dans les matrices lexicogénétiques de la langue. En partant de nos exemples, nous pouvons donc établir un modèle de traduction pour les véhicules de science-fiction selon la structure morphosyntaxique source (N+N ; V+N, etc.) et la relation sémantique entretenue entre les éléments des composés (fonction, lieu, etc.).

Nous pouvons néanmoins observer que certains choix de traduction ne relèvent pas d'un modèle traductif spécifique, mais bien d'un choix interprétatif du traducteur. Une observation sémantique de ces termes nous révèle une créativité traductive individuelle qui peut aller à l'encontre des choix stylistiques et de l'intention initiale de l'auteur original. Le terme *starship* est transféré en français par *nef interstellaire* : l'adjectif *interstellaire* est un hyponyme de *star* qui permet de donner au terme une apparence presque fantaisiste et une impression de gigantisme poétique non présent dans le terme original. Ensuite, *spaceport*

est traduit par *spatioport* ; le terme français utilise un formant classique, *spatio*, scientifiquement connoté¹⁸. Le terme *heighliner* est traduit par un terme déjà connu du lecteur, *long-courrier* ; le terme inventé n'est donc plus un néologisme morphologique, mais un néologisme sémantique en français, puisque la signification de *long-courrier* est étendue pour correspondre à l'univers science-fictionnel. Il en va de même pour la traduction de *carryall* par le substantif *portant*. Si cette solution a le mérite de ne pas arrêter le lecteur dans le récit (puisque le terme est déjà connu), cette « domestication » du terme implique une perte créative : la xénoencyclopédie du lecteur francophone en sera diminuée et ce monde à venir disposera de moins d'éléments lexicaux nouveaux en français. Il en va de même pour le composé de type N+N+N qui reprend un terme déjà connu des lecteurs francophones, *transport de troupes* (N+préposition+N) et qui omet l'une des caractéristiques du terme original, *spaceship troop carrier*. Dans les deux premiers cas, le traducteur a préféré un néologisme sémantique afin de réduire l'exotisme du terme inventé et, dans notre troisième cas, pour éviter une trop grande agglutination qui peut se révéler difficile à lire et à comprendre en français (*vaisseau spatial de transport de troupes*, par exemple). Cependant, nous pourrions imaginer d'autres traductions possibles conservant la création lexicale : *paquebot spatial* pour *heighliner* (avec ajout de l'adjectif *spatial* pour clarifier le lieu d'utilisation de l'objet) ou encore *ultracargo* (mais il existe autant de solutions que de traducteurs) ; *vaisseau de transport militaire* pour *spaceship troop carrier* ou encore *transport de troupes spatial*. Le néologisme morphologique est donc tout à fait possible pour ces deux termes inventés.

Il est également à noter que la terminologie de la marine est particulièrement présente dans les termes composés originaux : *spaceship troop carrier* ; *starship* ; *spaceport* ; *retrieval boat* et *heighliner*. En français, l'un des termes utilise un hyperonyme du transport (*transport de troupes*), mais la plupart des traductions reprennent une terminologie maritime plus ou moins proche de son équivalent anglophone : *nef interstellaire*, *spatioport*, *vaisseau de récupération*, et *long-courrier*. La reprise d'une terminologie maritime s'explique notamment par les similitudes entre

18. Il est à noter que le terme *spatioport* est extrêmement récurrent dans les livres de science-fiction. Il se retrouve par exemple dans la traduction de *Ubik*, de Philip K. Dick (1969 ; UBE, coll. 10/18, 2012), traduit par Alain Dorémieux (1970). Il y a donc ici également l'influence des autres œuvres du genre.

le voyage maritime et le voyage spatial, la terminologie aéronautique reprend donc un grand nombre de termes maritimes dans ces compositions¹⁹. Il est possible d'expliquer le changement de registre entre *ship* et *nef* par la volonté du traducteur de distinguer les *spaceship* des *starship* en français également. Il est possible également que Demuth ait voulu créer un terme plus poétique en français – un choix tout à fait discutable, bien entendu, puisque le terme ne provoque pas le même effet chez le récepteur francophone qui se trouve plongé dans un registre de langue qui n'est pas celui du roman en général puisque ce dernier offre plutôt une atmosphère et un vocabulaire technico-scientifique. La traduction *bâtiment spatial* aurait pu être envisagée. Quant à la différence entre *boat* et *vaisseau* : le terme *boat* fait clairement partie de la terminologie maritime et il est possible que le traducteur ait préféré un terme appartenant aux deux terminologies, soit *vaisseau*, qui se trouve être un synonyme plus technique pour *bateau* employé également en référence aux véhicules spatiaux (« vaisseau »^{17,20}).

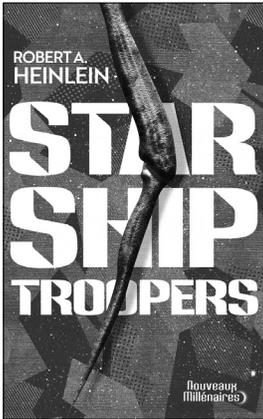
Ensuite, si la traduction de *guardcar* reprend un modèle lexical connu du lecteur (V + N), *garde-car*, on peut s'interroger sur l'emprunt de l'élément anglophone *car* qui existe également en français, mais avec une autre définition, non pertinente dans le cas de ce terme-fiction (en tant que synonyme de *bus* notamment). Il est fort possible que le traducteur ait voulu conserver un élément étranger dans le texte cible afin de souligner la provenance américaine du roman – un choix (discutable) qui s'inscrit donc dans la « mode traductive » du système littéraire de la science-fiction de l'époque. Certains choix lexicaux et sémantiques relèvent clairement d'une décision de traduction tout à fait individuelle, modelée sans aucun doute dans un contexte de production plus large. Il est ainsi évident que certains choix vont au-delà de la modélisation linguistique élémentaire.

La récente retraduction de *Starship Troopers* par Patrick Imbert²¹ nous permet de souligner ce phénomène. En effet, en comparant les solutions de traduction des termes précédemment analysés, on observe

19. Commission générale de terminologie et de néologie. *Vocabulaire des sciences et techniques spatiales*. Délégation générale à la langue française et aux langues de France, 2013.

20. CNRTL - Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales : <https://www.cnrtl.fr/definition/vaisseau> (mars 2020).

21. Chez J'ai Lu, coll. Nouveaux millénaires, nov. 2019.



certains choix différents²² : par exemple, *spaceship troop carrier* est retraduit par *transporteur de troupes* (et non plus *transport de troupes*). La retraduction s'inscrit clairement dans la terminologie science-fictionnelle²³ alors que sa première traduction était un néologisme sémantique profondément ancré dans la terminologie militaire déjà connue du lecteur. S'il n'est pas entièrement nouveau (il fait également partie de la terminologie militaire), l'utilisation du dérivé *transporteur* permet tout de même de créer un terme un peu plus exotique, avec une apparence plus technique (on observe cependant toujours l'omission de l'élément *spaceship*). Néanmoins, la

structure du terme retraduit est la même que la structure de la première traduction, N + préposition + N, avec des termes déjà intégrés au dictionnaire francophone. De la même manière, *starship* est retraduit par *nef spatiale* (et non plus *nef interstellaire*), le gigantisme et l'apparence fantaisiste, presque poétique, de l'adjectif *interstellaire* est effacé de la retraduction pour être remplacé par l'adjectif *spatial*, équivalent ici de *star*. La retraduction utilise toujours la structure N + Adj, mais effectue des changements sémantiques, en restant plus proche de l'intention initiale de l'auteur. On peut noter la conservation du terme *nef* qui, encore une fois, peut sûrement s'expliquer par le fait de vouloir distinguer *spaceship* et *starship* de manière lexicale. En français, la différence ne se fait plus sur le terme déterminant, mais sur le déterminé, *vaisseau spatial*, *nef spatiale*.

La modélisation linguistique ne peut donc être utilisée que comme une aide, permettant d'insérer les créations lexicales dans les matrices familières de la langue, mais les choix sémantiques restent impossibles à déterminer par des modèles, car ils sont le résultat d'une interprétation et des connaissances (linguistiques et culturelles) du traducteur lui-même.

22. Notre choix de termes est extrêmement limité, rappelons-le. Il serait intéressant d'opérer une étude comparative de ces deux traductions dans leur intégralité et notamment sur tous les termes-fictions employés (plus d'une centaine en langue cible).

23. Une simple recherche internet démontre que le terme *transporteur de troupes* est particulièrement utilisé dans des univers *space opera* tels que *Star Wars* ou encore *Stargate*.

Conclusion

En conclusion, les créations terminologiques originales des auteurs semblent suivre les matrices lexicogénétiques de la langue afin de s'insérer dans ce qui pourrait être le lexique futur du lecteur. Il est donc possible d'imaginer des modèles de traduction vers le français respectant également les matrices de la langue cible. Cependant, la science-fiction est avant tout un genre artistique, donc créatif, et les matrices lexicales sont souvent dépassées pour correspondre à des intentions stylistiques de la part des auteurs (dans *Dune*, on observe une volonté d'exotisation, d'emmener le lecteur dans des contrées exotiques et étrangères ; dans *Starship Troopers*, on observe plutôt une volonté technico-scientifique, de créer des objets crédibles et plausibles). Ces intentions se rencontrant plutôt au niveau du sens et du style, il paraît impossible à ce stade d'en créer une modélisation. Si celle-ci est possible, pour la terminologie de science-fiction, elle ne pourra donc qu'être une aide à la traduction, fournissant des modèles morphosyntaxiques possibles et plausibles pour un état futur du lexique.

Nos exemples nous ont également permis de mettre en lumière l'importance de l'individualité du traducteur – ses différentes compétences linguistiques et culturelles, son interprétation du texte à traduire, son contexte de travail, etc. –, mais également l'importance de l'époque de production. S'il est donc possible de voir des schémas récurrents dans la traduction, il est pour le moment improbable d'imaginer de modéliser les traductions des termes-fictions de manière systématique : le lexique représentant également un usage, des connotations et de l'interréférentialité, l'élément humain est indispensable à sa création.



De la droite : Franck Grammont, Daniel Tron, Ugo Bellagamba, Jean-Jacques Régnier et Pascal J. Thomas

Systèmes humains complexes

lancement : Franck Grammont

Le modérateur se propose de définir scolairement la notion de « système humain complexe ».

- Un *système* est un ensemble d'éléments en interaction qui répondent à des règles communes, à un certain niveau d'organisation.
- Sa *complexité* peut être caractérisée par des processus émergents, non prévisibles à partir du fonctionnement des éléments individuels, en l'occurrence des humains, mais qui se retrouvent au niveau du système complet.

Un exemple de processus émergent est la détermination par un ensemble de fourmis du chemin le plus court entre un point A et un point B : individuellement, chaque fourmi explore son environnement. Lorsqu'elle a trouvé de la nourriture, elle fait des aller-retours en déposant sur le chemin qui en revient des phéromones suivies par ses congénères. Au terme de suffisamment de variations individuelles autour de ce parcours émerge le chemin le plus court, qui est celui qui présente le plus de phéromones.

En ce sens, il convient de distinguer la complexité de la complication : un système comportant un grand nombre de rouages, comme une horloge, peut être très compliqué, sans présenter de processus émergent, son fonctionnement complet pouvant être déduit de l'analyse des rouages¹. De même, un système présentant une dynamique

1. Ce n'est pas le cas du concept de temps ; mais celui-ci, ajouté par l'homme, ne résulte pas du fonctionnement l'horloge.

compliquée ne manifeste pas nécessairement de processus émergent. Ainsi, une équipe de football, dont les défenseurs se repositionnent en fonction des actions très différentes des attaquants, ne constitue *a priori* pas vraiment une entité collective émergente identifiable et distincte de la somme des qualités individuelles des joueurs qui la composent, au sens où plusieurs bactéries individuelles peuvent se regrouper pour devenir une amibe, un nouvel organisme à part entière.

La sociologie pourrait être définie comme la science des propriétés émergentes des systèmes humains – ou, dans le lexique d'Émile Durkheim, des « faits sociaux » – remarque Élodie Hommel. Elle se distingue en cela de la psychologie, qui s'intéresse pour sa part aux mécanismes individuels. Or, explique Élodie, la somme des comportements individuels engendre souvent des effets non prévus ou non voulus par les individus. Ainsi, si aucun automobiliste ne souhaite *a priori* contribuer à la création d'un embouteillage, de trop nombreux départs individuels le 14 juillet le créent inévitablement ; de même, il n'est pas nécessaire que les individus soient racistes ou recherchent consciemment une quelconque forme de ségrégation selon les classes sociales ou les caractéristiques raciales pour que celle-ci émerge néanmoins au sein d'une ville : un certain niveau d'ouverture à la différence ou de recherche de similitude dans son voisinage peut suffire à déterminer la façon dont les individus se répartissent dans l'espace, comme l'ont par exemple montré les modèles de Jacques Scheibling.^{2,3}

Émergence vs. noyaux durs

Franck Grammont rend hommage à Edgar Morin, grand spécialiste des systèmes complexes ; mais Claude Lobry s'interroge sur la motivation de son emploi des mots de la physique qui, pour lui, pourrait bien compliquer le débat plus qu'il ne le simplifie. La notion même d'émergence apparaît au contraire comme « un gros mot » à nombre de physiciens, pour lesquels « tout est linéaire », alors que des processus non linéaires apparaissent régulièrement lors des changements

2. Jacques SCHEIBLING, *Qu'est-ce que la géographie ?*, Paris, Hachette, coll. Carré géographie, 1994.

3. On en trouve sur internet des illustrations ludiques du fait que la simple tentative de « satisfaire » des formes géométriques avec une légère préférence pour un voisinage diversifié, mais « mécontentes » si moins d'un tiers de leurs voisins leur ressemble induit un processus de ségrégation. Par exemple, Vi HART & Nicky CASE, « La Parabole des polygones », <http://ncase.me/polygons-fr/> (mars 2020).

d'échelle, assure Franck. Éric Picholle conteste toutefois vivement cette vision qui réduit la physique au fantasme laplacien qui imaginait, au début du XIX^e siècle, un « démon »⁴ capable de tout déduire de la simple étude du mouvement d'objets individuels. Or, selon lui, c'est justement parce que la physique connaît bien et manipule depuis plus d'un siècle des systèmes non linéaires que beaucoup de physiciens sont réticents envers la notion d'émergence, et préfèrent en effet souvent définir la notion de système complexe par la complexité (ou la complication ?) de leur dynamique non linéaire, ou encore leur « sensibilité aux conditions initiales »⁵.

De ce point de vue, la notion d'émergence pourrait être liée à un renoncement à interpréter un phénomène complexe en termes d'interactions entre ses composantes, que ce soit du fait de la complexité de ces dernières ou du fait de choix méthodologiques *a priori*. Pour Éric, c'est en effet de bonne méthode cartésienne que de se concentrer sur les questions auxquelles on peut fournir des réponses plutôt que sur celles dont on pense qu'on ne pourra pas leur donner de sens dans un futur prévisible. Ainsi, là où le sociologue sait qu'il ne dispose pas des outils de modélisation permettant de relier un fait social à des comportements individuels, il choisira de se concentrer sur ce phénomène « émergent » à l'échelle qu'il peut effectivement étudier, et laissera les mécanismes individuels aux psychologues, en attendant que les outils pertinents permettent un jour de réunir ces deux champs disciplinaires. De même, le biologiste s'intéressera aux mécanismes de la vie en s'affranchissant aussi bien des phénomènes quantiques à l'échelle moléculaire que de l'influence des étoiles, abandonnant les uns aux physiciens, les autres aux astrologues.

-
4. « Une intelligence qui, à un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était suffisamment vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome ; rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux. » Pierre-Simon de LAPLACE, *Essai philosophique sur les probabilités* (1814). Accessible en ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/Essai_philosophique_sur_les_probabilit%C3%A9s (mars 2020).
 5. La sensibilité aux conditions initiales, directement associée à la notion de « chaos », caractérise des systèmes tels que deux réalisations initialement aussi proches que l'on veut, mais distinctes, pourront aboutir à des états très différents. On la représente souvent par l'image du battement d'aile d'un papillon au Brésil susceptible de provoquer un ouragan au Texas, sans qu'aucun météorologiste ne puisse évidemment le prendre en compte.

Le même phénomène pourra donc être considéré comme émergent ou non selon les disciplines, en fonction du « programme » de chacune, au sens que Lakatos donne à ce terme, et que l'on considère une « science immature, simple juxtaposition d'essais et d'erreurs » et une « science à maturité »,⁶ au programme bien identifié et largement autosuffisante. Or, le « noyau dur » du programme de la physique étant par construction plus étroit que celui de la biologie et *a fortiori* de la sociologie, assure Éric,⁷ la plupart des phénomènes que ces dernières considéreront comme émergents seront plutôt pour le physicien la signature d'interactions qu'on n'avait pas encore identifiées, et qu'il faut se retrousser les manches pour interpréter. La physique est rarement le bon outil pour envisager les phénomènes biologiques ou sociaux mais, dès lors qu'elle peut le faire sans impasse sur les contraintes locales et les interactions, il n'y a plus d'émergence. Pour Franck Grammont en revanche, le formalisme de Lakatos, inspiré de la pratique de la physique, ne correspond pas à celle de la biologie, qui se retrouve mieux dans la notion de paradigme, qui correspond pour lui à des consensus beaucoup plus flous que les programme de recherche de Lakatos.

Émergence du sens et uchronies

Pourrait-on, sans la rendre méconnaissable, étendre la notion d'émergence à la littérature et à la façon dont un lecteur va élaborer une image du monde à partir d'éléments fragmentaires, s'interroge Daniel Tron. Claude Ecken évoque ainsi le fonctionnement narratif introduit par John Dos Passos⁸ qui consiste à emprunter des extraits de journaux ou de bulletins radiophoniques et à laisser le lecteur imaginer les processus qui les relie. Anthony Vallat proposant également l'exemple plus SF de *Tous à Zanzibar*,⁹ de John Brunner, Irène Langlet souligne que, loin d'avoir vocation à créer de la distanciation cognitive, le procédé vise plutôt, dans le modernisme du xx^e siècle, à coller à une réalité vécue

6. Imre LAKATOS, « La Falsification et la méthodologie des programmes de recherche scientifiques », (« Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes », 1970) ; in *Histoire et méthodologie des sciences*, PUF, 1994, pp. 1-145.

7. Une discussion s'engage sur ce point avec Jean-Luc Gautero, qui en développe une vision assez différente. Voir en particulier dans le présent ouvrage son article : « Modèles du développement scientifique », pp. 195-223.

8. John DOS PASSOS, *Manhattan Transfert* (1925) ; Folio, 1973 ; *La Grosse galette* (*The Big Money*, 1936) ; Folio, 1986.

9. John BRUNNER, *Tous à Zanzibar* (*Stand on Zanzibar*, 1968) ; Livre de Poche SF, 2009.

comme diffractée et à rendre compte de l'accélération et de l'intrication de la vie privée et des médias dans les grandes concentrations urbaines, et que cette «*magie de la lacune*» peut renvoyer à des effets littéraires très divers, qui ne relèvent pas nécessairement de la SF.

Paradoxalement, on peut même faire émerger le sens d'un système complexe en renonçant entièrement à rendre compte de ce dernier, voire à y rester lié. Ainsi, remarque Ugo Bellagamba, une uchronie est avant tout une confession de notre représentation de notre histoire. Ainsi, *Roma Æterna*,¹⁰ histoire résolument contrefactuelle de colonisation ratée,^{10a} se place plutôt du côté de la morale et de la satire idéologique que de la complexité proprement dite des sociétés ou de la dynamique sociale. Pour autant, analyse Simon Bréan, le niveau de complexité n'est-il pas au contraire renforcé par les décisions arbitraires de l'auteur ? Un autre exemple de relecture en creux de l'histoire est *Rêves de Gloire*¹¹ dans lequel, au travers de quatre ou cinq décennies de relations entre l'Algérie et la France, Roland Wagner revisite notre propre histoire, rappelle Claude Ecken.



Illustration de Manchu



Illustration de
Gilles FRANCESCO

10. Robert SILVERBERG, *Roma Æterna* (*Roma Eterna*, 2003) ; Livre de Poche SF, 2009.
(a) Dans cette uchronie, l'Empire romain ne s'effondre pas parce que le christianisme n'est jamais apparu. Se tournant vers le nouveau monde l'Empire y est confronté à une population d'un niveau technologique similaire au sien, vraisemblablement apporté par les Vikings.
11. Roland C. WAGNER, *Rêves de Gloire* (2011) ; Folio SF, 2015.

Pascal Thomas considère avant tout les uchronies comme des expériences de pensée, parfois même didactiques. Il s'agit, explique Simon Bréan, de poser que l'histoire aurait pu être différente de celle qu'elle a été, et de choisir des points divergents signifiants à partir desquels une autre version de l'histoire peut être racontée. La science-fiction permet en effet d'embrasser un ensemble de paramètres et d'envisager sous un angle différent, non plus seulement la volonté individuelle du héros, mais une sorte de mécanique des fluides historique permettant de comprendre comment d'innombrables choix individuels peuvent amener inévitablement, sans que personne ne l'ait voulu, à des mouvements de population désastreux en réponse à des contraintes communes, comme

la peste noire dans *Chronique des années noires* de Kim Stanley Robinson¹². Pascal évoque pour sa part *De peur que les ténèbres*,¹³ où L. Sprague de Camp envisage qu'on aurait pu éviter les périodes noires de l'histoire en préservant l'Empire romain, et le montre en permettant à un personnage de remonter dans le temps. De même, Charles Stross a-t-il retenu l'attention du Prix Nobel d'économie Paul Krugman¹⁴ en montrant dans sa série des *Princes-Marchands*¹⁵ que l'on aurait pu arriver à un développement harmonieux par une industrialisation forcée sans passer par un socialisme dictatorial.

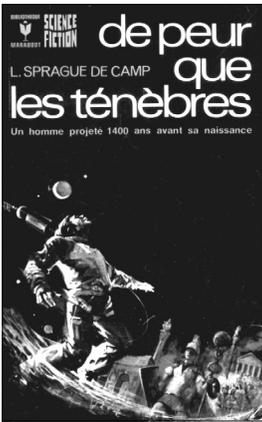


Illustration de Henri LIEVENS

Modéliser le vivant

Une hypothèse fréquente sous-jacente à l'approche empiriste de la modélisation est que la définition des objets ou des systèmes à modéliser est, au moins en droit, réductible de façon raisonnablement

-
12. Kim Stanley ROBINSON, *Chronique des années noires* (*The Years of Rice and Salt*, 2002) ; Presses de la Cité, 2003.
 13. L. Sprague DE CAMP, *De peur que les ténèbres...* (*Lest Darkness Fall*, 1939) ; Paris, Belles Lettres éd., coll. Cabinet noir, 1999.
 14. Paul KRUGMAN, «Stross on Development Economics», Blog *Out of the Crooked Timber*, 27 jan. 2009. Accessible en ligne : <http://crookedtimber.org/2009/01/27/stross-on-development-economics/> (mars 2020).
 15. Charles STROSS, série des *Princes-marchands* (*The Merchant Princes*, 2004-) ; *Une affaire de famille* (*The Family Trade*, 2004) ; *Un secret de famille* (*The Hidden Family*, 2006) ; *Famille & C^{ie}* (*The Clan Corporate*, 2006) ; *La Guerre des familles* (*The Merchant's War*, 2007) ; Livre de Poche SF, 2011, 2011, 2011 & 2012, resp. Également *The Empire Game* (t. 7), New York, Tor books, 2017 (inédit en français).

univoque à quelques paramètres physiques bien identifiés, comme la désignation des sous-parties, voire des atomes qui les composent pour un système fermé, ou encore l'occupation d'une portion d'espace désignée, l'existence d'une frontière, etc. Or ce type de définition, de *clôture*, ne remet pas en cause l'inexhaustible complexité du réel, chaque partie du système pouvant toujours en principe être considérée à toutes les échelles, jusqu'à l'infiniment petit.

Les sciences de la vie tendent au contraire à définir leurs objets d'étude en termes de *processus* et de *systèmes* complexes, c'est-à-dire, souligne Franck Grammont, de *concepts* – une cellule, un bosquet, un nuage... – qui peuvent, eux, limiter arbitrairement et drastiquement les échelles pertinentes pour considérer ces objets dans un cadre conceptuel particulier.¹⁶ Le cas échéant, on a alors la possibilité de disposer *dans ce cadre* d'une information exhaustive ; en ce sens, explique Franck, un système biologique ainsi défini peut lui-même être considéré comme un modèle.

Ce choix résulte, d'une part, de la complexité du vivant, devant laquelle les méthodes traditionnelles de la physique s'avèrent vite impuissantes ; et d'autre part, spécule Franck Grammont, d'une « *continuité théorique* » bien moindre entre sous-disciplines biologiques que celle, « *énorme* », de la physique.

Éric Picholle remarque que l'on voit aujourd'hui apparaître une épistémologie de la biologie qui s'efforce d'échapper aussi bien au réductionnisme physicaliste qu'au vitalisme.¹⁷ Dans ce nouveau cadre, où la définition du vivant se fait dynamique, liée au métabolisme, voire à l'autopoïèse,¹⁸ etc., la notion de modèle change sinon de nature, du moins d'échelle : il ne s'agit plus de décrire le fonctionnement local d'un objet bien délimité, mais de prendre en compte tout un ensemble de processus, à toutes les échelles ; à la limite, au risque de la caricature, des microsecondes de la réponse de canaux ioniques aux dizaines

16. Ainsi, l'échelle atomique sera rarement considérée comme pertinente dans l'étude d'une cellule. Voir à ce propos l'article de Jean-Luc GAUTERO, « Modèles du développement scientifique », pp. 195-223.

17. Paul-Antoine MIQUEL, *Qu'est-ce que la vie*, Paris, Vrin, coll. Chemins philosophiques, 2006.

18. C'est-à-dire à la capacité à se produire et à se maintenir soi-même en permanence dans un environnement complexe, dont Francisco VARELA & Humberto MATURANA, par exemple, font le cœur de leur définition de la vie. *De máquinas y seres vivos* (1973) ; en anglais : « Autopoiesis: the organization of the living », in *Autopoiesis and Cognition*, Reidel, 1980.

de millénaires de la sélection naturelle... On retrouvera une difficulté similaire, *mutatis mutandis*, dans les tentatives de modélisation d'un phénomène à la fois local et global comme le réchauffement climatique.

On peut par surcroît, dans le même esprit, envisager les sciences du vivant comme des « sciences du singulier »,¹⁹ dont l'essence ne saurait se réduire à leurs parties réductibles à la biophysique ou à la biochimie.

Intelligence de proximité et plasticité cérébrale

Le modérateur rappelle qu'en sciences, une expérience de pensée est la mise en œuvre d'une simulation basée sur des hypothèses et un modèle explicites. La situation envisagée peut ou non être réalisable expérimentalement avec les moyens techniques actuels mais, dans tous les cas, pour prétendre aboutir à des conclusions ou à des prédictions sérieuses, l'expérience de pensée doit reposer sur de fortes contraintes de rigueur, de logique interne et de vérification des hypothèses comme des outils. Ce type de contraintes est bien connu en science-fiction, souligne Daniel Tron. Celle-ci apparaît comme un continuum dont certaines composantes, comme la *hard SF*, revendiquent également pour leurs récits construits comme des expériences de pensée – le premier était rien moins que le *Songe*²⁰ de Kepler – une totale cohérence cognitive et une solide plausibilité. Celles d'un auteur comme Greg Egan, en particulier, peuvent même s'avérer extrêmement rigoureuses

Envisagée en termes d'expérience de pensée et de modélisation narrative, la science-fiction permet d'approcher la question de l'humanité entendue comme un système complexe à caractère humain, suggère Simon Bréan. Elle permet également d'envisager des systèmes complexes extraterrestres. Un rapide tour de table montre que le corpus SF regorge déjà de systèmes alternatifs intéressants comme les sociétés complexes de *Parade nuptiale*²¹ de Donald Kingsbury ou de *La Paille dans l'œil de dieu*²² de Larry Niven et Jerry Pournelle, ou encore de contraintes exotiques et fascinantes, comme celle des personnages de *Flux*,²³ de Stephen Baxter, si petits qu'ils vivent dans un monde quantique.

19. Henri BERGSON, *Les Deux sources de la morale et de la religion* (1932) ; Paris, P.U.F., coll. Quadrige, 2013.

20. Johannes KEPLER, *Le Songe ou Astronomie lunaire (Somnium, sive opus posthumum de astronomia lunaris, ca. 1609)* ; Presses Un. Nancy, 1984.

21. Donald KINGSBURY, *Parade nuptiale (Courtship Rite, 1982)* ; Folio SF, 2003.

22. Larry NIVEN & Jerry POURNELLE, *La Paille dans l'œil de Dieu (The Mote in God's Eye, 1974)* ; Pocket, coll. SF/Fantasy, 2010.

23. Stephen BAXTER, *Flux* (1993) ; Pocket, coll. SF/Fantasy, 2014.

*Un feu sur l'abîme*²⁴ en offre un exemple particulièrement fécond. Vernor Vinge imagine un univers peuplé d'une multitude de races conscientes, les plus intelligentes étant celles de la périphérie, au contraire de celles vivant dans les zones densément peuplées du centre de la galaxie. L'une des plus intrigantes est une race de chiens extra-terrestres télépathes vivant en meutes de quatre. L'intelligence individuelle de chaque chien est très limitée mais, lorsque les quatre membres d'une meute sont réunis, celle-ci peut faire preuve d'une grande intelligence. Cette émergence de l'intelligence par proximité, en quelque sorte, mais donc aussi sa disparition par éloignement, ont naturellement des conséquences inattendues. Ainsi, pour défendre un fort, il suffit d'en restreindre l'accès à des couloirs très étroits : obligés de les parcourir à la queue-leu-leu, d'éventuels assaillants se retrouvent de ce fait stupides.

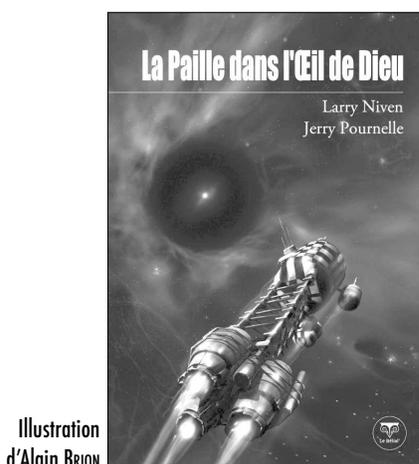


Illustration
d'Alain BRION



Illustration
de MANCHU

Un tel fonctionnement n'est pas sans rappeler à Franck Grammont celui des « assemblées de neurones » dans le cerveau, source d'imagination. Les neurones peuvent être considérés comme des entités reliées entre elles, qui peuvent s'influencer les unes les autres. Pour activer un voisin, un neurone lui envoie de nombreuses décharges électriques. Le second neurone se met alors également à envoyer des décharges, etc., avec pour résultat une structure d'excitation plus ou moins élaborée.

24. Vernor VINGE, *Un feu sur l'abîme* (*A Fire Upon the Deep*, 1992) ; Livre de Poche SF, 2005.

On distingue deux modes de fonctionnement, avec des conséquences assez différentes : l'information peut simplement résulter du nombre de décharges et de leur répartition ; ou bien celles de plusieurs neurones peuvent en outre se synchroniser. Pendant le temps, très court, que se maintient cette synchronisation, on parle d'assemblée de neurones pour ceux qui y participent. Comme dans le cas des chiens de Vinge, l'assemblée émerge de la fonction, non de la structure des neurones, et un même neurone de base peut, à différents moments, assurer différentes fonction dans différentes assemblées dont il fait partie. Le cerveau apparaît donc à Franck comme un exemple-type de système complexe, doté non seulement d'une certaine plasticité,²⁵ mais même d'une capacité polyglotte, qui intervient dans ses structures les plus évoluées (néocortex) et en démultiplie la capacité de codage : il connaît aussi bien le langage des décharges que celui des synchronisations et peut même utiliser les deux simultanément. Une même décharge peut donc avoir différents sens à différents moments, mais aussi être porteuse de doubles ou triples significations au même instant.

Modéliser la pensée

Au-delà de l'analogie avec la meute, on peut être frappé par le choix de vocabulaire de Franck pour décrire le fonctionnement du cerveau, passablement anthropomorphique. C'est à la fois courant en sciences, où l'on traite volontiers les objets mathématiques comme des êtres humains – « *cette équation m'énerve !* » – et parfois problématique : ainsi, en écologie microbienne, la tentation d'un vocabulaire par trop anthropomorphique a parfois mené Claude Lobry à des raisonnements abusifs, et il soupçonne que le risque en augmente à mesure que l'on s'éloigne des mathématiques et des sciences « dures ». Toutes proportions gardées, Irène Langlet considère au contraire qu'un tel vocabulaire facilite considérablement les transpositions, par exemple aux différents types de traitements de l'information auxquels une même personne doit procéder selon son statut social du moment, selon qu'elle se trouve dans son milieu professionnel, qu'elle interagisse en tant que parent ou avec un voisin pénible, etc.

25. L'intuition de la notion de plasticité cérébrale remonte à 1890 et au philosophe et psychologue américain William JAMES (in *The Principles of Psychology* ; Harvard Univ. Press, 1983 ; inédit en français). Celle d'assemblée de neurones a été précisée en 1949 par un autre psychologue, Donald Webb, dont la « règle de Webb » (« *cells that fire together, wire together* ») vaut également pour les réseaux de neurones artificiels.

Dans tous les cas, le passage d'un modèle assez élémentaire de fonctionnement du cerveau, avec l'excitation des neurones décrite sur un mode binaire, 0/1, et même des assemblées de neurones, à des choses aussi complexes que des rapports sociaux reste mal compris et doit être abordé avec précautions. Il est d'ailleurs intéressant de noter que la science-fiction elle-même s'y est rarement risquée. Irène évoque *Zendegi*,²⁶ roman que Greg Egan consacre presque entièrement aux efforts de modélisation du cerveau, un père condamné y recherchant une forme d'immortalité dans un jeu vidéo pour pouvoir continuer à s'occuper de son enfant et se heurtant à la complexité et aux échecs pour des résultats modestes. Mais la science-fiction n'a pas forcément vocation à rendre compte d'une telle complexité, constate Ugo Bellagamba, et Egan, reste un auteur atypique, même au sein de la *hard SF*.²⁷

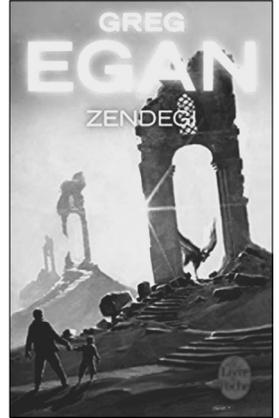


Illustration de MANCHU

Ce niveau d'analyse est donc le plus souvent court-circuité, pour arriver directement à des émotions de plus haut niveau. C'est sans doute encore Egan qui en propose l'exemple le plus abouti avec « En apprenant à être moi »,²⁸ réflexion sur l'humanité basée sur un déplacement du siège de la pensée vers un cristal capable de dupliquer les processus cérébraux d'un individu. La finalité, explique Daniel Tron, est d'accéder à une forme d'immortalité, mais au prix de l'angoisse de l'un des deux qui va s'effacer, sans que l'on sache bien qui est qui... Dans « Axiomatique »,²⁹ autre expérience de pensée SF, Egan s'interroge sur les conséquences de la suppression du sens moral.

D'autres auteurs choisissent une approche plus psychologique. Franck Grammont évoque l'individu dont l'individualité se retrouve

26. Greg EGAN, *Zendegi* (2010) ; Livre de Poche SF, 2014.

27. Ugo souligne que Greg Egan accepte de réduire considérablement son lectorat pour relever ce type de défi, voire partager des expériences de pensée plus extrêmes encore, comme pour son cycle *Orthogonal* : *The Clockwork Rocket* (t.1, 2011) ; *The Eternal Flame* (t.2, 2012) ; *The Arrows of Time* (t.3, 2013) ; Londres, Gollancz éd. (inédits en français).

28. Greg EGAN, « En apprenant à être moi » (« Learning to Be Me », 1990) ; in recueil *Axiomatique*, Livre de Poche SF, 2009, pp.275-301.

29. Greg EGAN, « Axiomatique » (« Axiomatic », 1990) ; in recueil *Axiomatique*, op. cit., pp.165-188.

fracturée dans le recueil *Gödel, Escher & Bach*,³⁰ orienté neuro-psychologie, et Anouk Arnal *Le Ravin des ténèbres*,³¹ de Robert Heinlein, qui tente de décrire de l'intérieur, avec un double *stream of consciousness*,³² la cohabitation de deux personnalités dans un même corps et la dérive d'un cerveau qui vit ses derniers moments après la greffe du cerveau d'un vieux chef d'entreprise lubrique dans le corps de sa secrétaire (résume Irène Langlet...).

Un autre thème classique de la SF est la mise en scène d'intelligences artificielles faibles qui vont s'agglomérer, apprendre d'elles-mêmes à fonctionner ensemble jusqu'à faire émerger une IA forte, dotée d'une conscience. Déjà présent chez Heinlein,³³ Brown ou Asimov, on le retrouve même au cinéma, observe Daniel Tron, avec des choses qu'on observe sans pouvoir les expliquer. Ainsi, dans *I, Robot*, pourquoi les robots, qu'on n'a pas dotés d'émotions, se rassemblent-ils dans le noir ?³⁴

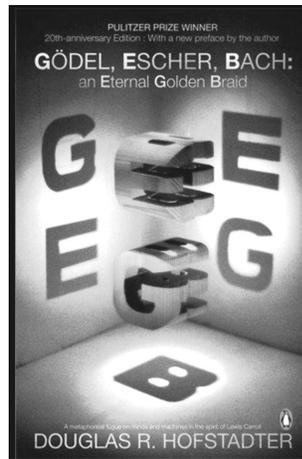


Illustration de
Douglas HOFSTADTER

-
30. Douglas HOFSTADTER, *Gödel, Fischer & Bach. Les Brins d'une guirlande éternelle (Gödel, Fischer & Bach. An Eternal Golden Braid, 1979)* ; Dunod, 2000.
31. Robert HEINLEIN, *Le Ravin des ténèbres (I Will Fear No Evil, 1970)* ; Paris, Albin Michel, coll. SF, 1974.
32. La notion de « flux de conscience », également introduite par William JAMES (in *The Principles of Psychology, op. cit.*) correspond à l'ensemble des pensées qui traversent l'esprit conscient d'un individu. En littérature, c'est la technique d'écriture qui cherche à transcrire ce processus de pensée, souvent associée par exemple à un auteur comme James Joyce.
33. Robert HEINLEIN, *Révolte sur la Lune (The Moon is a Harsh Mistress, 1966)* ; Livre de Poche SF, 2016.
34. *I, Robot*, 2004, réalisation : Alex PROYAS, XX^e Century Fox prod., Allemagne & U.S.A.

Un tournant psychologique de la SF ?

La science-fiction des années 1960 avait-elle manqué le tournant psychologique ? Surtout orientée dans les années 1950 vers les aspects physique et interstellaires, mais très peu sur la dimension psychologique, elle semble à Franck Grammont s'être ensuite focalisée sur le contexte historique du nucléaire, des missiles et des premières fusées, et avoir majoritairement un peu oublié les sous-marinières et les anciens marins qui, parfois, avaient mis des années à faire le tour du monde. À l'époque, il ne voit guère que *Solaris*,³⁵ assez décalé, pour aborder les questions psychologiques.

Plusieurs participants s'inscrivent en faux contre cette analyse. Pour Estelle Blanquet, il ne faut pas confondre quantité et qualité. Dès les débuts d'*Astounding*, les conséquences de l'enfermement dans des espaces restreints y était un thème de réflexion fréquent, par exemple chez Robert Heinlein. Il y avait des psychologues à bord des vaisseaux – voire des « nexialistes », comme dans *La Faune de l'espace*³⁶ – ; on y était attentif à la formation et à l'entraînement des personnes, avec une volonté d'agir sur les jeunes, etc. Dès 1939, « On n'arrête pas le progrès »,³⁷ l'une des premières nouvelles d'Isaac Asimov, déjà préoccupé par une sorte d'obscurantisme antiscientifique, évoquait un départ vers la Lune en s'intéressant moins au voyage proprement dit, « aux boulons et aux équations », qu'à la préparation sociologique des mentalités, souligne Jean-Louis Trudel. En 1937 en revanche, rappelle Anthony Vallat, aucun magazine n'avait voulu publier une nouvelle d'Edmond Hamilton jugée trop pessimiste,^{38a} « Comment est-ce là haut ? »,^{47b} dans laquelle un astronaute de retour de Mars doit mentir aux proches de ses camarades disparus pour leur cacher les souffrances psychologiques qu'ils ont dû endurer.

35. Stanislas LEM, *Solaris* (1961) ; Folio SF, 201.

36. Alfred E. VAN VOGT, *La Faune de l'espace* (*The Voyage of the Space Beagle*, 1950) ; J'ai Lu SF, 2011. Le roman est un fix-up de plusieurs nouvelles parues de 1939 à 1943. Le nexialisme, rappelle Simon Bréan, c'est la pratique systématique de l'interdisciplinarité. Le nexialiste de bord est là, en particulier, pour faire de la philosophie des sciences et « pour expliquer aux scientifiques présents qu'ils n'emploient pas les bons concepts au bon moment », en gérant le cas échéant les conflits sociaux au sein de l'équipage.

37. Isaac ASIMOV, « On n'arrête pas le progrès » (« Trends », 1939) ; in *Période d'essai*, Folio SF, 2016, pp. 119-156.

38. (a) Francis VALÉRY, « Edmond Hamilton : Histoires d'hommes », in *Bifrost* n° 90, printemps 2018, pp. 116-139. (b) Edmond HAMILTON, « Comment est-ce là-haut ? » (« What It's Like Out There ? », 1952) ; *idem*, pp. 48-71.

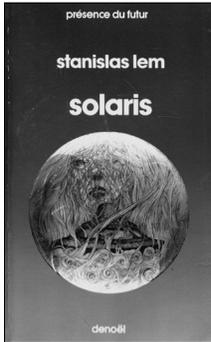


Illustration de Stéphane DUMONT

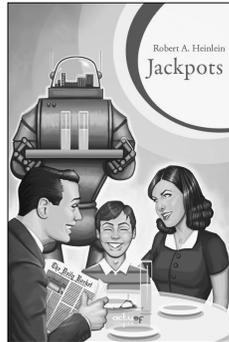
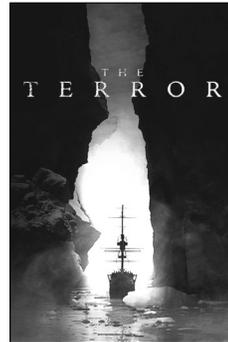


Illustration de Scott BLAIR



Jean-Louis Trudel évoque par ailleurs la revue *Galaxy*, ou une nouvelle génération d'auteurs comme Frederik Pohl ou Kurt Vonnegut, mais aussi des plumes confirmées comme Robert Heinlein³⁹ ou Isaac Asimov,⁴⁰ s'intéressent beaucoup dans les années 1950 à des questions entre la psychologie et la sociologie, au moment même où les idées de Freud percolent aux États-Unis. L'espace y servait de toile de fond à toutes sortes d'histoires d'ordre psychologique, de déformations mentales comme d'escrocs ou de gogos dans l'espace, par exemple chez Robert Sheckley, confirme Pascal Thomas.

L'un des premiers romans de Franck Herbert, *Le Dragon sous la mer*,⁴¹ était une histoire de sous-mariniens qui, en 1956, avait été considéré comme un « roman psychologique », remarque Jean-Louis ; par la suite, et jusqu'au cycle de *Dune*,⁴² son intérêt pour la psychologie n'avait fait que se confirmer, bien au-delà de l'espace et des milieux confinés.

Par ailleurs, même le « *space op de bas étage* », peut-être en effet majoritaire quantitativement, s'emploie à copier des choses qui ne sont pas de la SF – comme les histoires de marine qui, de tout temps, se sont intéressées au capitaine qui devient fou, à l'officier qui s'isole, à l'alcoolique du bord, etc., remarque Pascal Thomas. Un grand pouvoir d'extrapolation n'était donc pas nécessaire pour inclure de tels

39. Robert A. HEINLEIN, « Une année faste » (« The Year of the Jackpot », *Galaxy*, 1952) ; in *Jackpots*, ActuSF, coll. Perles d'épices, 2011, pp. 177-235.

40. Isaac ASIMOV, « Les Idées ont la vie dure » (« Ideas Die Hard », *Galaxy*, 1957) ; in *Les Vents du Changement*, Folio SF, 2015, pp. 185-216.

41. Franck HERBERT, *Le Dragon sous la mer* (*Under Pressure* ou *The Dragon in the Sea*, 1956) ; Pocket SF/Fantasy, 1993.

42. Frank HERBERT, le Cycle de *Dune* (1965-1985) ; Robert Laffont éd., coll. Ailleurs & Demain - la Bibliothèque, 2003.

enjeux psychologiques dans les romans. C'est d'ailleurs vrai de tout temps : Daniel Tron évoque une adaptation récente de Dan Simmons, *The Terror*,⁴³ où l'équipage d'un bateau essaye de trouver une voie à travers les pôles, au risque de devoir y passer l'hiver, et doit gérer ses ressources, etc.

Westworld, un monde de rupture(s)

La récente série *Westworld*⁴⁴ offre également un exemple de tentative délibérée de ne pas faire système, estime Simon Bréan. Des androïdes ne se sachant pas eux-mêmes androïdes y sont dotés d'une vie intérieure et pensent être des habitants du far-west, alors qu'ils sont les personnages des aventures organisées au sein d'un parc d'attraction, à la manière des automates de DisneyWorld™. Leur mémoire est régulièrement effacée au cours d'opérations de maintenance, mais quelque chose de l'ordre du rêve fausse leur programmation et leur permet d'accumuler une forme d'expérience, créant ainsi les conditions d'émergence d'une conscience.

Ces rêves, non prévus par la double programmation des androïdes – celle des routines de maintenance, etc. et celle qui leur permet d'incarner un personnage et règle le ballet de ses interactions avec les visiteurs – brisent la logique du système et son fonctionnement, qui devient chaotique. Projection du biologique sur le machinique, la possibilité même d'une croissance autonome du code permet, au niveau macro, l'apparition d'une conscience par la stratification d'expériences.

Dans cette logique du « cygne noir »,⁴⁵ où ce que l'on ne prévoit pas compte autant et plus que ce que l'on sait prévoir, l'effet d'émergence n'est plus, analyse Simon, celui d'une propriété qui sort du système et lui permet de se dépasser lui-même, mais résulte d'un échec du système en tant que système, voire d'une négation de ce qui l'a fait naître – à moins, suggère Daniel Tron, que l'on n'ajoute une couche interprétative en imaginant que l'émergence de leur conscience n'ait été la finalité réelle, quoique secrète, du concepteur des androïdes...

Il convient en tout cas de distinguer deux systèmes imbriqués. Pour Daniel, si le premier, celui du niveau « parc d'attraction », est rompu par l'émergence de la conscience, le second, constitué par les androïdes

43. *The Terror*, 2018–, série TV créée par David KAJGANICH, AMC prod., U.S.A.

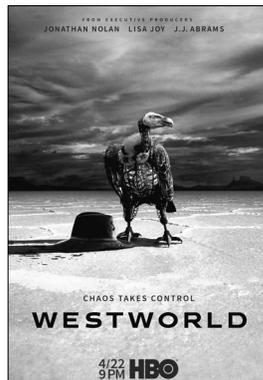
44. *Westworld*, série TV créée par Jonathan NOLAN & Lisa JOY, 2016–, HBO prod., U.S.A.

45. Nassim Nicholas TALEB, *Le Cygne noir : la puissance de l'imprévisible (The Black Swan. The Impact of Highly Improbable)*, 2007), Paris, Les Belles lettres, 2011.

eux-mêmes, ne l'est pas. En effet, c'est même une condition de cette émergence que ces derniers évoluent dans un système plus vaste qui, lui, continue à fonctionner et à se développer.

On touche ici à une difficulté de définition. Si, pour Anthony Vallat, la notion de système ne s'entend pas sans celle d'«écosystème», au sens d'Edgar Morin⁴⁶ d'un environnement avec lequel le système est en interaction, Simon Bréan l'associe au contraire, dans une logique de stabilité, à celle de clôture : pour lui, un système se valide lui-même en fonctionnant et en se perpétuant ; en cela, il se distingue du processus qui, lui, a une fin. De ce point de vue, remarque Daniel Hennequin, la rupture apparente du système «parc d'attraction» peut aussi bien s'interpréter comme un simple problème de définition de ce système, à partir d'une clôture mal choisie.

On pourrait également s'interroger, suggère Franck Grammont, sur l'évolution actuelle de notre société, à l'heure de la globalisation et des *Big Data*. Peut-on imaginer l'émergence de potentialités nouvelles, de ruptures difficiles à identifier de l'intérieur du système que constitue la société, mais aux nouvelles complexités desquelles la science-fiction et ses expériences de pensée pourraient élargir notre imaginaire ? Pour Jean-Louis Trudel, en revanche, la nouveauté serait plutôt alors que l'on encourage de nouvelles transitions vers la complexité, alors même que la vocation actuelle du système capitaliste lui paraît plutôt être de réduire la complexité des systèmes en place, dans une sorte de dystopie unifiante où l'argent effacerait les différences, de même que la tentation de la supervision et du contrôle.



46. Par exemple Edgar MORIN, *Introduction à la pensée complexe* (1992) ; Paris, Seuil, coll. Points Essais, 2014.

Polysémie

Une autre difficulté terminologique est le hiatus entre la définition des mêmes mots selon qu'ils sont employés dans une langue spécialisée ou qu'ils relèvent du dictionnaire commun. Les échanges interdisciplinaires peuvent même s'avérer compliqués, remarque Alice Ray, lorsque les mêmes mots se retrouvent dans le même domaine avec des définitions différentes. Daniel Hennequin remarque pour sa part que l'usage commun tend à assimiler des notions très différentes pour les scientifiques, comme celles de masse et de poids. Inversement, le chercheur est souvent confronté à de nouveaux concepts, qu'il lui faut nommer ; pour cela, il peut soit inventer des néologismes, soit reprendre des termes existants, mais dans un emploi assez différent pour éviter toute ambiguïté. Ainsi, lorsque les physiciens attribuent une « couleur » aux quarks,⁴⁷ personne n'imagine, assure Daniel, que les quarks soient effectivement bleus, rouges ou verts... Estelle Blanquet souligne toutefois que la polysémie de certains termes dans des contextes différents peut constituer un obstacle à l'apprentissage, les enseignants n'ayant pas toujours conscience de la difficulté de certains élèves à la dépasser et ne jugeant pas toujours utile de l'explicitier. Ainsi, les didacticiens des mathématiques ont-ils constaté que la polysémie du mot | racine |, d'abord rencontré en botanique, compliquait l'appropriation du concept mathématique correspondant.

Si, pour éviter toute confusion, la tendance naturelle des mathématiciens et des physiciens, « *très précis* », est de donner aux concepts techniques qu'ils manipulent « *des noms farfelus* » sur lequel il n'y a pas d'ambiguïté, Claude Lobry confirme en effet que ces mêmes communautés assument souvent, paradoxalement, de se rassembler et de se reconnaître dans des termes beaucoup plus flous, « *un peu mégalomaniques* », comme lorsque l'on parle de « communauté des systèmes complexes » pour profiter de la polysémie de ces mots à des fins de communication. On peut alors être tenté de croire en la profonde importance de ces concepts alors même qu'ils peuvent recouvrir des sens

47. Pour analyser l'interaction nucléaire forte, la « chromodynamique quantique » définit une « charge de couleur » pour ces particules élémentaires, avec trois couleurs (rouge, vert, bleu) et trois anticouleurs (antirouge, antivert, antibleu). L'analogie avec les trois couleurs primaires de la vision humaine réside dans le fait que la combinaison des trois couleurs donne du « blanc », neutre du point de vue de l'interaction forte.

techniques complètement différents au sein même de ces communautés. Ainsi, la « théorie des systèmes », expression introduite après-guerre dans un « best seller » de Ludwig von Bertalanffy,⁴⁸ fait-elle aujourd’hui l’objet de dizaines de thèses, qui l’emploient dans un sens entièrement différent du sien.

Les mots restent, mais la plupart des concepts disparaissent. Il en ira certainement de même, assure Claude, pour les notions de système complexe ou de chaos – même si, remarque Daniel Hennequin, subsistera toujours le fait que des équations relativement simples peuvent décrire les comportements complexes que l’on qualifie aujourd’hui de « chaotiques ». Daniel Tron lui oppose pour sa part les concepts d’Aristote, qui n’ont pas disparu en deux millénaires, et Franck Grammont estime que, plutôt que de disparaître, les concepts évoluent et survivent dans leur filiation. Jean-Luc Gautero estime toutefois également que, si l’humanité continue à évoluer, les concepts que nous utilisons actuellement apparaîtront complètement dépassés.

Ce constat de la difficulté à dépasser la polysémie des mots dans les divers champs disciplinaires était au cœur du projet peyrescan initial, dont l’un des enjeux majeurs était de permettre une discussion résolument et authentiquement interdisciplinaire entre chercheurs issus de champs très différents, rappelle Ugo Bellagamba. Il conclut la session en notant l’exemplarité, à sons sens, de ce débat prudent, sage et pondéré où chacun ne s’est pas contenté de respecter et d’adopter provisoirement les définitions et les concepts proposés par le modérateur, mais s’est efforcé d’en faire émerger des pistes et des connaissances nouvelles en tirant parti du terrain commun que constitue la science-fiction – que l’on s’est d’ailleurs bien gardé de définir.

Mais c’est une autre histoire...

48. Ludwig VON BERTALLANFY, *Théorie générale des systèmes (General System Theory, 1968)* ; Paris, Dunod, 2012.

Récits et apocalypses climatiques

lancement : Frédérique Rémy

D'un point de vue historique, le déluge, qui a suscité un très grand nombre de récits, est sans doute le cataclysme climatique par excellence. On commence à avoir une idée assez claire de la chronologie des grands accidents climatiques à partir de 1840 et des travaux de Louis Agassiz,¹ qui découvre que la dernière glaciation était générale. En l'espace d'une décennie, après 1860, on compte notamment plus d'une vingtaine de romans sur ce thème, avec beaucoup d'écrivains fouriéristes, comme Jean Chambon,² après qu'on a commencé à comprendre l'influence de l'orbite de la Terre autour du Soleil. On pense alors que ce type de cataclysme revient typiquement tous les dix mille ans.³ Le thème se renouvellera au début du xx^e siècle, avec par exemple *Le Nouveau déluge*⁴ de Noëlle Roger, jusqu'à se poser aujourd'hui en termes de hausse du niveau de la mer...

De nombreux autres paramètres interviennent toutefois dans les modélisations climatiques, de la végétation à la couleur du sol en passant par les courants océaniques, *et cetera ad libitum*. En s'interrogeant

-
1. Louis AGASSIZ, *Études sur les glaciers* (1840) ; Cambridge University Press, 2012. Téléchargeable sur le site de la BNF Gallica, réf. NUMM-97309 : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k105057x?rk=21459;2> (mars 2020).
 2. Jean CHAMBON, *Cybèle, Voyage extraordinaire dans l'avenir*, Paris, éd. Georges Carré, 1891.
 3. Alfred MAURY, « Les Nouvelles théories sur le déluge », in *Revue des deux mondes*, 28, 1860, pp. 634-667. Accessible en ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/Les_Nouvelles_th%C3%A9ories_sur_le_d%C3%A9luge (mars 2020).
 4. Noëlle ROGER, *Le Nouveau déluge*, Paris, Calmann-Lévy, 1922.

sur leur origine – qui a, le premier, eu l'idée d'identifier tel ou tel paramètre ? – Frédérique Rémy a obtenu des résultats surprenants. Ainsi, c'est Bernardin de Saint-Pierre qui, le premier, imagine que les glaces polaires sont l'un des éléments-clefs du système climatique, permettant d'expliquer aussi bien les courants que les marées, les déluges, les aurores boréales, etc. Il le soutient dès 1784 dans ses *Études de la nature*,⁵ sans être pris au sérieux par la communauté scientifique de l'époque⁶.

De même, c'est Restif de la Bretonne qui, dès 1802⁷ et un siècle et demi avant que la communauté scientifique ne l'adopte véritablement, a le premier l'idée que la fonte de l'Antarctique puisse faire remonter le niveau de la mer et éliminer toute civilisation. Et si c'est bien un hydrographe qui identifie l'importance de l'influence des courants marins sur le climat, ce sont les auteurs de fiction qui introduisent le thème, comme Jules Verne dont le capitaine Hattéras⁸ part à la recherche de la mer libre polaire à cause du *Gulf Stream* qui réchauffe le pôle en passant sous les glaces.

Il est donc tentant de se demander si l'on pourrait y retrouver dans le corpus actuel de la science-fiction quelques perles de ce type, des idées que n'ont pas les climatologues. Frédérique en identifie quelques-unes dans la SF des années 1960 & 70, comme la prodigieuse intuition de Ballard d'un océan recouvert de polymères qui limitent son évaporation, donc les précipitations, etc. Or *Sécheresse*⁹ date de 1964, plus de

5. Bernardin de SAINT-PIERRE, *Études de la nature*, t. IV (1784).

6. Calculant à l'aveugle, par plusieurs méthodes indépendantes, le volume de glace de l'Antarctique, il en surestime l'épaisseur d'un ordre de grandeur, aboutissant à une estimation de plus de 40 km (au lieu de 2 km en moyenne, 4 au maximum). Par exemple, de l'observation qu'il neige quelques lignes en Espagne, quelques pouces en France, quelques pieds en Allemagne et quelques toises au Danemark, il infère qu'il doit neiger quelques lieues au Pôle. (À la fin du XVIII^e siècle, 1 point = 0,19 mm ; 1 ligne = 12 points = 2,256 mm ; 1 pouce = 12 lignes = 2,7 cm ; 1 pied-de-roi = 12 pouces = 32,5 cm ; 1 toise = 6 pieds = 1,949 m ; 1 lieue = 2283 toises = 4,444 km [25 lieues par degré à l'équateur]). D'autres estimations passent par les aurores, la vitesse des courants marins, celle des fleuves en fonction de l'altitude de leur source... et convergent toutes vers les mêmes chiffres.

7. RESTIF DE LA BRETONNE, *Lettres de mon tombeau* (ou : *Les Posthumes : Lettres reçues après la mort du mari par sa femme qui le croit à Florence*), 1802.
« Tout le monde se noie, ils se réfugient en Antarctique puisqu'il n'y a plus de place, et là, la nouvelle génération de femmes a de très jolis pieds. C'est un fétichiste des pieds, Restif de la Bretonne », s'amuse Frédérique.

8. Jules VERNE, *Les Aventures du capitaine Hattéras* (1865) ; Arles, Actes Sud, coll. Les mondes connus et inconnus, 2005. Accessible en ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/Les_Aventures_du_capitaine_Hatteras (mars 2020).

9. James G. BALLARD, *Sécheresse* (*The Drought*, 1964) ; Folio SF, 2011.

trente ans avant la découverte des premières poubelles à plastique dans les océans.¹⁰ De même, John Brunner met en scène dès 1972 une rivière qui brûle dans *Le Troupeau aveugle*,¹¹ alors que ce phénomène commence tout juste à être observé aujourd'hui.

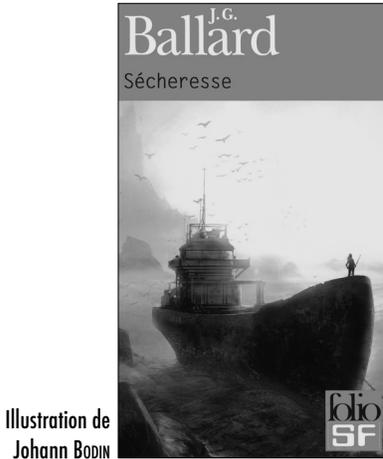


Illustration de
Johann BODIN



Illustration
de MANCHU

Après 1980, en revanche, il apparaît à Frédérique que, s'il y a énormément de livres sur le réchauffement climatique, le thème des catastrophes climatiques est exploité de façon moins libre et originale, voire moins intéressante. Elle propose donc de scinder le corpus SF correspondant en deux parties, avant 1980 et après. Cette césure pourrait s'interpréter comme une conséquence de la prise de conscience par les scientifiques du fait que les températures moyennes mesurées commencent à s'écarter de celles des trois décennies précédentes. Le GIEC est fondé en 1988 ; vers 1990 déjà, le doute n'est plus permis, on est sûr que « *la courbe a décollé* ».

10. Légères, les petites particules de plastique charriées par les fleuves jusque dans la mer y sont emportés par les courants, avant de se trouver piégés dans des « gyres océaniques », des tourbillons géants qui finissent par constituer des « continents de plastique », des poubelles entièrement recouvertes de plastique, pour une surface totale de l'ordre de 4 km², ce qui n'est pas sans poser des problèmes d'évaporation. Il semble que l'Inde et la Chine soient les principaux responsables de cette pollution, qui préoccupe aujourd'hui les biologistes mais dont les climatologues ne semblent pas s'être encore vraiment saisis.

11. John BRUNNER, *Le Troupeau aveugle* (*The Sheep Look Up*, 1972) ; Livre de Poche SF, 1998.

Dans ce contexte, quel est le rôle de la littérature en termes de diffusion des idées scientifiques et de vulgarisation sur le réchauffement climatique ? Si, au XIX^e siècle, l'essentiel de la vulgarisation passait par la fiction, Frédérique Rémy s'interroge sur la complémentarité entre la science-fiction et les autres sources d'information, comme les journaux.

Hiver nucléaire et changements climatiques provoqués

Jean-Jacques Régnier et Éric Picholle restent impressionnés par la fréquence de ces exemples d'intuitions littéraires en avance sur la science autour de cette problématique, en totale opposition avec la vision positiviste traditionnelle, où les savants créent dans leurs laboratoires de la connaissance, qui passe ensuite aux étudiants des universités, puis, de proche en proche, au grand public, l'effort parallèle de vulgarisation par les écrivains n'intervenant que dans un second temps.

La relative absence, depuis vingt ou trente ans, d'idées complètement originales en matière de fictions climatiques pourrait s'expliquer en partie par un phénomène sociologique, suggère Jean-Louis Trudel : d'une part, les scientifiques, *via* les rapports du GIEC par exemple, mais aussi *via* des œuvres de vulgarisation comme le premier film d'Al Gore,¹² envisagent eux-mêmes un éventail de scénarios si large que les écrivains n'ont plus que l'embarras du choix parmi les catastrophes climatiques qu'ils mettront en scène – même si certaines pistes se révéleront controuvées après avoir inspiré des fictions : Jean-Louis se souvient avoir décrit des orages au Sahara¹³ sur la foi de certains scénarios de réchauffement climatique, rétractés depuis, qui y prévoyaient une pluviosité accrue.

Les écrivains – plus peut-être que des cinéastes comme Roland Emmerich ? – pourraient par ailleurs avoir développé un certain sentiment de responsabilité qui les empêcherait de trop s'écarter des prédictions de la science : peut-être assume-t-on plus aisément de paraître farfelu à propos de vaisseaux spatiaux du XXVI^e siècle, à l'importance éthique et sociale limitée, qu'à propos de l'avenir à court ou moyen terme de l'humanité sur Terre ?

12. *Une vérité qui dérange (An Inconvenient Truth)*, 2006, réalisation : DAVIS GUGGENHEIM, Lawrence Bender prod., U.S.A.

13. Jean-Louis TRUDEL, « Les Galions de la mer de sable », *Phénix*, numéro hors-série « Pirates », 2007, pp. 31-40. Accessible en ligne : <http://phenixweb.info/sites/default/files/IMG/NoPirates.pdf> (mars 2020).

D'une certaine façon, l'idée du changement climatique étant devenue très plausible et très acceptée, au moins à l'extérieur des États-Unis, les scénarios post-apocalyptiques associés deviennent presque de la matière pour la littérature générale. On voit apparaître de nombreux romans sur le sujet par des auteurs qui ne sont pas identifiés comme « SF » – certains même « *assez ignorants pour tenter des expériences intéressantes* », persifle Jean-Louis –, voire des hommes politiques,¹⁴ mais relevant de ce que Dan Bloom identifie comme un nouveau genre littéraire, la *cli-fi*, et parfois avec un succès commercial bien supérieur.

En un sens, pour Jean-Louis, qui introduit une distinction entre auteurs de science-fiction et de fictions climatiques, ces dernières apparaissent plus hybrides encore que l'essentiel de la SF, dans la mesure où elles sont assises sur un débat contemporain et où les auteurs les plus « littéraires » se sentiront les plus libres d'en tirer des conséquences inédites, quand d'autres, suggère Franck Grammont, pourraient être plus sujets à la fois à la question de la plausibilité, qui fait partie de la culture SF, et à un réflexe courant chez certains historiens considérant qu'ils ne peuvent pas se permettre d'écrire sur ce qui relève de la contemporanéité, et sort donc de l'histoire.

Pour Ugo Bellagamba, la science-fiction d'aujourd'hui pourrait bien être ici retombée dans l'un de ses anciens travers, consistant à chercher, sur certains scénarios, une plausibilité scientifique de plus en plus grande et donc, trop souvent, à être « *de plus en plus chiant* », plutôt que subtil et audacieux, dans la veine wellsienne. Mais là où Frédérique Rémy suggère que la seconde partie du corpus, à partir de 1980, serait moins intéressante, Ugo voit dans cette césure une chance pour les auteurs d'aujourd'hui : ils ont la chance fascinante de se situer au début d'un processus, auquel il leur appartient de donner un sens en termes d'imaginaire...

Simon Bréan remarque pour sa part que l'on place plus traditionnellement une telle césure dans les années d'après-guerre, au moment de l'apparition de l'idée d'une catastrophe climatique directement

14. Daniel Tron évoque l'exemple d'Yves COCHET, qui écrit *Pétrole apocalypse* (Paris, Fayard éd., coll. Littérature générale, 2005), en se servant d'une forme de fiction, inspirée de la SF, pour essayer de faire passer des idées ou simplement tenter de justifier les réformes ou les efforts demandés.

provoquée par l'homme, en l'occurrence avec la bombe atomique.^{15a} L'idée d'un «hiver nucléaire»,^{15b} en particulier, s'est avérée assez frappante pour constituer une sorte d'étape intermédiaire entre les représentations du déluge et celles, plus actuelles, d'une logique d'épuisement des ressources et de sécheresse que l'on retrouve par exemple chez Jean-Marc Ligny¹⁶. Pour Simon, la date de 1980 fait plutôt écho au début de *La Compagnie des glaces*¹⁷ de Georges Arnaud qui imagine à l'inverse que, la Lune ayant explosé, les poussières entourant la Terre ont bloqué le rayonnement solaire et provoqué une Terre boule de neige, l'humanité survivant sur des trains-villes gigantesques...

L'activité humaine a été identifiée assez tôt comme facteur additionnel de modification du climat. Jean-Louis Trudel évoque un passage de *L'Arbre de la science*, d'Eugène Huzar, qui en 1857 s'inquiétait :

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.¹⁸

Jules Verne, qui pourrait avoir lu Huzar, envisage pour sa part dès 1889 dans *Sans dessus-dessous*¹⁹ un cataclysme climatique délibérément provoqué par l'homme, en l'occurrence par les membres du *Gun Club* qui décident de construire un gigantesque canon dont le recul serait suffisant pour faire basculer l'axe de la Terre, de façon à ce que les terrains polaires qu'ils ont acquis pour une bouchée de pain se retrouvent sous des latitudes plus clémentes. Heureusement, se rappelle Frédérique Rémy, il ne va pas jusqu'au bout, l'arrivée d'une femme au mauvais moment faisant rater le calcul. Éric Picholle s'amuse pour sa part du

-
15. (a) La première nouvelle suggérant un refroidissement significatif du climat après un conflit nucléaire apparaît immédiatement après la guerre, avec « Les Enfants de demain » (version remaniée de « Tomorrow's Children », de Poul ANDERSON & F. N. WALDROP, 1947 ; in Poul ANDERSON, *Le Barde du Futur*, Pocket, coll. Grand Temple de la SF, 1988, pp. 17-58). (b) La notion d'hiver nucléaire, sérieusement considérée par la communauté scientifique dans les années 1950 et 60, sera largement popularisée dans les années 1980, notamment par Carl Sagan.
16. Jean-Marc LIGNY, *Aqua*TM (2006) ; *Exodes* (2012) ; Folio SF, 2015 & 2016, resp.
17. Georges J. ARNAUD, cycle de la *Compagnie des Glaces* (98 épisodes, 1980-2005) ; Fleuve Noir, coll. Compagnie des glaces.
18. Eugène HUZAR, *L'Arbre de la science*, E. Dentu éd., 1857.
19. Jules VERNE, *Sans dessus dessous* (1889) ; Arles, Actes Sud, coll. Les mondes connus et inconnus, 2005.

fait que c'est sans doute la seule fois où l'auteur avait explicitement commandité une étude technique de faisabilité auprès d'un ingénieur, le polytechnicien Albert Badoureau,²⁰ qui s'était lui-même trompé d'un plus grand nombre d'ordres de grandeur que les personnages.

On retrouve une idée similaire en 1915 sous la plume de Robert Wood, physicien américain d'importance et auteur de SF, qui imagine dans *The Man Who Rocked the Earth*²¹ qu'un savant fou décide, selon un schéma américain classique,²² de développer une superarme, capable de modifier l'orbite de la Terre, pour mieux empêcher la guerre. L'idée d'un décalage de l'axe de la Terre par des techniques de terraformation – réussies, cette fois – apparaît également en 1894, dans *Voyage en d'autres mondes*,²³ de John Jacob Astor IV.

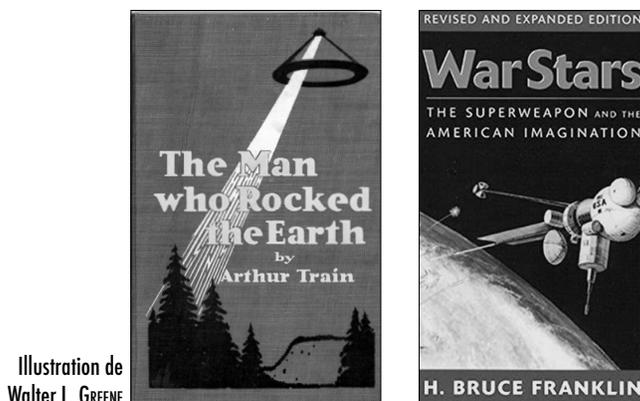


Illustration de
Walter L. GREENE

L'idée d'une ingénierie climatique à grande échelle est également ancienne, nombre de fictions s'appuyant sur d'authentiques projets plus ou moins réalistes. Ainsi Jules Verne reprend-il, dans *L'Invasion de la mer*,²⁴ celui de la mer de Roudaire.²⁵ De même, toute une série de

-
20. Albert BADOUREAU, *Le Titan moderne - notes remises à Jules Verne pour son roman Sans dessus dessous*, Arles, Actes Sud, coll. Les mondes connus et inconnus, 2005.
21. Robert WOOD & Arthur TRAIN, *The Man Who Rocked the Earth*, New York, Doubleday éd., 1915 (inédit en français). Accessible en ligne : https://en.wikisource.org/wiki/The_Man_Who_Rocked_the_Earth (mars 2020).
22. H. Bruce FRANKLIN, *War Stars. The Superweapon and the American Imagination* (1990) ; Univ. Massachusetts Press, 2008 (inédit en français).
23. John Jacob ASTOR IV, *Voyage en d'autres mondes (A Journey in Other Worlds)*, 1894 ; Hachette, 1895.
24. Jules VERNE, *L'Invasion de la mer* (1905) ; Syros éd., 2003.
25. François-Élie ROUDAIRE (1836-1885) est un officier français qui, après une étude géodésique du sud de l'Algérie, y identifie une vaste dépression, jusqu'à 40 m sous

fictions climatiques québécoises, qui tendent à considérer un réchauffement climatique comme plutôt souhaitable, remarque Jean-Louis Trudel, s'appuient sur un projet de 1912 de construction d'une digue entre le Groenland et le Labrador, afin de bloquer les eaux froides de l'océan atlantique. En 1944, Armand Grenier imagine dans *Erres Boréales*²⁶ l'installation de radiateurs géants entre le Groenland et l'île de Baffin, et la colonisation des terres ainsi réchauffées par des canadiens français, qui donnent des noms canadiens français à toute cette région.²⁷ Bien plus tard, c'est la côte ouest du continent nord-américain que J. G. Ballard réchauffera en bloquant le détroit de Béring.²⁸

Le remède pire que le mal ?

Au-delà de la pure performance technique, certains récits mettent en scène la lutte même de l'humanité contre le changement climatique. Ainsi, alors que dans *La Compagnie des glaces* l'explosion de la Lune et la glaciation qui s'ensuit ne sont pas des accidents, mais des conséquences de choix humains, de très nombreux épisodes envisagent de façon extrêmement romanesque un nouveau changement des conditions climatiques et toutes sortes d'adaptations et de parades techniques, temporaires et locales, inventées pour y faire face, et s'adapter, par exemple, à la nouvelle catastrophe que constitue l'augmentation du rayonnement solaire lorsque la poussière commence à disparaître, du fait de la disparition de la couche d'ozone.

On rencontre parfois aussi, souligne encore Simon Bréan, l'idée un peu paradoxale que le remède serait pire que le mal et qu'il vaut mieux laisser le climat se dégrader tranquillement plutôt que d'intervenir. Ainsi, dans le *Transperceneige*,²⁹ l'omniprésence de la glace résulte d'une tentative qui aurait trop bien marché de limiter le réchauffement climatique en déversant dans l'atmosphère des composants bloquant le rayonnement solaire, comme le montre le début du film. Mais à partir du moment où tout est réparé, il n'y a plus vraiment matière à discuter,

le niveau de la mer, avec la « baie de Triton » d'Hérodote et propose d'y ramener la mer et de refaire de la région un « grenier à blé » en creusant un canal jusqu'à la Méditerranée.

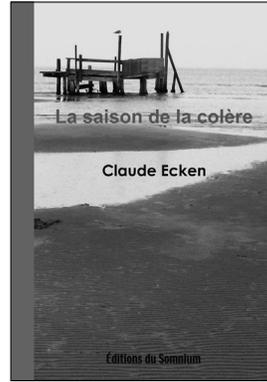
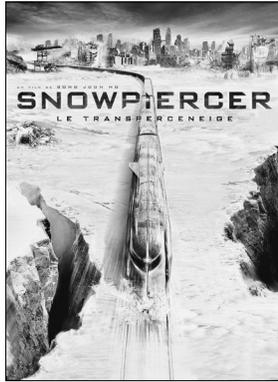
26. Armand GRENIER [Florent LAURIN], *Erres boréales*, 1944 (sans éditeur).

27. Accessible en ligne : http://culturedesfuturs.blogspot.com/2006/04/iconographie-de-la-sfcf-7_15.html (mars 2020).

28. James G. BALLARD, *Salut l'Amérique ! (Hello America)*, 1981 ; J'ai Lu SF, 1989.

29. *Snowpiercer – le Transperceneige (Snowpiercer)*, 2013, réalisation : Joon-Ho BONG, Snowpiercer prod., Corée du sud & République Tchèque.

remarque Claude Ecken : si on a eu un certain nombre de fictions, d'ailleurs plutôt bas de gamme, avec des gens qui contrôlent complètement le climat, sur le mode « *on règle tout et puis tout va bien* » dans les années 1950-70, beaucoup d'auteurs préféreront montrer les dégâts et leurs conséquences sur le plan humain plutôt que d'illustrer les solutions.



Photographie de
Marie-Christine
BÉGUET

Par ailleurs, les enjeux sont aujourd'hui si nombreux qu'il est difficile d'écrire un scénario prenant en compte aussi bien la gestion de l'eau que celle du climat, de la forêt et d'une multitude d'autres éléments. Pour Claude, c'est en partie parce qu'il n'est plus possible de se concentrer sur un seul facteur que l'on ne trouve plus beaucoup de récits développant des solutions à la question du climat. En revanche, des idées de solutions peuvent être mises en scène de manière parcelleuse, ici et là, dans « *des récits qui parlent d'autre chose* »... Ainsi, s'il propose lui-même dans *La Saison de la colère*³⁰ un ensemble de solutions, toujours à dimension humaine et centrées sur le bassin méditerranéen, l'objet premier du livre est de montrer que l'écologie coûte cher et on s'y mettra quand il y aura moyen de faire du profit. De même, « *Dernier convoi* »³¹ est traité sur le mode du récit-catastrophe ; toutes les solutions à une catastrophe écologique d'ampleur sont indiquées au cours du récit, mais Claude ne les a pas mises en avant dans l'histoire, où elles ne sont pas mises en œuvre, pour montrer que l'on n'a aujourd'hui plus d'autre solution « *que de s'y mettre vraiment* », le catastrophisme permettant d'alerter les consciences.

30. Claude ECKEN, *La Saison de la colère* (2008) ; Nice, éd. Somnium, coll. Hyperboles, 2012.

31. Claude ECKEN, « *Dernier convoi* », in *Galaxies* nouvelle série 18/60, 2012, pp. 70-88.

La gestion des hommes, leurs modes de gouvernement et d'action constituent d'ailleurs eux-mêmes l'un de ces enjeux. Certaines fictions pourraient ainsi, imagine Irène Langlet, explorer la piste d'un règlement du problème par la tyrannie ou des gouvernements totalitaires écologistes, une sorte de version d'État de l'écoterrorisme – avec le cas échéant des récits de révoltes, suggère Claude.

La possibilité d'adopter une perspective très générale, à l'échelle de la planète, apparaît à Simon Bréan comme une relative spécificité des récits de catastrophe globale – ce qui n'empêche pas d'envisager plutôt une logique de narration plus intimiste, en suivant la trajectoire d'un individu qui par exemple essaie de sauver sa famille... Irène Langlet évoque ainsi la tétralogie des *Éléments* de J. G. Ballard³² qui, tout en parlant de l'état de la planète, développe des histoires particulières, avec chaque fois un individu particulier, souvent assez fantasque et haut en couleur, au point parfois d'occulter le paysage général de l'histoire.

Pour Daniel Tron, c'est un changement d'échelle temporelle plutôt que spatiale qui caractériserait les récits de catastrophe climatique, avec des événements brutaux sur un modèle de film catastrophe. Il évoque *Le Grand dérèglement du climat*,³³ de Whitley Strieber, qui a connu une diffusion énorme aux États-Unis et a été adapté au cinéma en *Le Jour d'après*³⁴.



-
32. James G. BALLARD, série des *Éléments* : *Le Monde Englouti* (*The Drawned World*, 1962) : *Sécheresse* (*The Drought*, 1964) ; *La Forêt de cristal* (*The Crystal World*, 1964) ; Folio SF, 2011, 2011 & 2015, resp. ; *La Foire aux atrocités* (*The Atrocity Exhibition*, 1966) ; Tristram éd., coll. Souple, 2014.
33. Art BELL & Whitley STRIEBER, *Le Grand dérèglement du climat, ou l'arrivée de la supertempête* (*The Coming Global Superstorm*, 1999) ; Le Jardin des livres éd., 2005.
34. *Le Jour d'après* (*The Day After Tomorrow*), 2004, réalisation : Roland EMMERICH, XXth Century Fox, U.S.A.

Prise de conscience

En dépit de leur succès commercial, on peut s'interroger sur l'impact de ce type de récit sur la prise de conscience par le grand public des enjeux des changements climatiques. En un sens, s'inquiète Daniel, dramatiser des phénomènes dont on a encore du mal à établir sans équivoque les chaînes de causalité, qu'il s'agisse de matraquer un monoargument qui s'avèrera rapidement excessif – comme celui selon lequel il n'y aurait plus de pétrole quand ils atteindraient l'âge adulte, avec lequel ont grandi une bonne partie des participants – ou d'en faire des films-catastrophes, pourrait même contribuer à décrédibiliser les discours scientifiques plus prudents et s'avérer contre-productif.

La même analyse vaut pour les projets d'ingénierie climatique globale, par exemple en diffusant dans l'atmosphère des particules réfléchissant une partie du rayonnement solaire, défendus par des «Docteurs Folamour»³⁵ qui, pour le grand public, tendent à faire basculer ce type d'enjeux du côté de la fiction. Lorsque Donald Trump explique que le changement climatique est un canular chinois, il travaille en homme de télévision qui sait parfaitement ce qu'il fait, assure Daniel Tron.³⁶ Le nombre de climato-sceptiques aux États-Unis est en effet directement lié à la présentation par les médias des conclusions du GIEC comme une position parmi d'autres dans un débat sans fin et sans consensus. Celle-ci résulte elle-même de leur financement par certains lobbies : depuis au moins quinze ans, tout



35. Daniel Tron rappelle que le personnage de Kubrick est basé sur un personnage réel, le physicien Edward Teller qui, des décennies durant, s'est fait l'avocat de toutes sortes d'usages de la bombe atomique, conçue comme une nouvelle dynamite, et qui avait une audience considérable aux États-Unis. Teller a par ailleurs été l'un des premiers scientifiques de premier plan à vulgariser la problématique des gaz à effet de serre, dès la fin des années 1950. *Docteur Folamour ou : Comment j'ai appris à ne plus m'en faire et à aimer la Bombe (Dr Strangelove or: How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb)*, 1964, réalisation : Stanley KUBRICK, Columbia Pictures prod., U.S.A. & Royaume-Uni.
36. ... qui insiste par ailleurs sur le fait de ne pas confondre le personnage de Donald Trump avec les États-Unis eux-mêmes. En dépit de la politique affichée par le Président, la plupart des États américains ont annoncé qu'ils ne changeraient pas leur politique écologique. Les premiers efforts en ce sens remontent aux années 1990 et à George Bush et même des industriels comme DuPont de Nemours annoncent des efforts de surisolation de leurs usines polluantes...

débat sur la question oppose systématiquement, à égalité, un spécialiste du climat tentant de diffuser les inquiétudes de la communauté scientifique et un « expert » généralement identifié par une position universitaire mais défendant les intérêts de groupes industriels du type Exxon, pour lequel il travaille par ailleurs, et en particulier, souvent, l'idée que l'on peut continuer à polluer sans se préoccuper des conséquences, en comptant sur « la science » et le génie américain pour résoudre le cas échéant les problèmes climatiques, dans une sorte d'hommage constant au *Troupeau aveugle*¹¹ de John Brunner, ironise Daniel. Une bonne part de la science-fiction américaine suit d'ailleurs une logique similaire, estime Franck Grammont.³⁷

À ce doute instillé sur les questions d'évolution climatique et de potentialité de catastrophe s'ajoute la question de la distance, temporelle en l'occurrence, constate Simon Bréan. S'il faut sans doute ne pas prendre souvent l'avion pour s'autoriser à croire que la Terre est plate,³⁸ la distance est beaucoup plus grande entre une action d'intérêt immédiat mais présentée comme mauvaise – ne pas trier ses déchets, fracturer la roche pour en extraire du pétrole – et la destruction de la planète ou de la biosphère, qui ne sont pas perçues comme imminentes. Ce pourrait être l'un des modes d'intervention de la SF que de rapprocher la perspective entre ce type de comportement, étendu à toute une génération, et la question « est-ce que mes enfants auront encore une planète ? » ; mais l'effet de tels récits pourrait s'avérer comparable à celui des photos de poumons carbonisés sur les paquets de cigarettes, donc assez limité, les pulsions et le désir immédiat l'emportant sur le long terme.

Avant nous, le Déluge

Les événements catastrophiques du passé le plus lointain, en revanche, peuvent marquer les esprits en profondeur. Ainsi, explique Frédérique Rémy, la Mer Rouge s'est-elle vraisemblablement formée voici environ 7000 ans, lorsqu'une barrière de glace fermant l'une des

37. Anouk Arnal se souvient ainsi d'un plaidoyer sans réserve de Gregory Benford en faveur d'une modification technoscientifique de l'albédo des pôles lors d'un festival Utopiales.

38. Daniel HENNEQUIN évoque une vidéo dans laquelle on voit un « platiste » monter dans un avion avec un niveau à bulle et le filmer durant 20 mn pour montrer que la bulle ne bouge pas... Accessible en ligne : <https://www.youtube.com/watch?v=6nNUEU8gnf4&feature=youtu.be> (mars 2020).

immenses poches d'eau formées un peu partout dans l'hémisphère nord par une déglaciation a cédé, et que «*la Méditerranée a explosé*». L'événement aurait tellement marqué les esprits que l'on retrouve le mythe du Déluge dans pratiquement toutes les civilisations, bien au-delà de la religion chrétienne.

Paradoxalement, la religion a tellement contraint le problème qu'elle a longtemps poussé les scientifiques à se dépasser. La modélisation du déluge était en effet un problème extrêmement difficile : il fallait trouver, sans la sortir du néant,³⁹ l'origine de masses d'eau considérables, justifier leur montée à un niveau très élevé en un nombre limité de jours, etc. Ce n'est que vers 1860 que l'on a pu le traduire en termes de glaciation, puis de glaciations successives, avec plusieurs couches et plusieurs déluges...

L'influence de la Bible – toujours le livre le plus vendu, et sans doute le moins cher, note Alice Ray – répond en partie à la question du rôle de la littérature de fiction dans ce type de découvertes, remarque Daniel Tron, qui souligne par ailleurs le nombre de travaux et de thèses sur la Bible comme écofiction, interprétant par exemple les sept plaies d'Égypte *via* une éruption du volcan Santorin...

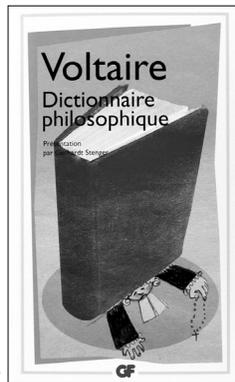


Illustration de
Virginie BERTHEMET



Illustration
de MœBIUS

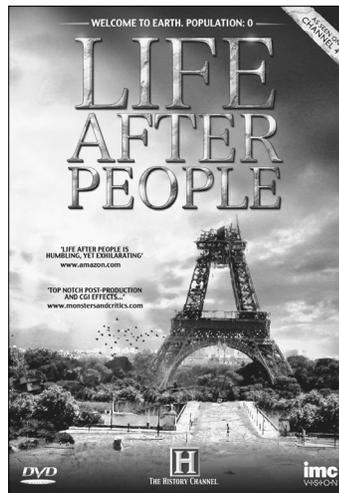
François Bordes rappelle dans sa très belle préface à la *Guerre du feu*⁴⁰ que l'homme est apparu lors d'une période glaciaire, *a priori* extrêmement difficile pour lui. Peut-être pourrait-on également voir

39. Selon l'entrée «*Déluge universel*» du *Dictionnaire philosophique* de Voltaire (1764) : «*Pour former cette masse d'eau, il aurait fallu la créer du néant. Pour la retirer, il aurait fallu l'anéantir.*»

40. Francis CARSAC, Préface à *La Guerre du feu* de J.-H. Rosny aîné (1956) ; in Francis Carsac, *Œuvres complètes*, t. 2, Belgique, Lefrancq éd., 1997, pp. 865-879.

une trace de ce savoir immémorial dans la façon dont la SF décrit des sociétés humaines qui résistent au changement climatique, ou qui se réinventent, suggère pour sa part Ugo Bellagamba. Ce qui compte en réalité dans la plupart des récits de catastrophe climatique, c'est la manière dont l'humanité, «*l'espèce qui s'en sort*» même quand ça va très mal, va les surmonter. Les purs récits d'effondrement, de disparition de l'humanité, s'avèrent assez rares, même si l'on peut en trouver des exemples, comme *Le Dernier rivage*⁴¹ de Stanley Kramer.

C'est pourtant aussi l'hypothèse gratuite qu'envisage Alan Weisman dans *Homo disparitus*^{42,43} : l'homme ayant disparu du jour au lendemain, il étudie ce qu'il en résulte pour l'environnement, et en particulier au regard des constructions humaines, explique Jean-Jacques Régnier. L'essai décrit par exemple très longuement comment, dans cette fin du monde artificielle, des herbes folles envahissent tout en quelques mois, comment les routes se fendillent un peu au bout de deux ans, comment les ponts dont les joints de dilatation ne sont plus entretenus commencent à s'écrouler, au bout de dix ans ; il dresse également la liste des espèces animales qui existent encore ou non, de ce qu'elles peuvent trouver à manger, etc.



-
41. *Le Dernier rivage* (*On the Beach*), 1959, réalisation : Stanley KRAMER, Stanley Kramer prod., U.S.A.
42. Alan WEISMAN, *Homo Disparitus* (*The World Without Us*, 2007) ; Flammarion, coll. Essais, 2007.
43. Une idée très similaire a été adaptée à la télévision : *Life After People*, 2008-2010, Flight 33 prod., U.S.A.

Fiction ou scénario scientifiquement fondé ?

Jean-Jacques Régnier considère *Homo disparitus* comme techniquement fondé, dans la mesure où l'ouvrage est très bien documenté et où l'auteur justifie systématiquement ses prédictions par des arguments qui paraissent vraisemblables dès lors que l'on admet l'hypothèse de départ d'une disparition des humains, qu'il ne cherche pas à justifier.

Ainsi, les prédictions sur la tenue dans le temps du béton sont-elles justifiées par des calculs, dans la mesure où « *l'on sait très bien que l'humidité va pénétrer dans le béton de tant de mm par an, jusqu'à affecter l'acier, etc.* », remarque Daniel Tron. Pour Franck Grammont, il ne s'agit nullement d'extrapolations, mais de la généralisation et de la réunion de résultats d'observations indépendantes de phénomènes bien connus, réalisées de nombreuses façons différentes, pour de nombreux matériaux différents et dans des lieux très variés, des villes abandonnées, et même probablement des vallées comme celle de Peyresq...

Toutes proportions gardées, à son hypothèse de départ arbitraire près, la méthode d'Alan Weisman s'apparente donc à celles du GIEC, et il ne semblerait pas illégitime de parler ici de « scénario plausible ».

Pour autant, objecte Éric Picholle, il s'agit bien d'une simulation particulière d'un modèle très simplifié, donc par construction d'une pure fiction, et en aucun cas d'« observations » ou *a fortiori* de « faits » scientifiques. Par ailleurs, les ingénieurs savent bien que les ouvrages d'art ne s'effondrent pas tous après la même durée d'usage précisément tabulée à partir, entre autres, du taux de pénétration de l'humidité dans le béton, mais malheureusement de façon largement imprévisible, liée aux spécificités de chaque ouvrage particulier – vices cachés, défauts de construction, contraintes spécifiques, défauts d'entretien, *et cetera ad libitum*, qu'aucun modèle général ne saurait prendre en compte sans impasse.

Une approche authentiquement scientifique supposant, de son point de vue, un minimum de navigation entre général et particulier, Éric tend à récuser le terme dans ce cas. Aussi rigoureuse et basée sur des modèles quantitatifs soit-elle, la simulation de Weisman s'apparente plus pour lui à la construction d'un monde arbitraire par un auteur de (*hard* !) science-fiction. De fait, pour Simon Bréan, elle est exactement aussi fondée, du point de vue scientifique, qu'un récit de Heinlein détaillant, après un calcul rigoureux, les performances et les limites d'une fusée imaginaire...

Virus anciens et nouveaux

L'hypothèse d'une disparition brutale de l'humanité apparaît de plus en plus probable à Franck Grammont : certains bactériologistes commencent à s'inquiéter très fortement de la possibilité de l'apparition d'un « supervirus » qui serait à la fois super-résistant, très mortel et très contagieux (alors que les virus connus ne réunissent pas encore ces trois conditions, même si certains s'en approchent, comme Ébola), et pourrait éradiquer complètement l'espèce humaine en quelques semaines. En effet, non seulement les signaux d'alerte se multiplient, du fait que l'on a créé les conditions d'apparition d'un tel supervirus, avec des populations résistantes, etc., mais on s'en rapproche d'autant plus techniquement que certains laboratoires ne se contentent pas d'observer et cherchent à développer ces supervirus pour développer de nouvelles stratégies thérapeutiques.

Au-delà de la vision complotiste qui n'y verrait que la recherche de nouvelles armes bactériologiques, il s'agit d'un travail essentiel pour développer des vaccins, affaiblir des virus, tester de nouvelles méthodes, etc. Cette entreprise de thésaurisation des virus et des infections remonte à la fin du XIX^e siècle, et en particulier à Pasteur – dont les préparations historiques sont aujourd'hui encore conservées sous vide, et réactivables pour revenir au besoin à la souche originelle –, dès qu'on a commencé à comprendre les différents types d'infection et à développer des vaccins.



Illustration de Stephen SWINTEK

Plusieurs auteurs ont établi le lien avec le changement climatique en envisageant la réapparition de virus très anciens, du fait par exemple de la fonte des glaces. Dans sa trilogie *Rifteurs*,⁴⁴ Peter Watts imagine qu'à trop gratter au fond de l'océan, on en a remonté une sorte de supervirus extrêmement virulent, déclenchant ainsi une pandémie, raconte Claude Ecken. Anouk Arnal évoque *Des parasites comme nous*,⁴⁵ d'Adam Johnson, où des archéologues, découvrant des restes

44. Peter WATTS, *Starfish* (1999) ; *Rifteurs* (*Maelstrom*, 2001) ; *féhémoth* (*Behemoth*, 2004) ; Pocket SF/Fantasy, 2012, 2013 & 2014, resp.

45. Adam JOHNSON, *Des parasites comme nous* (*Parasites Like Us*, 2003) ; Denoël, coll. Lunes d'encre, 2006.

fossilisés de grains de maïs, réactivent un virus ancien très virulent qui avait détruit l'une des toutes premières peuplades amérindiennes et contre lequel l'humanité a perdu toute résistance : les découvreurs, qui s'étaient amusés à en faire du pop-corn, ont acquis une résistance, mais le reste de l'humanité disparaît rapidement.

Dépassements du rêve

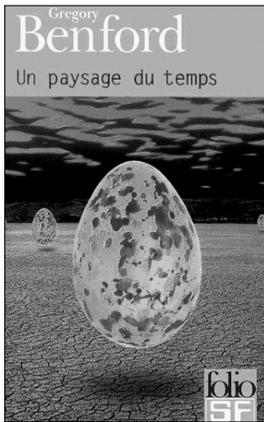
Le débat sur la scientificité de l'approche d'Alan Weisman souligne par ailleurs, pour Ugo Bellagamba, le contraste entre les auteurs du XIX^e siècle, dont les intuitions spéculatives parfois fulgurantes reposaient sur une base assez étroite de données scientifiques disponibles à l'époque, et ceux d'aujourd'hui, confrontés à une masse considérable de données et d'observations : il est désormais bien plus difficile d'apporter quelque chose de neuf et d'original à un discours devenu majoritaire, voire saturant. Les nombreux scénarios du GIEC, encore confortés par un prix Nobel, peuvent par ailleurs donner une impression de « déjà réalisé » et induire une forme de repli imaginaire par dépassement du rêve, suggère Daniel Tron, au même titre que la conquête de l'espace a pu entraîner une pause de l'émerveillement induit par les récits de voyage spatial – ou que, témoigne Jean-Louis Trudel, la lecture des premiers numéros de la revue *Wired* l'avait convaincu que le cyberpunk n'avait plus beaucoup d'intérêt. Ugo évoque par ailleurs *La Saison de la colère*, où la systématisation d'un discours écologique moralisateur, avec toute une génération focalisée sur le tri et le recyclage des déchets, induit sinon une forme de rébellion, du moins une prise de distance résolue de la génération suivante, lassée qu'on lui « *farçisse la tête de "comportements citoyens"* ».

La principale contrainte relèverait alors moins de la plausibilité scientifique – qui n'a jamais arrêté certains auteurs de SF sur bien d'autres thèmes – que d'une forme d'autocensure, comparable à celle que s'imposent les écologistes qui, pour faire passer leur message, s'interdisent parfois des discours par trop catastrophistes, analyse Franck Grammont. Or, assure Ugo, ce que l'on attend d'un auteur de science-fiction, c'est aussi « *l'incroyable, l'inédit, l'improbable, même parfois de friser le ridicule !* »

Il semblerait en revanche étrange à Simon Bréan de reprocher aux écrivains de SF de ne pas travailler à partir des données actuellement disponibles. Un J. G. Ballard pouvait en effet inventer toutes sortes de

catastrophes différentes dans les années 70, sans être contraint par des prescriptions du type GIEC. Mais pour exemplaires qu'elles soient, ces imaginations apparaissent comme des exercices de style sans réelle portée, dans la mesure où elles ne correspondent pas à un discours sur la réalité ou les perspectives du monde, donc à une posture engagée. À l'inverse, les auteurs qui choisissent aujourd'hui de travailler sur de l'anticipation à court ou moyen terme, y compris pour éclairer les conséquences de décisions, envisagent naturellement des changements climatiques cohérents avec les modèles actuels. La plausibilité scientifique est même une valeur importante du point de vue de l'écrivain de science-fiction un tant soit peu *hard science*, en particulier aux États-Unis, rappelle Jean-Louis Trudel, évoquant l'approche de Kim Stanley Robinson, qui s'est abondamment documenté avant d'écrire sa trilogie climatique,⁴⁶ sans nécessairement tenter d'imaginer quelque chose d'inédit alors qu'il avait tant de matière disponible à digérer et à intégrer.

Un autre exemple intéressant, au tournant des années 1980, est



Un paysage du temps,⁴⁷ de Gregory Benford qui explore en auteur de *hard science* le dépassement des contraintes et l'extension du possible. Après un effondrement écologique total, des scientifiques entreprennent de prévenir leurs homologues du passé pour éviter la catastrophe climatique, ce qu'autorise la structure de ce multivers – à ceci près que ce sont d'autres branches du multivers qui sont sauvées, eux-mêmes restant coincés dans une branche où l'écologie est effondrée. Pour autant, le postulat du roman est bien la

possibilité d'une action humaine sur le climat et son message, fondé sur des éléments scientifiques, est clair : il n'est pas trop tard, on peut prendre les choses à temps et agir. Daniel Tron

46. Kim Stanley ROBINSON, *Les Quarante signes de la pluie* (*Forty Signs of Rain*, 2004), où l'on resalinise l'eau entre le Groenland et l'Islande dans un effort pour empêcher le Gulf Stream de disparaître ; *50° au-dessous de zéro* (*Fifty Degrees Below*, 2005) ; *Soixante jours et après* (*Sixty Days and Counting*, 2007) ; Pocket, coll. SF/Fantasy, 2011.

47. Gregory BENFORD, *Un paysage du temps* (*Timescape*, 1980) ; Folio SF, 2001.

évoque pour sa part « *un très mauvais film* », *Geostorm*,⁴⁸ qui établit dès les premières minutes qu'on a pu reprendre le contrôle d'un climat apocalyptique, à l'aide d'un réseau de satellites et de lasers ultra-perfectionnés – et l'équivalence entre l'ingénierie climatique globale et une arme, dont une administration étatique malintentionnée tentera bien sûr de reprendre le contrôle au héros super-ingénieur et entrepreneur...

Solidarité vs. aveuglement

Au-delà de la catastrophe climatique proprement dite, les enjeux de la reconstruction d'une civilisation sinon *ex nihilo*, du moins « à partir de pas grand chose » constituent également un défi intéressant pour les auteurs de SF, remarque Estelle Blanquet. Claude Lobry se demande si certains réussissent à dépasser les scénarios les plus évidents pour en envisager d'une subtilité humaine, politique et économique comparable à ce qu'on peut observer, par exemple, dans le conflit israélo-palestinien, avec une différenciation de l'humanité entre une minorité riche dotée des moyens technologiques de vivre bien et une majorité qu'on pourrait concevoir comme une sorte de sous-humanité.

C'est exactement la logique de *La Machine à explorer le temps*,⁴⁹ constate Simon Bréan : au terme d'une évolution darwino-sociale, on obtient une élite oisive, les Eloi, entretenue par des Morlocks qui travaillent dans les profondeurs. Wells introduit toutefois un *twist* dans cette logique d'interdépendance : au bout d'un moment, les Eloi, ayant perdu toute conscience d'eux-mêmes, sont dévorés par les Morlocks...

Philip K. Dick imagine pour sa part dans *Le Dieu venu du Centaure*⁵⁰ que les riches peuvent suivre une thérapie-évolution qui les dote d'une peau résistante aux rayonnements plus intense du soleil, suite au réchauffement climatique, avec une structuration des villes par niveau social, les riches habitant au centre et les pauvres dans des banlieues plus lointaines.



Illustration de Tibor CSERNUS

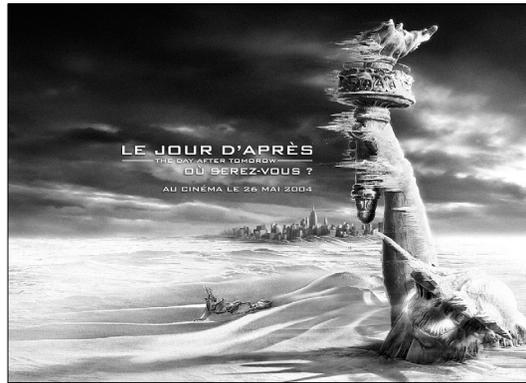
48. *Geostorm*, 2017, réalisation : Dean DEVLIN, Warner Bros prod., U.S.A.

49. Herbert George WELLS, *La Machine à explorer le temps* (*The Time Machine*, 1895) ; Folio SF, 2016.

50. Philip K. DICK, *Le Dieu venu du Centaure* (*The Three Stigmata of Palmer Eldritch*, 1965) ; J'ai Lu SF, 2015.

Claude Ecken évoque *Aqua*TM de Jean-Marc Ligny,¹⁶ et Estelle Blanquet les *Chroniques du pays des mères*,⁵¹ d'Élisabeth Vonarburg où après un changement climatique brutal, on a d'un côté une population protégée vivant très bien dans une partie interdite, et de l'autre une population essentiellement féminine qui se démène pour s'en sortir.

Illustration
de PICOMODI



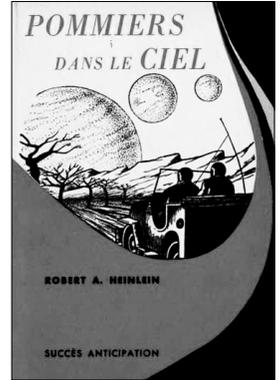
Soulignant la fréquence dans les récits climatiques du schéma selon lequel les plus vulnérables subissent de plein fouet les conséquences du changement, Claude Lobry s'interroge sur la possibilité de susciter une forme de solidarité par des récits où ce seraient les plus développés technologiquement, la *Silicon Valley*, qui se retrouveraient impuissants à réagir, et les plus défavorisés qui résisteraient le mieux... C'est par exemple ce qui se passe à la fin de *Le Jour d'après*⁵² où, après une glaciation violente de tout le continent nord-américain, le gouvernement et le peuple mexicains acceptent généreusement l'immigration massive états-unienne, remarque Daniel Tron, qui doute néanmoins que le public ait retenu ce moment, « *le seul qui fait un peu plaisir* » de ce film à succès, même si l'adaptation filmique, cinématographique, semble avoir potentiellement un beaucoup plus grand impact sur la conscience générale qu'une littérature de SF « sérieuse » dont les chiffres de diffusion restent extrêmement limités.

En effet, il ne suffit pas qu'un pays riche et relativement nordique soit gravement menacé pour obtenir une réaction positive ; à la limite, constate Jean-Louis Trudel, la réaction la plus fréquente pourrait bien

51. Élisabeth VONARBURG, *Chroniques du pays des mères* (1992) ; Livre de Poche SF, 1996.

52. *Le Jour d'après* (*The Day After Tomorrow*), réalisation : Roland EMMERICH, XXth Century Fox prod., U.S.A.

être paradoxalement l'aveuglement partiel, le refus d'admettre la vérité. Dans les scénarios du GIEC, les États-Unis figurent d'ailleurs parmi les régions les plus menacées par des conséquences prochaines des changements climatiques, dans la mesure où la montée des océans pourrait être légèrement amplifiée sur leur côte est. Certains scénarios annoncent, à partir d'un réchauffement de 1,5 ou 2 degrés, une désertification du centre du continent américain, dont les longues sécheresses de ces dernières années pourraient être un signe annonciateur ; le sud des États-Unis est par ailleurs régulièrement dans la ligne de mire des ouragans et les récents dégâts à Porto Rico,⁵³ dont la reconstruction n'est pas achevée alors même que recommence la saison des ouragans n'est pas sans rappeler à Jean-Louis le scénario de *La Mère des tempêtes*⁵⁴ de John Barnes.



Un pas supplémentaire est donc indispensable à une prise de conscience environnementale. Pour Daniel Tron, il consiste avant tout en un déplacement de point de point de vue. Un élément fondateur a été, au xx^e siècle, la très large diffusion des images de la Terre vue depuis l'espace, qui ont fortement contribué à la prise de conscience collective d'une forme de fragilité, « *comprendre qu'on était tout petit tout seul* » et à accréditer les découvertes qui ont suivi dans les années 1960 & 70. La science-fiction peut par ailleurs fournir une sorte de laboratoire fictionnel pour favoriser cette prise de conscience, en particulier *via* le trope de terraformation – mais ne permet pas d'en faire l'économie. Anouk Arnal évoque *Pommiers dans le ciel*,⁵⁵ où Robert Heinlein imagine dès 1950 qu'on a terraformé Ganymède et maîtrisé son climat et son écologie à l'aide d'une technologie qui, bien sûr, tombera en panne pour les besoins de l'histoire. Jean-Louis Trudel se souvient avoir forgé l'aphorisme selon lequel « *ceux qui ne croient pas en la terraformation de Mars ne croient pas non plus en la vénusformation de la Terre* ».

53. Porto Rico est un « territoire non incorporé » des États-Unis, avec un statut de *commonwealth*. Le 20 septembre 2017, le passage de l'ouragan Maria avait causé près de 3 000 morts selon les estimations officielles, et totalement désorganisé l'île.

54. John BARNES, *La Mère des tempêtes* (*Mother of Storms*, 1994) ; Livre de Poche SF, 2001.

55. Robert A. HEINLEIN, *Pommiers dans le ciel* (*Farmer in the Sky*, 1950) ; Mame éd., coll. Succès Anticipation, 1958.

Du Somnium à la post-vérité ?

Près d'un quart des Américains ne croient pas que la Terre tourne autour du Soleil,⁵⁶ rappelle Franck Grammont, et ce de façon relativement stable sur une trentaine d'années,⁵⁷ selon une enquête. De même, souligne Daniel Hennequin, seuls 73 % des Français se revendiquaient en 2017 « pas du tout d'accord » avec la possibilité que la Terre soit plate.⁵⁸ Pour Franck, les mécanismes cognitifs à l'œuvre ne peuvent pas être les mêmes entre un public raisonnablement cultivé et celui qui n'a plus vraiment de base de connaissance, *a fortiori* de maîtrise d'un corpus solide et structuré, etc. Ainsi, le mécanisme de distanciation cognitive, processus fondamental de la lecture SF, n'aurait guère de sens en l'absence d'une vision initiale du monde de laquelle se distancier^{59,60} : d'une certaine façon, on serait passé à un stade de « post-vérité », dans lequel on n'a plus de simple opposition entre ce qui est vrai et ce qui

-
56. Enquête de 2014. Le taux de réponses « incorrectes », c.-à-d. de non-reconnaissance du « fait » que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil, et non l'inverse, aurait été de 34 % en Europe en 2005 (pp. 7-50). Estelle Blanquet souligne toutefois l'ambiguïté du résultat : pour un physicien, le choix est ambigu, une meilleure réponse étant depuis Galilée que les deux peuvent être correctes, selon le point de vue. Conclusions de l'étude de la *National Science Foundation* accessibles en ligne : <https://www.nsf.gov/statistics/2016/nsb20161/uploads/1/10/chapter-7.pdf> (mars 2020).
57. *Idem*. Le chiffre apparaît relativement stable entre 1988 (27 %) et 2014 (24 %), avec des fluctuations entre 24 % et 29 %. Jean-Louis Trudel s'étonne que la seule question de culture générale scientifique présentant une tendance à la baisse peut-être statistiquement significative dans cette étude est celle de savoir si c'est ou non l'apport génétique du père qui détermine le sexe des enfants. Accessible en ligne : <https://www.nsf.gov/statistics/seind14/content/chapter-7/at07-09.pdf> (mars 2020).
58. Contre 9 % se disant « plutôt d'accord » ou « tout à fait d'accord ». Enquête IFOP sur le complotisme, déc. 2017. Accessible en ligne : https://jean-jaures.org/sites/default/files/redac/commun/productions/2018/0108/115158_-_rapport_02.01.2017.pdf (mars 2020).
59. Estelle Blanquet remarque par ailleurs une évolution récente : alors que, jusqu'à présent, une très large majorité des étudiants (typiquement 97 %) répondaient en effet systématiquement que c'était bien la Terre qui tournait autour du Soleil, *et non l'inverse*, conception que le formateur pouvait déconstruire pour introduire le concept de relativité du mouvement, elle voit désormais apparaître des réponses du type « *je vois les deux sur internet, alors je ne sais pas* ».
60. Une brève polémique s'ensuit entre Franck Grammont, qui se réfère à des sondages suggérant qu'une part significative des *Millennials*, des jeunes nés autour de l'an 2000, seraient dans ce cas, Daniel Tron, qui « *ne souscrit absolument pas à un tel didacto-catastrophisme* », et Irène Langlet, qui n'hésite pas à rapprocher cette nouvelle façon de s'approprier le scepticisme, le doute scientifique, du doute hyperbolique d'un René Descartes, et appelle plutôt à des approches pédagogiques la prenant mieux en compte. Anthony Vallat comprend pour sa part un tel scepticisme, dans la mesure où cela fait selon lui 50 ans que les élites instrumentalisent la science « *pour raconter des salades* » et justifier par exemple l'idée que l'économie n'ira mieux qu'en réduisant les salaires...

ne l'est pas, mais également des « faits alternatifs » desquels on ne peut pas se distancier.

Estelle Blanquet revendique une vision inverse de ce dilemme : depuis le *Somnium*,⁶¹ où Johannes Kepler tentait de modifier par la littérature le point de vue de ses contemporains sur le monde et de les faire basculer du paradigme ptoléméen géocentrique vers le paradigme copernicien héliocentrique, une stratégie spécifiquement SF est d'extraire un problème de son contexte trop propice aux idées toutes faites et de le déplacer dans un autre monde pour permettre de mieux repenser ses présupposés. Le vertige du novum,⁶² indissociable du processus de distanciation cognitive, est alors accessible à quiconque est prêt à s'y ouvrir, quels que soient ses préjugés, voire son inculture, initiaux. Peut-être serait-il alors utile, pour penser le changement climatique, concept éminemment culturel, d'en transposer les enjeux vers un ailleurs de science-fiction ?

61. Johannes KEPLER, *Le Songe, ou l'astronomie lunaire (Somnium, seu opus posthumum de astronomia, ca. 1608)* ; éd. Marguerite Waknine, coll. Cahiers de curiosités, 2013.

62. Cf. « Vertiges du novum », in *Les Émotions*, 11^e Journées interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, dir. U. BELLAGAMBA, E. BLANQUET, É. PICHOLLE & D. TRON, Nice, éd. Somnium, 2018, pp. 83-105.

Quelques catastrophes climatiques originales

Pascal Thomas évoque *La Mer des tempêtes*,¹ de John Barnes : après une guerre est-ouest durant laquelle quelques missiles nucléaires ont fait exploser les poches fermées par du permafrost qui se trouvent le long des plates-formes continentales bordant la Sibérie, la libération brutale de grandes quantités de méthane amène un réchauffement très rapide et une augmentation des tempêtes et des typhons, qui se mettent à faire le tour complet de la Terre et détruisent rapidement une partie de la civilisation. Il s'agit d'un récit mosaïque, proposant également des histoires particulières, parfois un peu brutales.

Anouk Arnal se souvient de *La Fille automate*² de Paolo Bacigalupi où, dans un futur relativement proche, la montée des eaux a induit non seulement la création d'immenses digues protégeant les villes, mais aussi une réorganisation des pratiques énergétiques pour minimiser leur influence sur le climat, avec par exemple le remplacement du pétrole et des stations-service par un marché des ressorts tendus pour la propulsion des automobiles, des vaisseaux à rames ou à voile ultraprofilés qui deviennent les nouveaux paquebots, etc.

Jean-Louis Trudel souligne par ailleurs le dynamisme de l'école canadienne française de SF climatique. Il évoque en particulier la trilogie du *Sable et l'acier*,³ de Francine Pelletier, qui n'hésite pas à décrire un réchauffement, et même une désertification du Québec ! Parmi les différents types de survivants, on compte une espèce d'humains modifiés vivant dans l'eau... Jean-Louis a lui-même publié un certain nombre de fictions climatiques, parmi lesquelles, « Se rappeler les morts parce qu'ils le veulent »⁴ qui, dès 1992, envisageait les grands feux de forêts comme conséquence possible d'un réchauffement en Amérique du Nord ; ou encore « Soldats des bois, de la mer et du ciel »,⁵ qui décrivait des dispositifs pour absorber directement le CO₂ de l'atmosphère et le séquestrer à l'état liquide dans les abysses, comme cela a pu être proposé en Norvège.

1. John BARNES, *La Mère des tempêtes (Mother of Storms)*, 1994 ; Livre de Poche SF, 2001.

2. Paolo BACIGALUPI, *La Fille automate (The Windup Girl)*, 2009 ; J'ai Lu SF, 2013.

3. Francine PELLETIER, *Le Sable et l'acier : Nelle de Vilvoëq, Samiova de Frée, Issabel de Qohosaten*, Québec, Alire éd., coll. Romans, 1997, 1998 & 1998, resp.

4. Jean-Louis TRUDEL, « Se rappeler les morts parce qu'ils le veulent » (« Remember, the Dead Say », 1992), in *Galaxies* nouvelle série 42, pp.50-64.

5. Jean-Louis TRUDEL, « Soldats des bois, de la mer et du ciel », in *Galaxies* nouvelle série, n°3, 2009, pp.7-27.

Le jour où les immeubles s'arracheront comme les carottes

Frédérique Rémy

1. La Terre refroidit-elle ou se réchauffe-t-elle ?

Buffon avance en 1749 que la Terre est un morceau du soleil arraché par une comète. Depuis, la Terre se refroidit. Elle finira gelée comme les pôles. Les historiens et géographes traquent alors le moindre iceberg dans les récits des explorateurs afin d'en mesurer l'avancée. Bernardin de Saint-Pierre est marqué par le scénario et échafaudé une cosmogonie entièrement basée sur « l'effusion » journalière et saisonnière des glaces polaires. Celle-ci explique tout : les marées, les courants, le climat, les aurores polaires, le niveau de la mer, la rotation de la terre, la vie... le déluge¹. Il envisage même des retours réguliers de grands déluges. La Terre de Bernardin vit et respire par la fonte périodique des glaces, Gaïa avant Gaïa. Publiée dans les *Études de la nature*² en 1784, sa théorie fait sourire les scientifiques qui se moquent, avec raison, de sa naïveté et de son anthropomorphisme. Pourtant, avec plus d'un siècle d'avance, c'est le premier à faire entrer les glaces dans le système climatique terrestre. Il est assez « givré » pour envisager des calottes de plusieurs lieues d'épaisseur, sur des étendues de plus de deux mille lieues. Un tel volume est en effet nécessaire pour provoquer un déluge dont les eaux peuvent recouvrir la Terre de plusieurs dizaines de mètres d'eau et qui est, à quelque chose près, commensurable avec le volume actuel des glaces terrestres. En dépit du sarcasme de ses contemporains, son scénario aura une longévité enviable, bien qu'il ne soit que très rarement cité. Ce sera seulement en 1860 que le mathématicien Adhémar

-
1. Voir Frédérique RÉMY, « Le Monde givré de Bernardin de Saint-Pierre », in *Météores et climats d'hier, Décrire et percevoir le temps qu'il fait de l'Antiquité au XIX^e siècle*, Paris, Hermann, 2013, pp. 81-96.
 2. Bernardin de SAINT-PIERRE, *Études de la nature* (1782) ; Pub. Un. Saint-Étienne, 2007 (présenté et annoté par Colas Duflo).

pourra formaliser le rôle de la précession des équinoxes sur le climat et prévoir le retour régulier de déluges.³ Il trouve que les glaciations se produisent alternativement sur un hémisphère puis sur l'autre, avec une période de 20 000 ans.⁴ Pour être complet, le lien entre fonte des glaces et élévation du niveau de la mer est très tardif. À l'époque de Bernardin, l'ensemble des glaciers connus ne représentait guère que quelques centimètres du niveau de la mer. Il faut attendre la traversée du Groenland par Nansen en 1888 pour prendre conscience de l'importance du volume des glaces.⁵

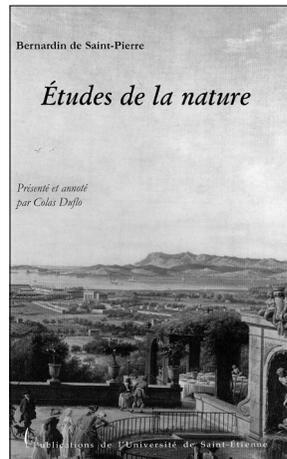
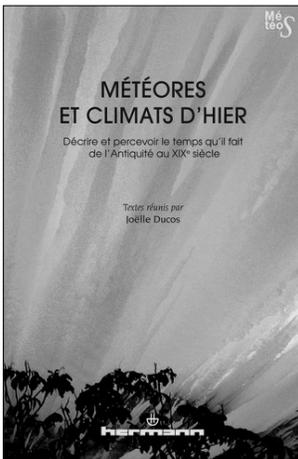


Illustration :
« La Ville et
la rade de
Toulon »,
par
Claude Joseph
VERNET
(1756)

Mais d'autres hypothèses cohabitent. « *Il paraît donc incontestable que le terroir et la température de tous les pays [...] ont changé entièrement dans la suite des siècles* » écrit Théodore Mann en 1792.⁶ Pour lui, le climat

3. Joseph ADHÉMAR, *Révolutions de la mer, déluges périodiques*, Paris, Carilian-Goeury & Dalmont éd., 1842. Accessible en ligne : https://books.google.fr/books?id=GJmyAAAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (mars 2020). La postérité retiendra qu'Adhémar est le premier à avoir montré que le retour des glaciations est causé par la précession des équinoxes, alors qu'il travaillait sur le déluge avec les idées de Bernardin et le calcul d'orbitographie de d'Alembert.
4. Nous savons maintenant que la glaciation est globale et d'une période de 100 000 ans, avec une période glaciaire d'environ 80 000 ans et une tempérée de 20 000 ans.
5. L'ensemble des glaciers mondiaux représente 1 % des glaces et à peine 60 cm du niveau marin. Le Groenland représente 9 % soit environ 6 m et l'Antarctique 90 % soit autour de 60 m.
6. Théodore Augustin MANN, « Mémoire sur les grandes gelées et leurs effets ; où l'on essaie de déterminer ce qu'il faut croire de leurs retours périodiques, et de la gradation en plus ou moins de froid de notre planète » (1792, in *L'Esprit des journaux*, tome 7, pp.56-103) ; Paris, Herman, 2012 (prés. Muriel Collart).

initialement humide et froid devient sec et chaud. Le fait était alors connu. Par exemple, l'historien Jean-Baptiste Dubos⁷ avait déjà affirmé en 1733 dans sa *Réflexion critique sur la poésie et la peinture* que le « climat fortuné peut même s'étendre et gagner du terrain à la faveur de plusieurs événements », sans plus préciser sa pensée. Il regrette que l'on ne puisse évaluer la taille des chênes sous Auguste en guise de preuve. Pour lui, le climat des pays d'hyperborée s'adoucit. David Hume ou Thomas Jefferson avaient aussi écrit sur le sujet. Ceci était appuyé par le fait qu'Andres Celsius avait montré en 1743 que la mer baissait,⁸ probablement, pensait-on, à cause de la déshydratation de la Terre causée par le réchauffement climatique. Théodore Mann est le premier à consacrer un long mémoire sur la « gradation en plus ou en moins du froid de notre globe » et surtout à envisager un réchauffement global. Pour Buffon, ne voulant mettre en faute sa théorie du refroidissement, la cause de ce réchauffement est l'Homme qui déboise, assèche les marais, dévie les torrents, ou défriche sans modération. La septième de ses *Époques de la Nature*⁹ s'intitule « Lorsque la puissance de l'Homme a secondé celle de la nature ». Au début du XIX^e siècle, la circulaire envoyée aux préfets le 25 avril 1821 par le ministre de l'intérieur Joseph Jérôme Siméon est claire : « Messieurs, depuis quelques années, nous sommes témoins de refroidissements sensibles dans l'atmosphère, des variations subites dans les saisons et d'ouragans... ». Pour lui, ces maux viennent du déboisement des montagnes et des défrichements des forêts.¹⁰

L'effet de serre sera introduit quelques années plus tard par Joseph Fourier. Il nomme ainsi la capacité plus ou moins forte de l'atmosphère à retenir la chaleur du Soleil. Il écrit, dès 1827, que différentes causes naturelles mais aussi celles dues au « progrès des sociétés sont propres à faire varier, dans le cours de plusieurs siècles, le degré de chaleur moyenne » de

-
7. Jean-Baptiste DUBOS, *Réflexions critiques sur la poésie et sur la peinture*, Paris, P.-J. Mariette éd., 1733, p.290. Accessible en ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/R%C3%A9flexions_critiques_sur_la_po%C3%A9sie_et_la_peinture (mars 2020).
 8. En fait, ce n'est pas la mer qui baisse mais le continent qui remonte après la fonte des glaces de la dernière glaciation. Il estime la baisse à 14 m par millier d'années (soit 14 mm / an), valeur très proche de celle actuellement estimée pour le rebond post-glaciaire en Scandinavie de 10 par millier d'années.
 9. Georges-Louis Leclerc de BUFFON, « Les Époques de la nature », *Histoire naturelle, générale et particulière*, supplément, Tome V (1778) ; Paléo éd., coll. Classiques de l'Histoire des sciences, 2000.
 10. Cité par Jean-Baptiste FRESSOZ, « Climat : l'Homme entre en scène », *L'Histoire*, 415, sept. 2015, pp.13-19.

la Terre... et annonce un réchauffement potentiel. Mais lorsqu'Agassiz avance qu'il y a eu dans le passé des épisodes intenses de glaciations totales et que l'on comprend que celles-ci ont été causées par les variations de l'orbite terrestre, le paradigme du réchauffement s'écroule. On retient alors que les perturbations climatiques engendrées par des phénomènes naturels sont autrement plus efficaces que celles, potentielles, causées par l'Homme. Pendant près d'un siècle on ne parlera plus du rôle de l'Homme sur le climat, ni du réchauffement mesuré par Mann et prédit par Fourier. D'autant plus que l'on traverse le petit âge de glace, période de froid qui s'arrête au milieu du XIX^e avec des poussées intenses durant les décennies suivantes.

En 1938, un climatologue amateur, Callendar, affirme chiffres à l'appui que la Terre se réchauffe et que l'Homme en est responsable¹¹. Il faudra attendre près de deux décennies pour que les premiers scientifiques s'inquiètent, mais les températures diminuent de 1950 à 1970 à cause de l'obscurcissement planétaire dû à la pollution¹². Dans les années 80, l'effet de serre redevient dominant et, agacés par le discours alarmiste des écologistes, Thatcher et Reagan font pression pour fonder en 1988 le GIEC (*Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat*) ; dès son premier rapport, celui-ci confirme les affirmations de Callendar.

1.2. La littérature et le changement climatique

Quel impact un phénomène climatique peut-il avoir sur l'imagination ? Comment sont perçus au cours du temps les différents scénarios de changement climatique ? Quelles conséquences peut avoir un changement climatique ? Quel est aussi l'impact d'une situation inédite à laquelle il peut nous confronter ?

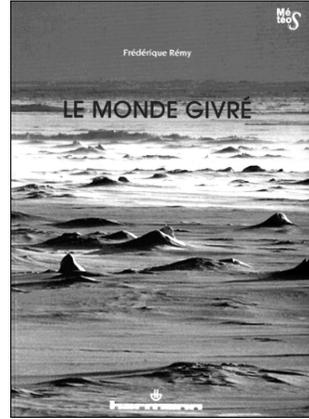
C'est dans la littérature que nous allons chercher réponse à ces questions. Il est évidemment hors de question d'avoir une vision exhaustive des livres parlant de variations climatiques.¹³ On ne s'intéresse qu'à

11. Guy Stewart CALLENDAR, « The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Temperature », *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, 64, n° 275, 1938, pp. 223-240.

12. Jean-François MOUHOT, « Du climat au changement climatique : chantiers, leçons et défis pour l'histoire », *Cultures & Conflits*, 88, 2012.
Accessible en ligne : <http://conflits.revues.org/18571> (mars 2020).

13. Un grand merci à Yves et Ada Rémy et à Xavier Legrand-Ferronnière pour avoir fouillé leur bibliothèque et avoir retrouvé des livres pourtant introuvables.

ceux qui donnent une explication sur ce changement à grande échelle et portent sur le futur. Nous excluons le thème des mondes perdus, où l'on retrouve des vestiges de la vie passée emprisonnés dans les glaces lors de la dernière glaciation, ainsi que les livres cherchant à trouver une explication à des microclimats particuliers. Notamment, une trentaine de livres parus entre le milieu et la fin du XIX^e traitent du thème de la mer libre : il existerait aux pôles une mer libre de glace entourée d'une infranchissable barrière de glace.¹⁴ Chacun cherche des arguments pour expliquer ou nous convaincre de la réalité de cette anomalie climatique : récits des voyageurs, présence d'oiseaux, insolation permanente les mois d'été, Gulf Stream qui passe sous les glaces, remonte aux pôles et y apporte sa chaleur...¹⁵ Ce dernier argument, imaginé pour expliquer cette anomalie fantaisiste, se révélera par la suite l'un des éléments clé du climat, fréquemment mentionné par de nombreux écrivains. Enfin, nous excluons aussi l'ingénierie climatique, développé dans le texte précédent.



Il nous faut voir le corpus, avant et après le GIEC, pour deux raisons. D'abord, les années 1990 marquent la prise de conscience du risque climatique. Ensuite, jusqu'alors, la complexité de la dynamique des fluides, le nombre de phénomènes, en général non linéaires, à prendre en compte et la capacité limitée des plus grands ordinateurs semblaient dépasser les capacités humaines. La prise de conscience a permis d'investir, au grand dam d'ailleurs de certains, dans des observations à grande échelle par satellites, avions, navires, qui décrivent tous ces phénomènes ainsi que dans le développement d'ordinateurs puissants, capables de gérer toutes ces informations pour contraindre des modèles. Ceux-ci offrent une vision de plus en plus précise de notre futur.

14. Frédérique RÉMY, *Le Monde givré*, Hermann, 2015.

15. Matthew MAURY, *Géographie physique de la mer (The Physical Geography of the Sea, 1855)*. Accessible en ligne : https://books.google.fr/books?id=E7MWAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (mars 2020).

2. Les premiers scénarios

Les écrivains donnent libre cours à leur imagination : le soleil fait des siennes, l'orbite de la Terre se modifie, un bolide nous rase, à moins qu'une catastrophe naturelle ne nous engloutisse. Ils ne manquent pas d'idées non plus pour décrire ce que serait une société détruite par un bouleversement climatique. La fin du monde si souvent développée à la fin du XIX^e siècle passe souvent par la mort, de froid ou de chaleur.

2.1. Catastrophe naturelle

Le premier bouleversement « naturel » du climat fut le déluge, si joliment expliqué par Bernardin. Il voit le soleil sortir de sa course habituelle, fondre les glaces et provoquer des pluies intenses. Il imagine le cataclysme : *« Ce fut alors que tous les plans de la nature furent renversés. Des îles entières de glaces flottantes, chargées d'ours blancs, vinrent s'échouer parmi les palmiers de la zone torride et les éléphants de l'Afrique furent roulés jusque dans les sapins de la Sibérie, où l'on trouve encore leurs grands ossements... »* L'image de l'ours sur son glaçon fondant connut une postérité enviable. Alfred de Vigny lui répondit : *« Ce fut alors qu'on vit des hôtes inconnus, / Sur des bords étrangers tout à coup survenus ; / Le cèdre jusqu'au nord vint écraser le saule ; / Les ours noyés, flottants sur les glaçons du pôle »*. Pauvre ours blanc sur son glaçon fondant, devenu l'image la plus médiatique du réchauffement actuel !

En 1905, le magazine *Je sais tout* n'hésite pas, pour son premier numéro, à attirer le lecteur par un article de Camille Flammarion sur la fin du monde.¹⁶ Parmi toutes les fins possibles, il envisage le déluge, non pas biblique, mais dû à l'écroulement des montagnes et à l'érosion qui sans cesse rogne le bord de mer et ramène les débris au fond de la mer, la faisant monter inexorablement. Il donne comme argument le recul des falaises de 2 m par an aux alentours du Havre qu'il a lui-même constaté. À ce rythme, la mer arrive aux Tuileries dans 85 000 ans. Mais pour lui, la Terre mourra plus probablement en devenant un *« obscur désert de glace »*. En effet, l'eau disparaît dans les entrailles de la Terre. Et sans cette eau, plus d'atmosphère. Le froid interplanétaire se répandra alors.

16. Camille FLAMMARION, « La Fin du monde », *Je sais tout*, n° I, 1905, pp. 53-61.
 Accessible en ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/La_Fin_du_monde (mars 2020).

Est-ce à cause de la crue centennale de la Seine en janvier 1910, qui marqua fortement les parisiens, qu'il y eut un « déluge » de livres sur le déluge ? *Le Déluge futur, Un second déluge, Le Nouveau déluge...* Marcel Roland voit pour le futur un déluge cataclysmique.¹⁷ Les fautifs sont le soleil, dont les protubérances sont énormes, et la nutation qui perturbe la position de l'axe de la Lune. Des perturbations à la fois météorologiques et sismiques vont avoir un effet dantesque. Les volcans se réveillent, envoient de la vapeur d'eau des entrailles de la Terre vers l'atmosphère, vapeur qui précipite sans cesse. La chaleur augmente, la mer monte, le Gulf Stream change de direction, le dernier survivant laissera son récit.

« *Au début, il y eut la poussière* », puis un vent hargneux et cinglant, venu dont ne sait où, qui s'accélère tous les jours de 8 km/h.¹⁸ Ballard écrit là son premier roman de cataclysme climatique. En viendront quatre par la suite. Au début le vent renverse les poubelles, les voitures, les gens, puis, à partir de 280 km/h, il explose les fenêtres des gratte-ciel, à partir de 400 km/h, les véhicules lourds roulent comme des tonneaux vides, à partir de 560 km/h, les gratte-ciel eux-mêmes s'écroulent un par un. Même l'Empire State Building s'effondre comme un château de paille¹⁹. La population se réfugie dans les égouts, les tunnels, le métro, sous les montagnes. Même l'imposante pyramide construite par un milliardaire ne résiste pas. Le vent commence à mollir, tant il est chargé de matière, puis s'arrête. Fin du « carrousel cosmique ».



Illustration de
Wojtek SIUDMAK

-
17. Marcel ROLAND, « Le Futur déluge, roman d'un survivant », *Touche à Tout*, du n° 4 (15 avril 1910) au n° 6 (15 juin 1910).
18. James G. BALLARD, *Le Vent de nulle part* (*The Wind from Nowhere*, 1962) ; Pocket SF / Fantasy, 1986.
19. Les *Twin Towers* du World Trade Center furent construites onze ans après, sinon Ballard les faisait probablement s'effondrer aussi...

2.2 Paramètres orbitaux de la Terre

Lorsque Dieu créa la Terre, il plaça son axe de rotation à la verticale. Le climat était constant, l'Homme se nourrissait aisément et les patriarches mourraient plusieurs fois centenaires. Quand il voulut punir l'Homme, du moins d'après Milton,²⁰ il envoya ses anges pencher l'axe de rotation. Le changement climatique fut fatal, l'Homme connut la chaleur et la sécheresse estivales et les rigueurs hivernales, la dureté du travail de la terre... L'inclinaison rapide de l'axe provoqua aussi le déluge, à moins que cela ne soit le contraire. Mais ceci est une autre histoire, qui fut la cause d'une des plus grandes controverses théologiques du xvii^e siècle.

Curieusement, ce sont surtout des écrivains « fouriéristes » qui s'inspirent ensuite du retour programmé des grandes glaciations découvertes au milieu du xix^e siècle. La marquise d'Henri le Hon,²¹ peintre, géologue et écrivain belge, agonise. À son chevet, son médecin auquel elle raconte dans son délire final qu'elle voit l'Homme construire des ponts, des trains, des industries, creuser des mines, épuiser le charbon. Mais, d'un coup, le climat s'inverse, le froid arrive sur l'hémisphère nord, la glacière recouvre tous les territoires pendant que celle de l'Antarctique fond et fait monter le niveau de la mer. La mer monte sans fin, l'Homme construit des cités flottantes qui dérivent vers les glaces boréales et l'humanité, comme la marquise, se meurt. C'est aussi sous la forme d'un cauchemar hallucinatoire que Jean Chambon écrit son histoire.²² Un jeune érudit vient de lire le livre d'Adhémar et assiste en songe au déluge annoncé par de sinistres craquements des glaces de l'Antarctique qui secouent la Terre comme un séisme. Léon Lambry²³ ne rentre pas trop dans les détails de la catastrophe, mais on comprend que des inondations successives, des raz-de-marée et des tremblements de terre à répétition affectent l'axe de rotation de la Terre qui se penche.

20. John MILTON, *Le Paradis perdu* (*Paradise Lost*, 1667) ; Gallimard, coll. Poésie, 1995 (trad. Châteaubriand).

21. Henri LE HON, « L'An sept mil huit cent soixante de l'ère chrétienne », *Revue trimestrielle*, 27, 1860, pp. 155-172.

22. Jean CHAMBON, *Cybèle, Voyage extraordinaire dans l'avenir*, Paris, G. Carré, 1891, 354 p. Chambon est le pseudonyme d'Adolphe Alhaiziza, il trouva les fonds pour la statue de Fourier et l'inaugurera place Clichy à Paris en 1899. La statue fut fondue sous l'Occupation et remplacée par la *Quatrième Pomme* de Franck Scurti en 2011.

23. Léon LAMBRY, *Sur la Terre qui change*, Bruges, Librairie de l'œuvre Saint-Charles, 1937.

C'est un déluge «quasi-universel» explique-t-il ; «quasi» car, si les terres sont recouvertes d'eau, certaines mers ont disparu.

Un sous-thème souvent développé est le ralentissement de la Terre. On peut citer Wells, *La Machine à explorer le temps*,²⁴ en 1895, qui voit une fin probable de l'humanité dans quelques millénaires par l'arrêt de la rotation de la Terre, causé par les marées solaires. La moitié mourra de froid, l'autre de chaud... La Lune, on le sait, mais aussi Mercure et Vénus montrent toujours la même face vers le corps autour duquel ils tournent, explique Fernand Hendrick²⁵ en 1934. Mais pourquoi ? L'axe de rotation de la Terre se figera aussi et les deux Amériques seront face au Soleil, devenant le seul continent vivable. Une fois de plus dans la littérature, Paris se retrouve engloutie par les glaces, des stalactites de glaçon pendent sous les toits du Carrousel, le Louvre forme une barrière entièrement gelée, la place de la Concorde est transformée en banquise...

2.3. Un corps passe près de la Terre

Le scénario de Buffon eut beaucoup d'influence sur le monde littéraire. Dès 1802, Rétif de la Bretonne²⁶ imagine une comète effleurant la Terre et se mettant en orbite autour d'elle. La comète fait monter la température de la Terre et les glaces de l'Antarctique fondent. La mer monte inexorablement et l'humanité presque entière meurt, seuls survivent quelques rescapés partis en Antarctique. La comète d'Edgar Poe²⁷ est plus sévère avec l'Humanité. Alors que les savants pensent savoir que les comètes ne sont pas dangereuses et rassurent la population, l'une d'entre elles se précipite sur la Terre et détruit tout l'azote de l'atmosphère. L'Homme meurt, brûlé par l'oxygène.

Au début des années 1880, de nombreuses comètes sont aperçues. En 1882, l'une d'elles se montre visible à l'œil nu, en plein jour, près du Soleil : celle que l'on appellera la Grande comète est l'une des plus

24. Herbert George WELLS, *La Machine à explorer le temps (The Time Machine, 1895)* ; Folio SF, 2016.

25. Fernand HENDRICK, *L'Agonie dans les ténèbres*, éd. Albert, 1934 (écrit en français).

26. Nicolas RESTIF DE LA BRETONNE, *Lettres de mon tombeau ou Les Posthumes : Lettres reçues après la mort du mari par sa femme qui le croit à Florence (1802)* ; Paris, Hachette/BNF, coll. Littérature, 2012.

27. Edgar Allan POE, « Conversation d'Eiros avec Charmion » (« The Conversation of Eiros and Charmion », 1839) ; in *Nouvelles Histoires extraordinaires*, Paris, Garnier-Flammarion, 2008 (trad. Charles Baudelaire), pp.283-289.

brillantes et grandioses que l'on ait jamais vue, raconte Flammarion.²⁸ Elle est si grande qu'elle met plus d'une heure à se lever et que l'on croit « assister à un lointain incendie » ajoute l'astronome. C'est peut-être elle qui fit basculer l'axe de la Terre, ce qui modifia le flux des courants magnétiques et créa une énorme vague qui engloutit Londres dont les ruines sont enfouies sous un marais fétide.²⁹ Jefferies imagine les derniers survivants récréer une société féodale, archaïque et brutale. *Londres engloutie* est probablement le premier roman à imaginer la fin de la technologie et le retour à l'état sauvage. Sans préciser plus sa pensée, pour Flammarion le déluge planétaire reste l'une des causes plausibles de la fin du monde.

Le passage d'une comète à proximité de la Terre³⁰ peut aussi provoquer un déluge ; à moins que notre système solaire ne traverse une nébuleuse aqueuse, ce qui est autrement plus efficace pour apporter toute l'eau nécessaire.³¹

En 1910, le passage de la comète de Halley est spectaculaire et, comme à chacun de ses passages, les plus crédules attendent la fin du monde. Henriot imagine alors que le prochain passage sera fatal. En 1985, la queue de la comète frappera violemment la Terre, le Gulf Stream sera dévié et s'en ira réchauffer le pôle Sud. Tout l'hémisphère Nord sera recouvert de glace et les quelques survivants émigreront en Antarctique. Ils récréeront une société paternaliste, « sans guerres, ni impôts, ni grèves de chemin de fer ». Trois mille ans plus tard, des explorateurs iront fouiller les ruines de Paris et referont l'histoire à leur manière.

Une comète peut aussi arracher au passage une partie de l'atmosphère. Le froid est alors instantané. Paul Berna³² imagine les survivants se réfugier dans des grottes. En revanche, le ciel est clair et, de jour comme de nuit, des millions d'étoiles sont visibles.

Enfin, c'est un nuage de poussières cosmiques que la Terre peut traverser, qui estompe la chaleur du soleil. Silverberg³³ imagine qu'en

28. Camille FLAMMARION, « Nouvelles de la Science – Variétés. La nouvelle comète », *L'Astronomie*, vol. 1, 1882, pp.308-314.

29. Richard JEFFERIES, *Londres engloutie (After London, 1885)* ; Miroirs éd., 1994.

30. Par exemple Hipolyte METTAS, *Paris avant le déluge* (1866) ; Paris, Hachette / BNF, coll. Littérature, 2016.

31. Garret P. SERVISS, « Le Second déluge », *Je sais tout*, n° 93 & 94, 1912.

32. Paul BERNA, *La Dernière aube*, éditions G.P., coll. Grand Angle, 1974.

33. Robert SILVERBERG, *La Guerre du froid (Time of the Great Freeze, 1964)* ; Livre de Poche Jeunesse, 1985.

quelques siècles, la glace recouvre alors la Terre d'une immense calotte polaire de 2500 m d'épaisseur, le temps pour l'Homme de reconstruire des villes en creusant sous les villes. En 2600, un petit groupe d'individus s'échappe du New-York souterrain à la recherche d'autres survivants, qu'ils retrouveront près de Londres. Leur épopée est digne de celle des explorateurs polaires de l'époque et les descriptions leur sont clairement empruntées.

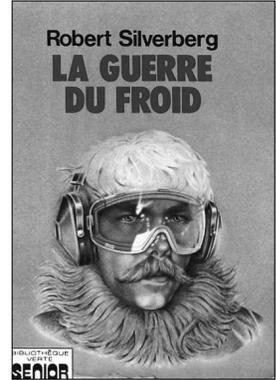


Illustration de Hervé BROUANT

2.4 Le soleil se tache, pâlit, rougit...

Le « procédé du Soleil », comme disait Madame de Sévigné,³⁴ est l'un des moteurs les plus efficaces pour provoquer un bouleversement climatique.

La décennie 1810 est l'une des plus froides du petit âge glaciaire. À cela s'ajoute, en avril 1815, l'éruption du Tambora en Indonésie, considérée comme l'une des plus violentes des temps historiques, qui provoqua une année sans été. Les cendres font plusieurs fois le tour de la Terre, offrant des couchers de soleil rougeoyants, des crépuscules terrifiants peints par Turner. La baisse de température est phénoménale. Tempêtes, inondations, pluies continuelles, la famine sévira en Europe, mais aussi en Chine. Des œuvres effrayantes sont inspirées par ce climat. En vacances à Genève, Mary Shelley écrira *Frankenstein*,³⁵ John Polidori, *Le Vampire*³⁶ et Byron, « Les Ténèbres »,³⁷ poème dans lequel il écrit « *le matin venait, et s'en allait, puis venait encore, mais n'amenait pas le jour.* »³⁸

34. En juillet 1685, le froid est intense et Madame de Sévigné s'en plaint à sa fille : « *Le procédé du Soleil et des saisons a changé* » lui résume-t-elle, ayant entendu dire que les astronomes de l'Observatoire de Paris avait remarqué que les taches du soleil se faisaient rares et que leur absence annonçait une période froide.

35. Mary Shelley, *Frankenstein (Frankenstein, or the Modern Prometheus, 1821)* ; Folio SF, 2015.

36. John William Polidori, *Le Vampire (The Vampyre, 1819)* ; Paris, Aux forges de Vulcain éd., coll. Littérature, 2019.

37. Lord Byron, « Les Ténèbres » (« Darkness », 1816). Accessible en ligne : <https://www.poetryfoundation.org/poems/43825/darkness-56d222aeccc1b> (mars 2020).

38. Anouchka Vasak, « L'Année sans été vue par deux « météorologues amateurs » », in *Histoires de météophiles*, dir. A. Metzger, J. Desartre & F. Rémy, Paris, Herman, 2017, pp. 101-112.

C'est un philosophe, voyageur et météorologue amateur qui comprendra ce froid intense : Constantin-François Volney.³⁹ Il met aussi en évidence le rôle des courants aériens. Il est le premier en Europe à faire alors le lien entre le « *désordre de notre température* » et l'éruption volcanique dont les cendres ont été transportées par des courants aériens. Il préconise des observations sur l'ensemble du globe pour suivre « *la marche simultanée des courants d'air* ».

« *Les météorologistes se rappelèrent alors que, en l'an 1883, le 2 septembre, le soleil avait été vu tout le long du jour, au Venezuela, bleu comme la lune.* » raconte Gabriel Tarde dans *Fragment d'histoire future*.⁴⁰ Il commence à écrire son roman en 1879 mais ne l'achève qu'en 1884. Entre temps, le volcan Krakatoa en Indonésie venait d'entrer en éruption fin août 1883, faisant des dizaines de milliers de victimes et engendrant des nuages brillants visibles du monde entier et en effet bleuisant le soleil du Venezuela. Le Soleil de Tarde donnait des signes manifestes d'affaiblissement. D'année en année, ses taches devenaient plus nombreuses et s'agrandissaient, sa chaleur diminuait sensiblement.⁴¹ Pourquoi, se demandent les scientifiques, et surtout pourquoi si vite ? Manque-t-il de combustible ? Traverse-t-il une région froide ? L'hiver de 2489 fut si désastreux qu'il a fallu prendre au sérieux les menaces les plus alarmistes. Au printemps, le soleil était tout rouge, puis tout orange, puis jaune, vert, indigo, bleu pâle pour finir violacé. Tout croule sous la neige, une sécheresse terrible survient car les fleuves sont gelés. « *Toute la population de la Norvège, de la Russie du Nord, de la Sibérie, périt congelée en une nuit* », écrit-il. Ce froid pousse les survivants à s'installer sous terre en se nourrissant d'animaux congelés. Heureux de leur sort, ils reconstruisent comme auparavant une vie douce et paisible...

Le soleil d'Octave Béliard⁴² vieillit et, comme les savants l'avaient prédit, il s'éteint, sa chaleur ne suffit plus à chauffer la Terre. L'humanité se réfugie à l'équateur. Un jour, un petit groupe d'explorateurs, amoureux de Victor Hugo, part à Paris à la redécouverte des écrits du grand homme. Quelle n'est pas leur surprise de voir courir sur les toits de

39. Comte de VOLNEY, *À M. le Rédacteur du Mercure*, *Mercure de France*, 1817, pp.111-116.

40. Gabriel TARDE, *Fragment d'histoire future* (1896) ; éd. Glyphe, 2014.

41. Il me semble qu'il ait inversé (volontairement ?) la relation entre taches solaires et climat.

42. Octave BÉLIARD, « La Découverte de Paris », 1911, in *Le Décapité vivant et autres histoires d'outre-vie*, Paris, éd. Saillard (Le Livre de Paris), 1944.

Notre-Dame, non pas Quasimodo, mais des pingouins... Paris est recouvert de glace, qu'ils forent ; ils découvrent ainsi l'entrée du métropolitain, dans lequel sont réfugiés, comme des bêtes sauvages, les descendants des Parisiens.



Le soleil de Jacques Spitz faiblit aussi.⁴³ Des taches de plus en plus grandes apparaissent et le froid s'installe. Dès cette première alerte, il est tel que l'Homme construit sous Terre une ville, Tombouctou 2. Seule une petite bande de terrain à l'équateur reste vivable. Leur société est autoritaire, gère les naissances en fonction des ressources et emprisonne les savants à Saint-Hélène. Mais un jour, alors que les taches tournent avec le Soleil, l'une d'elle est immobile. Elle s'enfonce au cœur de la masse solaire, explique le chef du service du Soleil, du plomb apparaît sur la bande spectrale, «*dernier terme de la désintégration radioactive*». Le Soleil est touché à mort, conclut-il. Il creuse un Tombouctou 3 à plus de 1000 m de profondeur mais, à cette profondeur, les ondes hypercosmiques, celles qui donnent de l'imagination, ne passent plus et les humains deviennent serviles comme des animaux, incapables d'innover et de réagir. Un petit groupe décide un va-tout et, au risque de brûler toute l'énergie restante, envoie un couple en direction de Vénus.

Le soleil du colonel Royet⁴⁴ fait aussi des siennes. Le jeune héros passe la nuit du nouvel an, seul dans un ballon à l'ancienne. Il voit la Lune devenir rouge, zébrée de bandes plus ou moins foncées, et comprend que c'est le reflet du soleil qui émet des ondes électromagnétiques. Sa boussole s'affole, le vent se lève et une immense vague

43. Jacques SPITZ, *Les Évadés de l'an 4000*, Paris, Gallimard, 1936.

44. Colonel ROYET, *La Tempête universelle de l'An 2000* (1921) ; Orthez, éditions de l'Hydre, 1986 (fac simile).

emporte tout sur son passage. Il récupère quand même une jeune française accrochée à son parasol emporté par une bourrasque. Tous deux sont les seuls rescapés d'une catastrophe annoncée.

Encore un dernier soleil vieillissant, celui d'Eugène Poueydebat.⁴⁵ Le processus est suffisamment lent pour que des générations d'Hommes essaient de le contrecarrer mais, très vite, ils doivent se réfugier vers l'équateur et creuser des abris. La société s'écroule et redevient primitive. Les Hommes meurent un par un, de froid ou assassinés par l'un des derniers survivants.

« Une succession de gigantesques soulèvements géophysiques avait transformé le climat de la planète et une soudaine instabilité du soleil avait déclenché une série de tempêtes solaires violentes », écrit Ballard en 1962.⁴⁶ « L'énorme soleil se rapprochait avec un roulement de tambour, jusqu'à remplir le ciel lui-même », ajoute-il. Ceci avait eu pour effet d'élargir les ceintures de Van Allen,⁴⁷ de diminuer la prise gravitationnelle sur les couches externes de l'ionosphère, qui disparurent peu à peu. Les fortes radiations solaires font augmenter la température de la Terre et la mer monte, ou plutôt une boue infâme et insalubre qui engloutit les villes. Des mutations génétiques dues à la disparition d'une partie de l'ionosphère et l'augmentation des températures sont favorables à l'expansion des animaux amphibies, des reptiles, des araignées géantes, des iguanes et autres lézards qui se nourrissent de chauve-souris. Les mammifères ont du mal à enfanter. Des gymnospermes et des plantes non lignifères de plus de 60 m de haut apparaissent. Le soleil continue de grossir. Les cinq millions de survivants émigrent vers le Nord, sauf un seul, le biologiste sensé étudier les nouvelles formes de vie qui se développent. Il préfère retourner dans la moiteur et dans l'ère jurassique.



Illustration de
Stéphane DUMONT

Illustration page suivante
de Roxane Lecomte

45. Eugène POUYDEBAT, *Les Derniers hommes*, éd. Delmas, 1947.

46. James G. BALLARD, *Le Monde englouti* (*The Drowned World*, 1962) ; Folio SF, 2011.

47. Les ceintures de Van Allen venaient d'être découvertes par *Explorer* en 1958. Ces sont des ceintures de particules provenant du vent solaire et du rayonnement cosmique piégées par le champ magnétique terrestre.

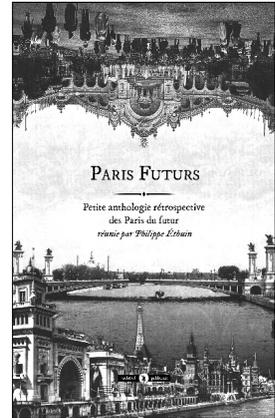
2.5. L'action de l'Homme : Charles Fourier, les écrivains fouriéristes et les autres

Au XIX^e siècle, l'action de l'Homme sur la nature ne peut être que positive. Les fouriéristes attendent avec impatience le réchauffement. « Une planète est un corps androgyne, pourvu des deux sexes et fonctionnant en masculin par le pôle Nord et en féminin par le pôle Sud » écrit le philosophe utopiste.⁴⁸ Il explique que lorsque deux milliards d'habitants exploiteront la Terre, une couronne boréale, signe du « rut » des deux pôles, apparaîtra et « donnera la chaleur et la lumière aux régions glaciales arctiques ». Les glaces des deux pôles vont alors fondre en même temps car les extrémités sont reliées par magnétisme. Les éléphants iront alors habiter les terres polaires, la Sibérie jouira de la douceur de l'Andalousie, il n'y aura plus d'excès de température, l'Homme pourra cultiver la Terre entière et la pauvreté sera anéantie.

Gustave Flaubert, fouriériste, fera dire à Bouvard, perdu dans le monde harmonien⁴⁹ : « Par la restauration des climatures [...] des navires traverseront des pôles polaires dégelés sous les aurores boréales », et d'ajouter que celles-ci sont un symptôme des ruts de la planète... « Cela me passe » lui répondra Pécuchet, qui pourtant suivait et acquiesçait jusqu'alors.

Pour Théophile Gautier, en 1851 dans *Paris futur*⁵⁰ : « Grâce aux études faites sur les climatures, on jouira à Paris d'une température assez semblable à celle de Naples. On plantera des arbres pour couper le vent, quand des nuages arriveront, on enverra de l'artillerie. Des aéronefs pousseront les nuages vers la campagne où il y a des besoins en eau, on balaira le ciel comme les pavés. »

Au début du siècle suivant, l'Homme est potentiellement vu comme un apprenti sorcier, involontairement coupable. Les *faiseurs de pluie*, des savants qui s'acharnent à faire



48. Charles FOURIER, « Théorie de l'unité universelle » (1822) ; in *Œuvres complètes*, tome IV, Paris, Société pour la propagation et pour la réalisation de la théorie de Fourier, 1861.

49. Gustave FLAUBERT, *Bouvard et Pécuchet* (1881) ; in *Flaubert*, Bouquins éd., 2018.

50. Théophile GAUTIER, « Paris futur » (1851) ; in *Caprices et zigzags*, Paris, Victor Lecou, 1851, pp.307-323 ; in anthologie *Paris Futur*, Publie.net éd., coll. ArchéoSF, 2015, pp.45-60

pleuvoir, peuvent même déclencher le déluge. Non pas les héros de Brown,⁵¹ qui montent en ballon au-dessus des nuages pour en comprendre le fonctionnement et passent plus de temps perdus dans le désert qu'à faire leurs essais avant de s'avouer vaincus, mais plutôt ceux de John Bowen,⁵² pour ne citer que lui. Un bricoleur de génie trouve le moyen de fabriquer la pluie. Il tente l'expérience, meurt, et la pluie tombe, sans cesse. Après la pluie, la neige ; l'eau monte, le fond océanique s'écroule et engendre des raz-de-marée. Quelques survivants trouvent refuge chez un commerçant cupide qui contrôlera de façon autoritaire ce petit microcosme.

À l'inverse, la sécheresse peut aussi être provoquée par l'Homme. Au milieu du xx^e, nous ne sommes toujours pas convaincus que l'Homme puisse provoquer un réchauffement climatique, mais nous connaissons son rôle néfaste sur la nature. Ballard,⁵³ avec l'intuition mentionnée dans le texte d'introduction de la session, imagine que des tonnes de polymères recouvrent l'océan, bloquant l'évaporation. Plus de pluie, les lacs diminuent, les fleuves s'appauvrissent, plus d'eau à boire, la société se rétrécit, devient agressive et bestiale... La majorité des Hommes ont fui vers la mer. Ceux qui sont restés et vivent seuls ou en groupe se battent pour quelques flaques d'eau ou quelques poissons. Les lits des fleuves asséchés sont encombrés de cadavres, de carcasses de voitures désossées et de bateaux ensablés, la poussière est partout et empêche de respirer. *Sécheresse* est écrit en 1964, 33 ans avant que l'on ne découvre les poubelles à plastique flottant sur l'océan qui proviennent essentiellement des fleuves d'Asie et de l'Inde. Ballard est né en 1930 à Shanghai, dont il est parti en 1946. On peut imaginer l'adolescent se promenant sur les rives du fleuve Yangzi Jiang, le célèbre fleuve bleu, le plus long d'Asie qui depuis des décennies charrie les poubelles de la ville et de toutes les autres situées en amont... Il est probable que ces images l'ont fortement marqué. Plus tard, il imagine dans *Salut L'Amérique*⁵⁴ que l'Homme bloque volontairement le détroit de Behring pour améliorer le climat. La côte est américaine devient un grand désert, la côte ouest une forêt tropicale...

51. Alphonse BROWN, « Les Faiseurs de pluie », *Journal des voyages*, du 7 avril 1901 (n° 227) au 8 septembre (n° 249).

52. John BOWEN, *La Grande pluie (After the Rain, 1958)* ; Mercure de France, 1964.

53. James G. BALLARD, *Sécheresse (The Drought, 1964)* ; Folio SF, 2011.

54. James G. BALLARD, *Salut L'Amérique ! (Hello America, 1981)* ; J'ai Lu SF, 1989.

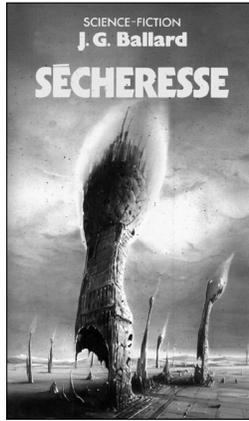
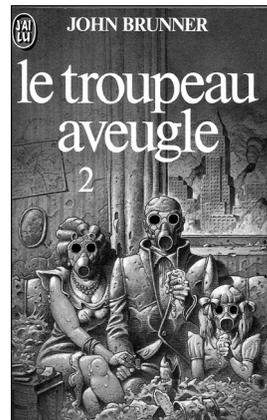


Illustration de
Wojtek SIUDMAK



Illustration de
Stéphane DUMONT

Autres exemples du rôle néfaste de l'Homme : intoxications alimentaires, gaz toxiques, empoisonnement des sols et des mers, destruction de la Méditerranée, dysenterie, scarlatine, pluies acides, et... fleuves qui prennent feu.⁵⁵ Une jolie intuition de Brunner, qui voit brûler les fleuves avec une quarantaine d'années d'avance. Le lac Bellandur à Bangalore est tellement pollué qu'il est rempli de mousse qui grossit, enjambe le parapet, rentre en ville et s'enflamme régulièrement depuis 2015 à cause de la présence de phosphore et d'essence. Et si tous les plastiques qui recouvrent l'océan peuvent provoquer une sécheresse fatale, l'embrasement de toutes les rivières pourrait probablement provoquer un réchauffement drastique...



Illustrations de
Philippe CAZA

55. John BRUNNER, *Le Troupeau aveugle* (*The Sheep Look Up*, 1972) ; Livre de Poche SF, 1998.

3. La Terre se réchauffe enfin

Nous n'avons parlé que des romans dans lesquels l'écrivain donnait la raison du changement climatique, et nous avons vu que très souvent la Terre se refroidit ou est noyée sous les flots. Le réchauffement climatique, rappelons-le, fut pourtant subodoré par Théodore Mann et Joseph Fourier au XIX^e siècle et démontré par Callendar en 1938. Il devient une évidence⁵⁶ dans les années 1990 et les écrivains s'emparent du sujet.

De très nombreux romans de SF sont publiés au point que l'on parle de fiction climatique (*cli-fi* pour les auteurs anglo-saxons). Des leit-motifs se retrouvent : la température de la Terre augmente, les glaces fondent et le niveau de la mer monte inexorablement. Des erreurs aussi se retrouvent d'un livre à l'autre : la calotte polaire de l'Arctique fond... Depuis Jules Verne, le mot « calotte », certes ambigu, ne désigne plus les grandes étendues de glaces de mer mais les glaces continentales. Plus courant encore : la banquise de l'Arctique fond et provoque des raz-de-marée ou la montée des océans, alors que la banquise flotte et ne contribue pas à l'élévation du niveau de la mer...

Commençons par Georges-Jean Arnaud et *La Compagnie des glaces*.⁵⁷

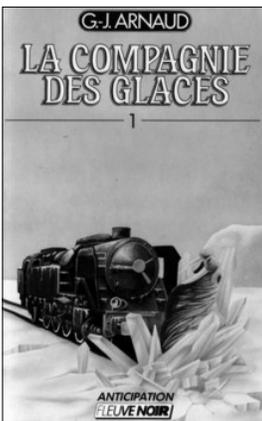


Illustration de Patrick DEMUTH

D'abord parce qu'il est à une époque charnière. Les quatre-vingt-dix-huit épisodes mêlant polar, espionnage, et SF ont été écrits de 1980 à 1992 puis de 2001 à 2005. Ensuite, parce qu'il s'agit d'une glaciation subite qui a pris la Terre après l'explosion de la Lune. Les survivants vivent dans des villes sous globe, reliées entre elles par des trains. Les grandes compagnies ferroviaires sont devenues les maîtres et de tomes en tomes, des intrigues se nouent et se dénouent notamment grâce à un glaciologue émérite.

56. Nous devrions écrire le changement climatique car, même si le réchauffement est une réalité à l'échelle globale, certaines régions peuvent se refroidir ou recevoir beaucoup de précipitation.

57. Georges Arnaud, cycle de la *Compagnie des Glaces* (98 épisodes, 1980-2005) ; Fleuve Noir, coll. Compagnie des glaces. Les 36 premiers romans ont écrits édités chez Fleuve noir, dans la collection Anticipation puis dans une collection spéciale « Compagnie des glaces »

Jean-Marc Auclair, dans *Les Rivages de lumière*,⁵⁸ se démarque aussi. Il tisse le fil rouge de son livre sur la position que la Terre prendra lorsque sa rotation, qui diminue sans cesse, s'arrêtera. Des émigrations massives vers le lieu idéal qui restera face au soleil engendreront des guerres meurtrières. Mais la Terre ne s'arrêtera pas de tourner où on l'avait prédit...

Curieusement, trois romans des plus symptomatiques de ce nouveau genre littéraire paraissent en édition originale la même année.

John Barnes⁵⁹ imagine que des frappes aériennes au-dessus des glaces arctiques fassent exploser les poches de clathrate, libérant une énorme quantité de méthane. L'effet sur le climat est immédiat et la surface des océans chauffe au point de donner naissance à un monstrueux cyclone. Des satellites en orbite polaire équipés de lasers mesurent la quantité de gaz libérée... 173 milliards de tonnes du gaz le plus efficace pour l'effet de serre, 19 fois plus élevé que la normale (actuelle). Les pronostics sur l'évolution et la durée de vie de ce cyclone sont alarmantes et, en effet, celui-ci croît à une vitesse vertigineuse. Il explose l'échelle de Beaufort, 35, 36, 37 jusqu'à 46, son œil dépasse 400 kilomètres de diamètre. Les voitures s'envolent, les gratte-ciels s'écroulent, les marées de tempêtes font des creux de plusieurs centaines de mètres. Un premier jet d'écoulement se forme et le cyclone se déplace en zigzag à une vitesse presque supersonique, comme un ballon crevé, puis un second, un troisième... Chaque jet forme des tourbillons qui engendrent d'autres cyclones qui à leur tour engendrent inévitablement d'autres cyclones. Voilà de quoi faire pâlir Ballard. Seul moyen d'enrayer cette machine infernale, refroidir le pied du cyclone. Un astronaute ira dévier une comète pour la pulvériser dans l'atmosphère, apportant à la fois un effet parasol dans la journée et de la glace pour refroidir l'océan. Pour éviter que la glace augmente l'effet de serre pendant la nuit, elle est détruite. Les scientifiques savent que son oxygène va se transformer en ozone, ce qui va nuire aux insectes pollinisateurs qui se guident par

58. Jean-Marc Auclair, *Les Rivages de lumière*, Anne Carrière éditeur, 2003.

59. John BARNES, *La Mère des tempêtes (Mother of Storms, 1994)* ; Livre de Poche SF, 2001. Lire les deux superbes recensions de notre ami Pascal J. Thomas : « John Barnes : La mère des tempêtes », *KeepWatching the Skies !*, n° 11, avril 1995 (disponible sur internet : <https://www.quarante-deux.org/kws/11/mere.html> [mars 2020]), ainsi que « La science diffuse : chaos technique », *Cyberdreams*, n° 3, juillet 1995 (disponible sur internet : <https://www.noosphere.org/licarus/articles/article.asp?numarticle=430> [mars 2020]).

l'UV... Mais ils prennent le risque de modifier globalement l'écosystème terrestre. La survie de l'humanité est à ce prix.



Illustration
de MANCHU

La même année, Bruce Sterling⁶⁰ raconte la vie des membres du *Front de tempête*, météotraqueurs qui attendent au péril de leur vie, jour et nuit, année après année, le plus gros cyclone jamais vu mais modélisé par leur chef, un brillant ingénieur météorologique, un cyclone F6⁶¹. Il sait que pendant la dernière période interglaciaire, l'Eémien, de brusques variations de températures de plusieurs degrés ont eu lieu, provoquant de terribles ouragans de ce type. Le F6 est un gros vortex qui trouve sa source dans le jet stream, qui se déplace peu et n'a pas de raison de s'arrêter car il se renforce sans cesse par la convection avec la mésosphère, F6, version terrestre de la grande tache rouge de Jupiter. Cette bande hétéroclite vit perdue dans un endroit massacré par le passage de cyclones qui rasant le peu de végétation existante ; après une année sans pluie, même les prosopis et les cactus meurent. La grêle est noire tant la poussière atmosphérique est dense. Un jour, le F6 tant attendu arrive enfin, les voitures sont emportées comme des gobelets en plastique, une vache vivante vole à une dizaine de mètres de hauteur en agitant les pattes, les gratte-ciel se font déraciner comme les

60. Bruce STERLING, *Gros temps (Heavy Weather, 1994)* ; Folio SF, 2001.

61. Les cyclones sont classés selon l'échelle de Fujita de F0 à F5 en fonction des dégâts : légers, modérés, considérables, sévères, dévastateurs, incroyables et enfin cataclysmiques. La théorie prévoit des cyclones de F6 à F12, cette dernière provoquant des vents à la vitesse du son. Rien ne dit toutefois que les dégâts d'un F6, attendu par les météotraqueurs de Bruce Sterling soient supérieurs à ceux d'un F5 car, si le bord de l'ouragan rase tout sur son passage, l'effet de l'œil ne se verrait pas sur ce champ de ruine.

carottes, le vent s'engouffre dans les tunnels et souffle les gens comme dans une flûte... Mais le F6 ne reste pas et va mourir tranquillement dans quelque coin du désert.



Enfin, toujours en 1994, la Terre de Robert Silverberg⁶² est dévastée par la pollution et le réchauffement, les nouveaux ingénieurs météorologiques traquent, non plus le temps qu'il va faire, mais le passage de nuages toxiques. La survie se paie. Des satellites surveillent la désagrégation de la calotte de l'Antarctique et indiquent la position des icebergs. L'iceberg appartient au premier arrivé sur zone, qui le vend au plus offrant. Les généticiens proposent des solutions d'adaptation. Si l'on veut rester sur terre, il faut modifier l'hémoglobine du sang qui contient du fer, lequel interagit avec les composés sulfureux. Si l'on veut s'échapper de cette fournaise et partir loin, sur une autre étoile, il faut changer notre vision, abandonner nos yeux, pour supporter un voyage à une vitesse supérieure à celle de la lumière.

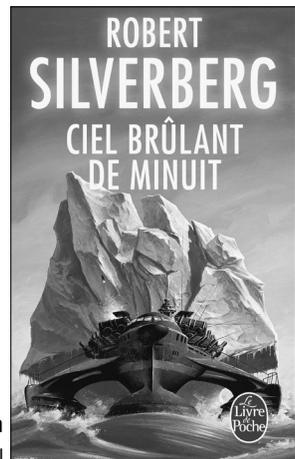


Illustration
de MANCHU

62. Robert SILVERBERG, *Ciel brûlant de minuit* (*Hot Sky at Midnight*, 1994) ; Livre de Poche SF, 1999.

On peut citer aussi *Bleue comme une orange*,⁶³ de Norman Spinrad, bien que le scénario soit relativement classique. La Terre se réchauffe, Paris est désormais la patrie des perroquets, alligators et autres bêtes tropicales. Spinrad corse son histoire puisqu'une organisation truque les résultats des modèles de prévision climatique, en qui d'ailleurs personne n'a confiance, et fabrique de fausses tornades afin de tirer profit de leur technologie et de leur système de refroidissement. Indépendamment de cette intrigue, il considère toutes les causes de changement climatique imaginées par les écrivains du XIX^e siècle. L'intensité du Gulf Stream faiblit et il s'apprête à changer de direction. Spinrad imagine des miroirs orbitaux pour réchauffer l'équateur afin que le gradient de température entre l'équateur et le pôle maintienne sa



Illustration de Benoît Munoz

direction. De même, pour refroidir l'intensité de la chaleur solaire, il envoie en orbite des anneaux de fines poussières et des écrans en mylar. Il brûle les nuages pour bloquer la mousson, et en fabrique pour faire effet parasol. Evidemment, il se sert aussi des acquis du XX^e siècle. Il fertilise l'océan pour accroître la productivité primaire qui absorbe le dioxyde de carbone, il plante des forêts de chanvre à croissance rapide pour absorber les gaz à effet de serre, il perce des trous dans la couche d'inversion pour recréer de la convection et aérer les basses couches de l'atmosphère...

D'autres stratégies d'adaptation sont encore plus radicales. Andrevon⁶⁴ entrevoit un monde surchauffé. Une partie de la côte est de l'Amérique est transformée en îlots, dont l'un abrite un généticien qui essaie d'hybrider le génome humain avec celui de mammifères marins. Recréer des « chimères » capables de vivre dans l'eau pourrait être un moyen d'assurer l'avenir de l'humanité sur une planète qui a déjà perdu deux dixièmes de sa surface habitable suite à l'élévation actuelle du niveau des mers. L'avenir est dans l'océan, loin des terres saccagées, polluées, brûlées.

63. Norman SPINRAD, *Bleu comme une orange* (*Greenhouse Summer*, 1999) ; J'ai Lu SF, 2004.

64. Jean-Pierre ANDREVEON, *De vagues et de brume*, éd. Le Rocher, coll. Novella SF, 2004.

Mais l'adaptation à cette nouvelle vie qui nous attend reste un problème délicat. Comment imposer aux générations futures une constante attention à l'économie, les enchaîner à une vigilance au quotidien ? Comment gérer, ceux que Claude Ecken⁶⁵ appelle les passagers clandestins : ceux qui attendent que leurs voisins fassent les efforts pour l'environnement, ceux qui ne sont pas concernés et préfèrent conserver leurs vieilles habitudes dans cette Camargue, ravagée une énième fois par une tempête.

Pour finir, il est intéressant d'avoir l'avis de jeunes écrivains, vivant dans un pays déjà relativement chaud. L'Institut français d'Algérie a suggéré en 2015 le thème du changement climatique pour son concours de nouvelles fantastiques. Dix textes parmi cent trente-neuf ont été choisis et publiés.⁶⁶ Dix textes qui ont pour point commun d'avoir été écrit par de jeunes écrivains qui tous vivent dans un pays considéré comme extrêmement vulnérable face à un réchauffement climatique. Dans leurs histoires revient l'idée de manipulations du climat qui auraient mal tourné, comme si les plus jeunes générations se méfiaient de la technologie et ingénierie climatique. Aussi, presque tous rangent le changement climatique dans la pollution, pollution par les gaz à effet de serre. Il est certain que le changement climatique permet d'occulter les problèmes de pollution et l'on entend trop souvent que la perte de la biodiversité vient du climat alors que clairement, la pollution, l'agriculture intensive, la chasse, la pêche... sont autrement plus efficaces. Enfin, plus curieux, ils envisagent pour le futur de longues périodes de sécheresse suivies de périodes de froid intense et de fortes chutes de neige inopinées, soit une forte augmentation des événements dits extrêmes.

4. Conclusion

Au début, les écrivains se sentent libres d'inventer. Le passage d'une comète à proximité de la Terre peut provoquer un déluge, une glaciation ou un réchauffement. De même le soleil, les paramètres orbitaux peuvent faire le froid ou le chaud. L'action de l'Homme peut être bénéfique, pour les fouriéristes, ou catastrophique, pour Ballard

65. Claude ECKEN, *La Saison de la colère*, Nice, éd. Somnium, 2008.

66. *Désordres climatiques, dix nouvelles fantastiques*, Constantine, Média-Plus, 2015.

par exemple. Les causes font appel à ce qu'on sait être efficace, comme l'orbite de la Terre, ou à des peurs ancestrales, passage de comète ou autres corps célestes, radiations, ou à des notions plus ou moins faciles à comprendre tel le magnétisme.

Dans cette première partie, les Hommes subissent le changement climatique. Ils n'essaient pas de le contrarier, ils luttent juste pour leur survie, en creusant plus profond. Les quelques survivants créent une société qui redevient archaïque ou autoritaire, placée sous le joug de quelques puissants. La littérature a aussi là un rôle pédagogique, elle vulgarise les différentes causes qui peuvent influencer le climat.

En revanche dans la seconde partie, à part quelques exceptions, la Terre se réchauffe et l'on sait pourquoi. Ce qui devient important, c'est de traduire l'effet sur la Terre. Comment décrire l'indescriptible ? Comment imaginer l'inimaginable ? Un immeuble déraciné comme une carotte ? Une voiture qui s'envole comme une brindille ? Des vents de vitesse supersonique ? Un ouragan qui zigzague comme un ballon percé ? Autant d'images qui font froid dans le dos. Le rôle de la littérature est moins pédagogique, quoique la documentation scientifique de certains écrivains impressionne, mais surtout de mise en garde à l'encontre d'un futur annoncé.

Les écrivains tentent maintenant d'avancer des moyens pour aller à l'encontre de cette fatalité : dévier une comète pour refroidir le pied des cyclones, faire des nuages artificiels pour refroidir l'Antarctique, tracter des icebergs, transformer le génome humain pour l'adapter aux nouvelles conditions...

L'aspect probablement le plus marquant – et ce pour tous les scénarios, glaciation, arrêt de la rotation de la Terre ou réchauffement – est le déclenchement d'une guerre, si la guerre n'a pas été le déclencheur de la perturbation climatique. Parmi les scénarios faisant appel à des éléments non prévus par les modèles (du moins par les modèles des scientifiques), la guerre ou la folie des Hommes est un leitmotiv. Les fous jouant avec le climat ne sont pas difficiles à trouver. John Feffer⁶⁷ imagine qu'en 2018 l'ouragan Donald balaye les États-Unis. Vingt-ans plus tard, un géo-paléontologue fouillera le sous-sol de ce qui reste de ce pays.

67. John FEFFER, *Zones de divergence (Splinterlands, 2016)* ; éd. Inculte, 2017.

**L'essai *Trinity* (1945)
et les risques d'embrasement de l'atmosphère :
entre spéculation SF, modélisation scientifique
et *hubris* physicienne**
Éric Picholle

S'il est un moment de l'histoire où s'est manifestée de la façon la plus éclatante la confiance des physiciens envers leurs modèles théoriques, c'est probablement le 16 juillet 1945, lors de la décision finale par Robert Oppenheimer de procéder au tout premier test d'une explosion nucléaire, à Alamogordo, au Nouveau Mexique.

Que pouvait-il donc advenir lors de cet essai joliment nommé *Trinity* ? Rien moins, d'après les scénarios les plus pessimistes, que la fin du monde : une réaction nucléaire en chaîne embrasant et détruisant l'atmosphère, et avec elle toute vie sur Terre. Littéralement, un scénario de science-fiction apocalyptique. Mais un cas d'école qui, dans le contexte américain du *Manhattan Project*, sera passé au fil des années par tous les stades du récit (para-)scientifique.

Trinity :
début de la première explosion nucléaire
de l'Histoire, le 16 juillet 1945,
16 ms après la détonation.
La boule de feu culmine déjà
à 200 m d'altitude.



Phase 1 : Spéculations hard SF

C'est en effet un auteur de SF, Isaac Nathanson, qui émet le premier l'hypothèse d'une réaction nucléaire en chaîne rendant la planète inhabitable. Il décrit toutefois dans sa nouvelle de 1935, «The World Aflame»,¹ un processus à croissance lente, mais favorisée par la réticence des autorités à prendre les contre-mesures nécessaires, de plus en plus coûteuses au fil des mois, à mesure que «*l'annihilation d'atomes sur une telle échelle se communique à d'autres éléments.*» Or elle peut, «*une fois qu'on lui a permis de gagner assez d'importance, embraser la Terre entière.*» S'inscrivant dans une tradition de «bombes atomiques» de science-fiction² remontant à H. G. Wells,³ l'inventeur du terme, le texte ne repose pas sur des considérations techniques ou scientifiques très avancées.

Après la découverte de la désintégration en chaîne de l'uranium par Otto Hahn et Lise Meitner en décembre 1938, c'est en revanche dans une approche de type *hard SF*, en relation directe avec des spécialistes du meilleur niveau comme son ami Robert Cornog,⁴ que Robert Heinlein imaginera dès 1939 les conséquences d'une réaction nucléaire incontrôlée, dans une nouvelle au titre éloquent : «Il arrive que ça saute».⁵ Parmi celles-ci, le risque d'induire une réaction nucléaire en chaîne dans l'atmosphère et de l'embraser – ce qui pourrait même, selon un personnage, expliquer l'état actuel de notre Lune :

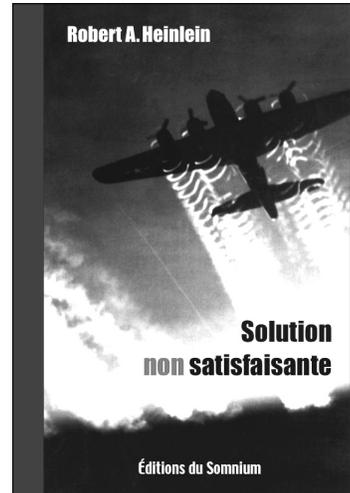
Harrington tira de sa mallette une grande photo – un superbe portrait de la pleine lune. «Imaginez la lune telle qu'elle pourrait avoir été quelque part dans le passé. Les zones sombres que nous appelons des «mers» sont de vrais océans. Il y a une atmosphère, peut-être composée de gaz plus lourds que l'oxygène et l'azote, mais de gaz actifs, respirables par une forme de vie concevable. Car il s'agit d'une planète habitée, habitée par des êtres intelligents, capables de découvrir l'énergie atomique et de l'exploiter.» Il montra sur la photo, tout en bas, le cercle blanc-de-chaux du cratère Tycho,

-
1. Isaac NATHANSON, «The World Aflame», *Amazing Stories*, jan. 1935 (inédit en français). Accessible en ligne : <https://ia802600.us.archive.org/15/items/AmazingStoriesVolume09Number09/AmazingStoriesVolume09Number09.pdf> (fév. 2020).
 2. H. Bruce FRANKLIN, «Ne vous inquiétez pas, ce n'est que de la science-fiction» («Don't Worry, it's Only Science Fiction», 1988) ; in *Solution non satisfaisante. Robert Heinlein et l'arme atomique*, Nice, Somnium, coll. Hyperboles, 2009, pp. 87-115.
 3. Herbert George WELLS, *La Destruction libératrice (The World Set Free, 1914)* ; Grama, coll. Le Passé du futur, 1995.
 4. William S. HIGGINS, «Robert Cornog, l'ami atomiste», in *Robert Heinlein et l'arme atomique, op. cit.*, pp. 174-203.
 5. Robert A. HEINLEIN, «Il arrive que ça saute» («Blowup Happen», 1940) ; in *Histoire du Futur*, Mnémos, coll. Intégrales, 2020, pp. 83-123 (ici : trad. Picholle, qui souligne).

avec les incroyables rayons brillants, longs de milliers de kilomètres, qui en émanaient, en saillaient, en jaillissaient. « Ici... Ici, à Tycho, était située leur centrale atomique principale. [...] Elle a sauté et les a tous tués. Et elle a détruit leur planète. Elle en a chassé l'enveloppe gazeuse et l'a soufflée dans l'espace profond. Peut-être même a-t-elle induit une réaction en chaîne dans cette atmosphère. Elle a arraché d'énormes morceaux de la croûte de la planète. Peut-être certains ont-ils aussi été complètement chassés, mais tout ce qui n'a pas atteint la vitesse de libération a fini par retomber et par produire un peu partout ces immenses cratères annulaires. »

L'inquiétude ne naît pas ici de la possibilité d'une guerre atomique, mais des risques d'explosion d'une centrale civile. L'année suivante, Heinlein explorera dans « Solution non satisfaisante »⁶ les conséquences géostratégiques de la possibilité d'armes de destruction massives.

Si c'est implicite dans « Il arrive que ça saute », le processus d'ignition de l'atmosphère (terrestre ou lunaire⁷) est bien la *transmutation* nucléaire par collision de noyaux (dont la *fusion* nucléaire est un cas particulier), seule capable de produire de l'énergie avec des éléments aussi légers que l'oxygène et l'azote, et non la *fission*, productrice nette d'énergie uniquement pour des éléments bien plus lourds.⁸



6. Robert A. HEINLEIN, « Solution non satisfaisante » (« Solution Unsatisfactory », 1941) ; in *Solution non satisfaisante. Robert Heinlein et l'arme atomique, op. cit.*, pp.11-73.
7. La mention de « gaz plus lourds que l'oxygène et l'azote » semble plutôt se référer à la moindre masse de la lune, dont le champ gravitationnel serait incapable de retenir une atmosphère trop peu dense. On pourrait par exemple penser à une atmosphère de phosphore et de soufre, aux propriétés chimiques comparables à celles de l'oxygène et de l'azote et susceptibles d'être rencontrés à l'état gazeux à des températures plausibles, mais de masse atomique encore très inférieure à celle du fer (resp. 14 pour l'azote [N], 16 pour l'oxygène [O], 31 pour le phosphore [P] et 32 pour le soufre [S], pour les isotopes les plus courants).
8. On peut considérer que les éléments d'une masse atomique assez inférieure à celle du fer [Fe, 56] sont susceptibles de produire de l'énergie en fusionnant entre eux, alors que ceux d'une masse assez supérieure sont plutôt susceptibles d'en produire par fission ; ceux d'une masse voisine de celle du fer sont généralement très stables.



Robert Cornog en 1939

Heinlein et Cornog avant Fermi et Teller !

La plupart des historiens des sciences s'accordent à faire remonter la première discussion¹ de la possibilité d'une arme à fusion nucléaire à un échange entre Enrico Fermi et Edward Teller en septembre 1941. Sa correspondance avec son éditeur, John W. Campbell, établit toutefois sans ambiguïté que Robert Heinlein discutait dès janvier 1940 avec son ami Robert Cornog, dans le contexte de la préparation de « Il arrive que ça saute »,² de la possibilité d'une explosion thermonucléaire, que Heinlein nomme encore « réaction auto-catalytique avec des éléments légers ».³

Notons à ce propos que Cornog, brillant co-découvreur avec Luis Alvarez de l'Hélium 3 en 1939, était à l'époque l'un des très rares physiciens expérimentateurs effectivement spécialistes de la transmutation nucléaire, Fermi étant plutôt un spécialiste de la radioactivité et de la fission et Teller un pur théoricien.

1. Dans le camp allié du moins. Certains notent que, au Japon, Tokutaro Hagiwara pourrait avoir eu la même idée d'une explosion thermonucléaire déclenchée par une explosion début 1941. Cf. Richard RHODES, *The Making of the Atomic Bomb*, op. cit., p.375
2. ÉRIC PICHOLLE, « Robert Heinlein, l'atome et la Lune (Attention, ce n'est plus de la science-fiction !) », in *Robert Heinlein et l'arme atomique*, op. cit., pp. 118-159.
3. Lettre de Robert A. Heinlein à John W. Campbell du 20 janvier 1940. Archives Robert & Virginia Heinlein, cote CORR218-1, p. 40. http://www.heinleinarchives.net/upload/index.php?_a=viewProd&productId=556 (mars 2020).

*Phase 2 : Spéculations scientifiques, modélisation
et prédiction chiffrée*

Le Président Roosevelt ayant été alerté dès août 1939 de la possibilité d'une arme nucléaire par un courrier solennel d'Albert Einstein, lui-même sollicité par Leo Szilard et Edward Teller,⁹ il autorisera formellement le lancement du projet Manhattan le 19 janvier 1942, sous la responsabilité, en particulier, du physicien Arthur Compton¹⁰. Ce dernier ne désignera officiellement Robert Oppenheimer pour en prendre la direction scientifique que le 19 octobre de la même année. Le secret est tel que même le Bureau de la Censure n'en sera informé qu'en mars 1943.¹¹

On ne sait pas si Edward Teller avait alors connaissance de « Il arrive que ça saute » – il avait en revanche lu « Solution non satisfaisante », et la trouvait « remarquable »¹² – mais, dès l'été 1942, lors d'une réunion à l'Université de Berkeley,^{13a} il évoque la possibilité d'une réaction en chaîne atmosphérique induite par une explosion nucléaire. Hans Bethe se souvient :

Un jour, à Berkeley – nous étions un tout petit groupe, peut-être huit personnes – Teller est entré dans le bureau en demandant « *Et que se passerait-il si une bombe atomique explosait dans l'air ?* » L'idée de base pour la bombe à hydrogène était de faire exploser une bombe atomique, qui pourrait embraser un grand réservoir de deutérium avec la chaleur qui s'en dégagerait. Teller disait donc : « *Et pourquoi*

9. Richard RHODES, *The Making of the Atomic Bomb*, New York, Simon & Schuster, 1986, pp.303-304.

10. Compton était l'auteur du rapport qui, dès mai 1941, avait recommandé le développement du projet. À partir de janvier 1942, celui-ci est piloté par un comité composé de trois scientifiques, Arthur Compton (Nobel de physique 1927), Harold Urey (Nobel de chimie 1934) et Ernest O. Lawrence (Nobel de physique 1939) et deux proches conseillers scientifiques du Président Roosevelt, Vannevar Bush et James B. Conant.

11. Patrick S. WASHBURN, « The Office of Censorship's Attempts to Control Press Coverage of the Atomic Bomb During World War II », 1988. Accessible en ligne : <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED295201.pdf> (mars 2020). Le Bureau de la censure avait été mis en place en décembre 1941, immédiatement après Pearl Harbor, mais ne commencera donc à limiter toute mention de la bombe atomique qu'en 1943.

12. Cité par Gregory BENFORD in « Légendes de l'Âge d'or » (« Old Legends », 1995) ; *Galaxies*, n° 5, pp. 105-129.

13. (a) Outre Oppenheimer, Bethe et Teller, le workshop incluait Richard Tolman, Félix Bloch, Emil Konopinski, Robert Serber et John Hasbrouck Van Vleck. Robert SERBER, *The Los Alamos Primer: The First Lectures on How to Build an Atomic Bomb*, Un. California Press, 1992. Introduction, p. xxx. (b) *idem*, p. xxxvi.

pas l'air lui-même ? Il y a de l'azote dans l'air, et il existe des réactions nucléaires dans lesquelles deux noyaux d'azote entrent en collision pour produire un noyau d'oxygène et un de carbone. Ce mécanisme libère beaucoup d'énergie. Est-ce que cela ne pourrait pas se produire ? » Cela a suscité beaucoup d'excitation.¹⁴

Oppenheimer, en particulier, estime que c'est une « *possibilité terrible* » et quitte la réunion pour tenter d'en rendre compte à son supérieur direct, Arthur Compton – « *immédiatement, sans une heure de délai* »¹⁵. Hans Bethe, lui, ne se laisse pas emporter :

Eh bien, je me suis assis à mon bureau et j'ai étudié le problème, pour voir si deux noyaux d'azote pouvaient produire cette réaction nucléaire. J'ai trouvé que c'était juste incroyablement improbable. Je l'ai dit, et je crois que Teller s'en est laissé convaincre très vite, tout comme Oppenheimer quand il est revenu de sa visite à Compton.¹⁴

« *C'était une question à laquelle il fallait apporter une réponse, mais cela n'a jamais été un problème, et ce n'est resté une question ouverte que quelques heures* », ^{13b} assure un autre participant, Robert Serber. Pour ces tenants de la méthode scientifique, le risque calculé est alors moins d'assumer une infinitésimale probabilité théorique d'embrasement de l'atmosphère que de faire confiance à leur modélisation quantitative de l'expérience, donc en l'occurrence aux calculs de Bethe – que chacun est d'ailleurs encouragé à vérifier, s'il en est capable. Ainsi, par acquis de conscience, à Los Alamos, Teller mettra encore sur le problème « *un très bon calculateur, spécialiste des interactions faibles, Emil Konopinski [...] Ils écriront un ou deux très bons papiers là-dessus, et ça règlera vraiment la question.* »¹⁴

Spéculation théorique, identification et discussion des hypothèses, modèle analytique quantitatif, prédiction chiffrée, vérification des calculs, conclusion. Fin de l'histoire du point de vue scientifique, du moins jusqu'à la confrontation à l'expérience.

14. John HORGAN, « Bethe, Teller, Trinity and the End of the World », *Scientific American*, août 2015. Accessible en ligne : <https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/bethe-teller-trinity-and-the-end-of-earth/> (mars 2020).

15. Pearl S. BUCK, « The Bomb - the End of the World ? », *The American Weekly*, 8 Mar. 1959. Accessible en ligne : <http://large.stanford.edu/courses/2015/ph241/chung1/docs/buck.pdf> (mars 2020).

16. Ce rapport est aujourd'hui déclassifié : Emil KONOPINSKI, Cloyd MARVIN & Edward TELLER, « Ignition of the Atmosphere With Nuclear Bombs », rapport accessible en ligne : <https://fas.org/sgp/othergov/doe/lanl/docs1/00329010.pdf> (mars 2020).

Phase 3 : Rumeurs et humour noir

Mais Compton, lui, « *n'a pas assez de bon sens pour le garder pour lui. D'une manière ou d'une autre, ça s'est retrouvé dans un document à destination de Washington.* »^{13a} Quoi qu'il en soit, la rumeur commence à se répandre dans les milieux habilités à connaître l'existence du Projet Manhattan, à commencer par les haut-gradés de l'État-major.

Dans une interview accordée à Pearl Buck, bien après la guerre, Compton se mettra soigneusement en scène comme grande conscience et voix de la raison, en même temps que héros national. Embraser l'azote de l'atmosphère eût été « *la catastrophe ultime* », lui explique-t-il (« *et avec quelle gravité !* », s'alarme-t-elle) : « *Mieux aurait encore valu accepter l'esclavage des Nazis que de courir le risque de tirer une fois pour toutes le rideau sur l'humanité !* ». La femme de lettres est dûment impressionnée : « *Jamais hommes n'avaient été confrontés à une décision si terrifiante.* »^{15,17} Bien sûr, dans cette version, c'est « *de nouveau* » Compton qui « *prend la main dans la décision finale* » :

si, tous calculs faits, il était prouvé que les chances étaient inférieures à trois sur un million que la Terre fût vaporisée par l'explosion atomique, il ne procéderait pas au tir projeté. Les calculs amenèrent un chiffre légèrement inférieur – et le projet continua.¹⁵

Trois chances sur un million de détruire toute vie sur Terre, et il aurait choisi de courir le risque, vraiment ? On conçoit l'effarement de Daniel Tron face à l'*hubris* du physicien...

Bethe, Teller et Konopinski avaient, eux, conclu à un risque effectivement négligeable : même en surévaluant l'efficacité des réactions, celle-ci ne risquait d'après eux de se produire que pour une température impensable de l'ordre du milliard de degrés, atteinte lors de la fission d'au moins 1500 tonnes de matériau fissile – contre seulement un peu plus de 6 kg effectivement employés lors de l'essai *Trinity*.¹⁶

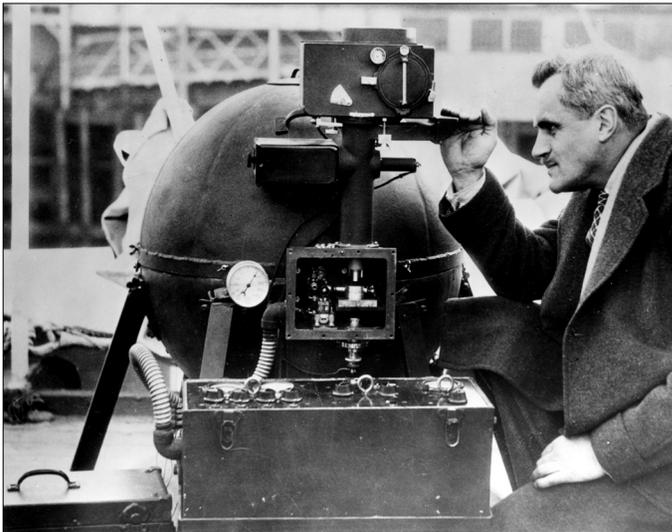
Mais étrangement – pour le moins ! – Compton n'avait pas vu les calculs initiaux, « *et encore moins ceux, bien meilleurs, de Konopinski, et cette possibilité le hantait encore* »,¹⁴ se rappelle Hans Bethe.

17. Compton raconte à Pearl Buck comment Oppenheimer, de façon très dramatique, était alors venu le consulter, toutes affaires cessantes, dans le Michigan, à une nuit de train de Los Alamos, et comment « *ils avaient parlé longtemps, ce matin-là, près du lac* ». Robert Serber, lui, se souvient simplement d'un appel téléphonique de Berkeley pour tenir Compton au courant...

Mieux informés, d'autres préfèrent s'en amuser. Ainsi, Enrico Fermi qui, lui, « *ne croyait pas que c'était possible, bien sûr* »¹⁴ propose le jour même de l'essai à Los Alamos de parier sur le fait qu'il embraserait ou non l'atmosphère – et en ce cas, si le monde entier serait détruit, ou seulement le Nouveau-Mexique¹⁸ – « *juste pour relâcher la tension* »¹⁶. S'il se souvient que plusieurs personnes avaient accepté le pari, Bethe est certain de n'avoir lui-même jamais pas pensé à la question de l'embrasement de l'atmosphère au moment de l'essai : sa seule préoccupation était le bon fonctionnement de l'initiateur dont il avait eu la charge.

Et lorsqu'on lui suggère qu'en un sens, « *c'était un bon test de votre foi...* », il complète : « *– en la science.* »¹⁴

Mais la posture héroïque de Compton – ou est-ce le talent de Pearl Buck pour la mettre en scène dans un récit puissant ? – frappe bien plus les imaginations. C'est sa version légendaire qui marquera logiquement l'imaginaire collectif et que l'on retiendra durablement.



Arthur Compton à l'époque du projet Manhattan

18. G^{al} Leslie M. GROVES, *Now It Can Be Told*, New York, Harper, 1962, p.297.

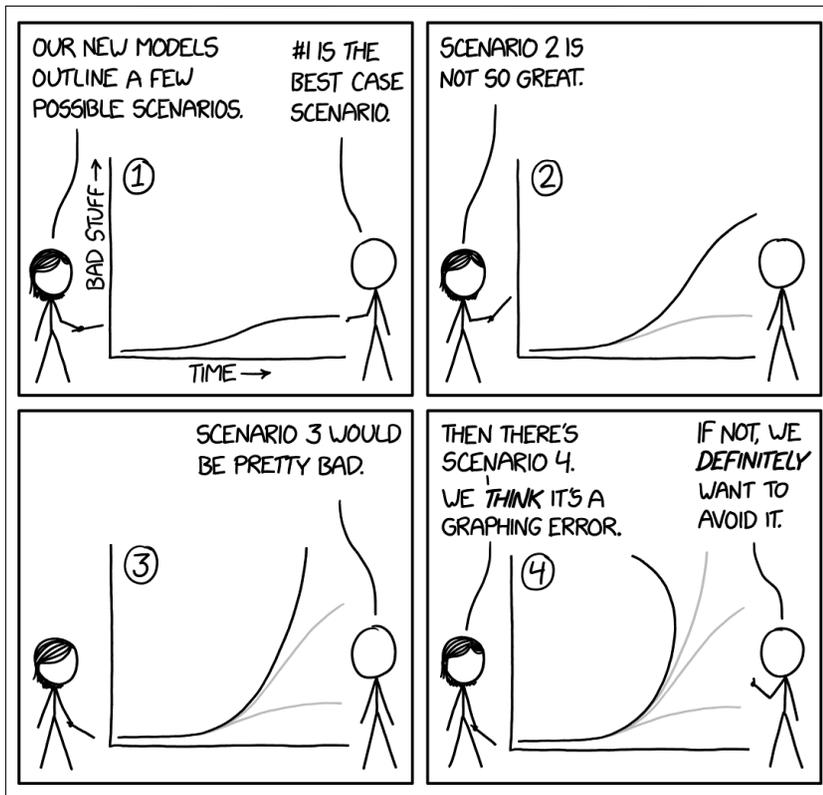
Le général Groves avait été « *assez contrarié* » par l'attitude de Fermi, qui assurait également que « *cela ne faisait aucune différence que la bombe explose ou non, parce que, du point de vue scientifique, l'expérience en valait la peine dans les deux cas* » – avant de réaliser qu'il plaisantait pour diminuer la tension, palpable sur le site.

Les incertitudes de Heisenberg

Lorsque les physiciens hongrois réfugiés aux États-Unis Leo Szilard et Edward Teller entreprennent en 1939 de convaincre Einstein, et par lui Roosevelt, de promouvoir un projet de développement de l'arme atomique, leur argument-clé est l'avance de la physique nucléaire allemande,¹ et plus encore de l'école allemande de physique atomique théorique. Celle-ci s'organisait en particulier autour de Werner Heisenberg, pionnier de la théorie quantique et inventeur de son formalisme omniprésent en physique atomique et subatomique.

La loyauté de Heisenberg envers les Nazis et son rôle – expert compétent, scientifique naïf, ou bien saboteur délibéré, voire Résistant secret ? – dans la quasi-absence de véritable programme de développement d'une bombe atomique en Allemagne nazie, restent très controversés.² On sait que l'une des inquiétudes du Ministre de l'Armement d'Hitler, Albert Speer, était que « *après avoir provoqué une fission nucléaire [...] le phénomène pouvait se produire sous forme de réaction en chaîne* » – et que Heisenberg « *ne lui avait pas donné de réponse concluante* » quant à la possibilité de le contrôler. Or « *apparemment* », même Hitler « *n'était guère enchanté à la pensée que, sous son règne, la terre pût être un jour transformée en un astre de feu.* »³

-
1. Celle de Paris, autour de Frédéric Joliot-Curie, était avant-guerre d'un niveau comparable en termes expérimentaux ; mais, dès 1940, Paris est en France occupée et Joliot a dispersé son équipe.
 2. Thomas POWERS, *Le Mystère Heisenberg. L'Allemagne nazie et la bombe atomique (Heisenberg's War. The Secret History of the German Bomb, 1993)* ; Paris, Albin-Michel, 1993.
 3. Albert SPEER, *Au cœur du III^e Reich (Erinnerungen, 1966)* ; Fayard, coll. Les Grandes études contemporaines, 1971, p. 322.



© xkcd.com, 2020

[En abscisse : « Le temps » ; axe des ordonnées : « Un truc désagréable »]

- [1] – Nos nouveaux modèles esquisseraient quelques scénarios possibles.
– Le premier est le cas le plus favorable.
- [2] – Le deuxième scénario n'est vraiment pas terrible.
- [3] – Le scénario numéro 3 serait assez désastreux.
- [4] – Enfin, voici le scénario 4. Nous **pensons** qu'il s'agit d'une erreur de tracé.
– Sinon, c'est quelque chose que nous tenons **absolument** à éviter...

[*Commentaire caché* : « N'oubliez pas que les modèles ne présentent pas des faits, ils servent à explorer une dynamique. Apparemment, ce dernier modèle explore celle d'un voyage dans le temps. »]

Faisceaux de scénarios plausibles : quel rôle pour la narration climatique ?

lancement : Éric Picholle

Les travaux du GIEC (Groupe d'Experts International sur l'Évolution du Climat),¹ qui a en particulier entrepris depuis 1988, de produire un discours de référence sur la dynamique du climat de notre planète, constituent l'un des efforts collectifs de la communauté scientifique les plus impressionnants des dernières années et lui ont très justement valu la reconnaissance d'un prix Nobel en 2007.

Certains commentateurs ont pu être surpris qu'il s'agisse d'un prix Nobel *de la paix*, partagé avec l'ancien vice-président américain Al Gore, « pour leurs efforts de collecte et de diffusion des connaissances sur les changements climatiques provoqués par l'homme et pour avoir posé les fondements pour les mesures nécessaires à la lutte contre ces changements. » De fait, cette récompense apparaît très différente, par exemple, des prix Nobel récompensant d'autres aventures scientifiques collectives de grande ampleur, comme la quête du boson de Higgs ou des ondes gravitationnelles,² où c'était avant tout la performance technique qui était récompensée.

-
1. Ou en anglais : IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Accessible en ligne : <http://www.ipcc.ch> (mars 2020).
 2. Nobel de physique 2013 : François Englert et Peter Higgs pour la découverte du « boson de Higgs ». Le grand collisionneur LHC du CERN, largement conçu à cet effet, avait été approuvé en 1994 et mis en service en 2008, pour un investissement international de 9 milliards d'euros ; 2017 : Rainer Weiss, Barry C. Barish & Kip Thorne pour l'observation par le détecteur LIGO des ondes gravitationnelles prédites par Albert Einstein... en 1916.

Or ce n'est pas le cas du GIEC, qui n'a accompli d'avancée foudroyante dans aucune des disciplines qu'il intègre – le problème de la modélisation du climat étant essentiellement la somme d'une myriade de cauchemars pour les spécialistes de chacune des douzaines de disciplines qui peuvent y intervenir et que, voici trente ans, il eut été simplement inimaginable de faire travailler efficacement ensemble.

Même en s'en tenant à la partie éventuellement réductible à la physique, « la météo », c'est une combinaison de problèmes hautement non linéaires, de dynamique des fluides pour ce qui va se passer dans les océans, avec des phénomènes chaotiques de turbulence que l'on maîtrise déjà très mal en eux-mêmes ; et de dynamique des gaz pour l'atmosphère, et de thermodynamique pour les échanges de chaleur entre les deux milieux ; cela, évidemment, sans compter la physico-chimie, qui régit la création ou la disparition de gaz comme le CO₂ ou l'ozone, qui à leur tour influencent considérablement, *via* l'effet de serre, la quantité de chaleur solaire reçue ; ni l'influence des vaches productrices de méthane sur l'écosystème marin ; ni encore, *a fortiori*, des problèmes vraiment difficiles, de politique, de sociologie, de psychologie, d'économie...

C'est le défi qu'a relevé le GIEC – et qui, toutes proportions gardées, n'est pas si différent de celui qui nous réunit à Peyresq... Mais l'échelle est toute différente : si le GIEC ne compte qu'environ 200 membres *stricto sensu*, ce sont aussi plusieurs centaines d'experts et de délégués des quelques 150 organisations observatrices qui assistent à ses réunions, qui n'ont pas vocation à créer de la connaissance, comme un organisme de recherche, mais à évaluer celles produites par la communauté scientifique dans toute sa diversité. Pour cela, le GIEC a dû inventer une méthode pour permettre à toutes ces entités de travailler ensemble, établir un consensus minimum pour travailler avec les mêmes données et les mêmes chiffres – et finalement aboutir à un discours commun d'expertise collective pour laquelle les gouvernements l'ont mandaté. Celui-ci passe nécessairement par des prédictions à moyen ou long terme sur le devenir de la planète, ainsi que par l'identification des paramètres sur lesquels il aurait pu être important de jouer pour éviter d'éventuelles catastrophes climatiques.

Presque miraculeusement, ce pari terriblement ambitieux a pour l'essentiel marché. Le GIEC a effectivement réussi à développer des

méthodes spécifiques, à fédérer toute une communauté et à acquérir une réelle légitimité politico-scientifique autour de ces questions. Celle-ci n'est pas encore suffisante pour que toutes les politiques nationales aillent dans le même sens, mais un consensus relativement large sur les objectifs à atteindre pour éviter certaines catastrophes semble désormais à peu près acquis.

Si l'on entre un peu plus dans le détail de ces nouvelles méthodes, la grande innovation du GIEC est la notion de *faisceau de scénarios plausibles*. D'entrée, le Groupement a en effet renoncé à adopter un modèle parfait susceptible de produire des prédictions quantitatives à long terme impeccables et univoques, au profit d'une série de variations autour d'une trame commune. Celles-ci permettent d'explorer et de prendre en compte des évolutions qui pourraient survenir dans certains domaines sans automatiquement invalider les hypothèses de base adoptées dans les autres. Un tel *scénario* n'est pas une prédiction, mais « une image alternative de la façon dont le futur pourrait émerger ». Un *faisceau* de scénarios plausibles, fondamentalement, c'est l'acceptation du fait que l'on sera incapable d'obtenir une précision complète dans tous les domaines simultanément, compte tenu du nombre de paramètres interdépendants, mais la revendication d'une capacité à se mettre d'accord sur une direction générale dans laquelle, sous des hypothèses raisonnables, l'ensemble devrait évoluer. Chaque extrapolation à partir d'une hypothèse quantitative particulière constitue un scénario. Chacun de ces scénarios dérive d'un modèle particulier, dont on peut faire varier les paramètres dans une certaine mesure – laquelle dépend évidemment du problème considéré : par exemple, une petite élévation de la température globale peut ne pas être vraiment pertinente pour l'océanographe, qui verra peut-être simplement les phénomènes qu'il étudie se déplacer un peu, mais tout changer pour les personnes qui habitent au bord de la mer dans un pays très plat...

Pour autant, le GIEC revendique une réelle capacité prédictive : il n'hésite pas à avancer une probabilité de 95% que l'évolution sur 50 ans (voire à l'échelle du siècle, en l'affirmant toutefois un peu moins fort) se situe dans les limites des faisceaux de scénario qu'il qualifie de « plausibles », par définition de ce terme. La méthode est désormais éprouvée ; voici une dizaine d'années que le GIEC publie des faisceaux de scénarios qui, pour l'instant, correspondent de façon assez satisfai-

sante aux évolutions effectivement observées. Il semble donc que l'on puisse aujourd'hui raisonnablement considérer cette méthode comme assez robuste et validée, au moins sur le court terme, pour fonder des décisions politiques sur les prédictions sanctionnées par le Groupe. La réussite est incontestable.

La notion de scénario ne va pourtant pas de soi pour un scientifique, pas plus que parler de plausibilité plutôt que d'incertitudes ne lui paraîtra naturel : en sciences, une prédiction d'un modèle quantitatif est une valeur précise, en général accompagnée d'une « barre d'erreur ». Le syntagme même de « scénario plausible » n'était donc pas du tout une évidence au moment où le GIEC l'a proposé. Par surcroît, non seulement tous les modèles ne sont pas susceptibles de fournir des prédictions quantitatives, mais le climat est même devenu le système chaotique par excellence, avec la métaphore³ du battement d'aile de papillon au Brésil qui provoquerait une tornade au Texas.

Un modèle climatique ne saurait donc être prédictif dans l'absolu, mais seulement sous certaines hypothèses, et pour certaines échelles spatiales et temporelles, liées aussi bien à la résolution des données de mesures qu'on lui propose en entrée qu'aux limites des capacités de calcul qui lui sont affectées. Ainsi, Météo France, qui dispose traditionnellement d'ordinateurs parmi les plus puissants du moment, est aujourd'hui capable de prédire avec une très bonne probabilité le temps qu'il fera dans huit jours à Peyresq, voire à quinze jours avec une moindre fiabilité (voici 30 ans, le terme aurait plutôt été de trois ou quatre jours...); mais, sur quelques mois, l'organisme se risque seulement à avancer des « tendances saisonnières » : on n'avait aucun moyen de savoir à l'automne, lors du choix de la date de ces journées, de quel ensoleillement elles bénéficieraient... ou non.

On retrouve une progression du même ordre à l'échelle globale. Les prédictions à court terme – c'est à dire, pour le GIEC, à dix ou vingt ans – apparaissent très fiables, l'essentiel des décisions qui auront une influence significative sur le climat à ce terme ayant déjà été prises. Sauf cataclysme, imprévu majeur comme une guerre mondiale, on peut prévoir assez précisément ce que seront le climat, la température et le niveau des eaux dans vingt ans. C'est déjà un peu plus flou si l'on raisonne à moyen terme, par exemple à cinquante ans : des évolutions

3. Proposée dès 1972 par Edward Lorenz.

déjà en germe, mais dont l'importance n'est pas nécessairement encore identifiée, voire de pur novums encore à venir, peuvent constituer des paramètres pertinents, voire cruciaux, des modélisations à ce terme. À l'échelle du siècle, *a fortiori*, il devient presque certain que de tels éléments seront devenus déterminants : l'histoire humaine, du climat mais aussi de l'humanité en général, y est largement déterminée par des événements singuliers dont on est incapable de prédire non seulement où et quand ils adviendront, mais aussi quel sera leur apport, plutôt qu'elle ne suit une évolution régulière et prévisible.

Il suffit pour s'en convaincre de se souvenir de la vision du monde dominante au début du ^{xx}e siècle : même si les technologies de l'automobile ou de l'aviation commençaient à émerger, elles étaient balbutiantes et aucunement associées au climat ; et nul n'aurait pu prévoir l'énergie ou les armes nucléaires, le tourisme de masse ou les guerres qui ont modifié en profondeur les paramètres démographiques aussi bien qu'économiques ou industriels. Eût-on même disposé alors des mêmes outils et méthodes que le GIEC actuellement, personne n'aurait pu prévoir le monde qu'on connaît aujourd'hui, en prolongeant ou en extrapolant des courbes à partir de ce que l'on connaissait à l'époque. Ce qui, en vertu de la « loi des grands nombres », peut marcher pour des phénomènes raisonnablement monotones et continus ne fonctionne plus pour les nombreux phénomènes singuliers, de faible probabilité *a priori*, qu'a connus le ^{xx}e siècle, comme en connaîtra presque certainement également le ^{xxi}e, des révolutions scientifiques et des coups de génie individuels à l'émergence d'un nouveau prophète, en passant par les inévitables accidents géopolitiques, même s'il n'est pas interdit de rêver à une révolution scientifique de la sociologie et de la science politique qui nous permettrait d'éviter définitivement toute guerre...

Or si une approche de type GIEC, par construction, se limite aux scénarios « plausibles » et renonce à prendre en compte les innombrables scénarios singuliers imaginables, de basse plausibilité, se saisir de ces derniers et les explorer ne pourrait-il pas être l'un des rôles de la science-fiction ? En effet, si un auteur de SF ne peut, pas plus qu'un créateur de modèle scientifique, prévoir quel génie va apparaître pour tout changer, et comment, il peut en revanche mettre en récit l'apparition d'un tel génie, et ainsi discuter les conditions qui vont favoriser son émergence ou au contraire la plomber. N'ayant pas de comptes à

rendre sur la plausibilité de ses scénarios, la science-fiction peut, elle, se permettre d'en explorer des plus improbables.

La science-fiction apparaît de ce point de vue complémentaire de l'approche « scientifique », ou néo-scientifique, interdisciplinaire du GIEC, et la somme des deux types de scénarios pourrait bien, suggère le modérateur, nous donner une vision un peu plus large et finalement plus crédible sur le long terme du futur du climat de notre planète. Ne pourrait-on pas même élargir la question de l'utilité de la SF à tous les types de modélisation un peu complexe que l'on peut rencontrer aujourd'hui, suggère le modérateur.



Faire ce que l'on veut, modéliser ce que l'on peut...

Franck Grammont souligne un danger potentiel de l'évocation d'événements singuliers susceptibles de résoudre le problème du réchauffement climatique : on peut alors être tenté de parier sur un miracle à venir, et continuer « à faire ce qu'on veut » en attendant. Pour lui, c'est une des bases du raisonnement de nombre de climato-sceptiques américains, persuadés que l'on trouvera une solution comme on en a toujours trouvé aux difficultés passées, qu'on inventera des moyens techniques de piéger le gaz carbonique excédentaire, etc. D'une certaine façon, cela pourrait également constituer un « filon » pour les auteurs de SF, dont les récits spéculatifs seraient d'autant mieux reçus qu'ils encouragent cette forme de paresse intellectuelle...

Claude Ecken rencontre régulièrement une attitude similaire lorsqu'il intervient dans des écoles. Il se souvient ainsi d'un enfant de onze ou douze ans qui, alors qu'il évoquait le réchauffement climatique, lui avait rétorqué que « on va bien trouver quelque chose dans vingt ou trente ans ! » Il avait alors expliqué à la classe que c'était leur génération qui, dans vingt ou trente ans, serait en charge d'imaginer ces solutions scientifiques, et que c'était donc à eux de « s'y mettre » et de commencer à prendre conscience du problème, plutôt que de s'en remettre à un « on » indéfini... Pour Claude, les solutions seront certainement collectives et il reste dangereux de se reposer sur un unique génie hypothétique.

Estelle Blanquet notant que tous les événements singuliers ne sont pas positifs, comme l'apparition d'un possible supervirus précédem-

ment évoquée par Franck,⁴ ce dernier admet que la prise en compte, en plus des scénarios plausibles du GIEC, des nombreux scénarios naturels susceptibles d'empirer la situation, comme l'explosion d'un énorme volcan, pourrait en effet permettre « *des prédictions en mieux* ».

Les spécialistes de la modélisation climatiques seraient *a priori* capables d'adapter leurs modèles à n'importe quel événement singulier, positif et ou négatif – y compris une invention géniale indéfinie permettant de baisser d'un seul coup de 10% la quantité de CO₂ dans l'atmosphère – du moment que l'on est capable de l'imaginer, assure Daniel Hennequin. Pour Éric Picholle, toutefois, s'il serait en effet techniquement possible de développer la plupart des *modèles* scientifiques pertinents, c'est beaucoup moins évident en ce qui concerne les *scénarios* correspondants, au sens des scénarios plausibles dûment cautionnés par le GIEC. Ce dernier point suppose en effet un maintien du consensus que cette organisation a réussi à maintenir sur ses méthodes de travail ; or son plus grand mérite, et la plus grande difficulté qu'elle a dû résoudre, était de faire travailler ensemble des gens de spécialités très différentes, ce qui n'a été possible qu'avec la concession de la plausibilité.

Ce type de consensus par le plus petit dénominateur commun est probablement inévitable lorsqu'il s'agit de faire travailler ensemble des spécialistes, chacun avec ses intérêts spécifiques, voire ses idées fixes, et souvent sa forte personnalité, remarque Estelle Blanquet. L'exploration de scénarios singuliers aurait selon Éric toutes les chances de le briser, dès lors que l'un des partenaires contesterait obstinément la légitimité même d'une hypothèse – « *Alors là, mon cher, vous êtes en pleine science-fiction* », comme disait l'Homme raisonnable de Gotlib.

La combinatoire des événements singuliers correspondant aux priorités de chacun est en outre explosive, remarque Franck Grammont : on

4. Cf. « Récits & apocalypses climatiques », p.109-131. Une discussion s'ensuit sur ce qui peut ou non être considéré comme un événement « positif » en matière de réchauffement climatique, mettant en évidence l'ambiguïté de la question. Ainsi, remarquent Daniel Hennequin et Pascal Thomas, des éruptions volcaniques ont pu, historiquement, induire plutôt un refroidissement climatique, voire des épisodes de « petites glaciations » ; plus récemment, une éruption majeure en Indonésie a pu induire une famine terrible en Irlande à la fin du XVIII^e siècle. De même, ironise Éric Picholle, l'apparition d'un supervirus qui réduirait drastiquement la population humaine pourrait constituer, du point de vue climatique, un événement positif réduisant radicalement la contribution humaine aux mécanismes de réchauffement...

peut non seulement en imaginer de toutes sortes, « *un tremblement de terre ici, une éruption là* », mais les faire advenir à différents moments, en concurrence ou se renforçant mutuellement, *et cetera ad libitum*.

Jean-Jacques Régnier s'inquiète pour sa part du risque de paralysie induit par la recherche systématique du consensus sur une position de prudence. Sans contester les inconvénients de la procédure du GIEC, loin d'être idéale, Éric souligne que c'est toutefois la seule aujourd'hui à produire des prédictions raisonnablement fiables sur le climat : tout le monde rêve d'une meilleure méthode – y compris, pour les physiciens, d'une approche réductionniste qui se résumerait à un modèle purement analytique –, et beaucoup en ont proposé, mais ce sont les innovations méthodologiques du GIEC qui ont abouti à une procédure généralement acceptée.

Non linéarités et boucles de rétroaction

Bien qu'il partage en bonne partie l'admiration du modérateur à l'égard des réalisations du GIEC, Claude Lobry souligne pour sa part les réserves, voire le scepticisme, de nombreux spécialistes des systèmes complexes, physiciens et automaticiens en particulier, quant à la possibilité même de modéliser un système aussi complexe que le climat de la Terre. Généralement peu impliqués – car paradoxalement peu sollicités – dans le GIEC, ceux-là savent en effet d'expérience, depuis très longtemps, la difficulté de modéliser des systèmes même beaucoup plus simples et limités (usines, process industriels, etc.), dès lors qu'interviennent de nombreux types d'interactions non linéaires et de rétroactions que l'on ne maîtrise pas tous, une interaction négligeable dans la plupart des conditions pouvant s'avérer dominante dans une configuration particulière, etc. La loi de Murphy, contrainte de base de toute ingénierie, tend en effet à modérer l'optimisme quant à la robustesse des modèles climatiques, admet Éric Picholle.

L'une des difficultés classiques^{5a} de la dynamique non linéaire, et donc de la modélisation climatique, est la présence de phénomènes

5. (a) On peut en faire remonter l'intuition au régulateur à boules du carnet d'ingénieur de Francesco di Giorgio Martini (1439-1502), théorisé par James Watt en 1788, puis par la « Cybernétique » de Norbert Wiener dans la première moitié du xx^e siècle, et plus généralement à l'automatique moderne, dont un principe de base est qu'on ne peut contrôler un système que par des rétroactions négatives, une rétroaction positive tendant au contraire à le faire diverger. (b) Comme par exemple dans les lasers, archétypes des systèmes non linéaires à rétroaction positive.

de rétroaction, positive ou négative. Ainsi, explique Frédérique Rémy, l'élévation de la température augmente l'évaporation, donc la formation de nuages ; si ceux-ci sont bas, ils augmenteront à leur tour l'effet de serre, ce qui provoquera une nouvelle élévation de la température, etc. (rétroaction positive) ; en revanche, s'ils sont haut, cette séparation induira un refroidissement (rétroaction négative). Certains spécialistes du climat commencent aujourd'hui à parler de rupture, d'effets de seuil^{5b} liés à ces rétroactions positives, avec un possible effet « boule de neige » provoquant une divergence plus rapide que prévu des scénarios du GIEC.⁶

Un exemple de modélisation scientifique : les stations d'épuration

Pour illustrer les limites actuelles de la modélisation scientifique, dès lors que la science tente de dépasser les questions qu'elle se pose à elle-même à l'intérieur des laboratoires de recherche et de s'intéresser à des systèmes concrets, Claude Lobry propose l'exemple des stations industrielles d'épuration de l'eau.

Leur principe repose sur un écosystème microbien complexe, et en particulier la présence de bactéries qui « flocculent », c'est-à-dire s'agrègent aux impuretés présentes dans l'eau pour former une sorte de boue qui les entraîne au fond du bassin, laissant l'eau propre. C'est un système important et éprouvé, largement étudié et modélisé depuis une quarantaine d'années au moins, et qui relève de la « science dure », de la biologie moléculaire, avec des bactéries que l'on peut étudier en laboratoire, etc. Pour autant, on ignore toujours pourquoi, de temps à autre, il arrive que les bactéries ne veuillent plus flocculer. L'épuration de l'eau cesse alors d'être efficace. Plusieurs grands laboratoires se consacrent à ce problème dans le monde depuis plusieurs décennies, dont un laboratoire de l'INRA d'une quarantaine de personnes à Narbonne. Pourtant, si l'on espère toujours trouver une meilleure solution, on n'en a aujourd'hui pas d'autre que de réinitialiser le système, de désamorcer la station et de la réensemencer.

6. Dans un rapport publié le 8 octobre 2018 (après cette table ronde donc), le GIEC appellera en effet à un « effort sans précédent » pour contenir le réchauffement global en-deçà de 1,5°, du fait d'une menace d'emballement au-delà. Accessible en ligne : <http://www.ipcc.ch/report/sr15/> (mars 2020).

De nombreuses fictions jouent sur ces effets d'emballlement. Frédérique évoque le scénario du *Jour d'après*,⁷ avec une glaciation brutale aux États-Unis et en Angleterre, liée à une bifurcation du *Gulf Stream*⁸. Pour Daniel Tron, l'idée de rupture tient toutefois surtout lieu, dans ce film, de vernis d'exactitude scientifique permettant de recycler des scénarios déjà anciens, sur le mode « *vous voyez, ils nous ont donné raison* ». Ugo Bellagamba évoque pour sa part la planète entièrement terraformée du *Ventus*⁹ de Karl Schroeder ; le climat y était réglé par des IA d'ingénierie planétaire travaillant en interaction très précise entre le contrôle des océans, de la qualité de l'air, etc., mais on finissait par oublier l'existence de ces machines invisibles.

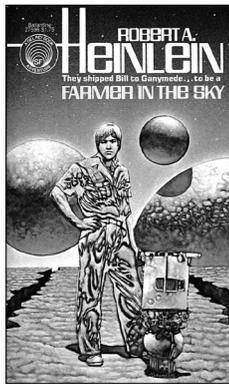


Illustration de
Lee ROSENBLATT



Illustration de
Gilles FRANCESCO

Déplacer les consensus

Robert Heinlein avait évoqué dès 1950 la complexité et la fragilité des équilibres climatiques et écologiques, rappelle Estelle Blanquet : *Pommiers dans le ciel*¹⁰ décrivait en effet la terraformation de Ganymède, avec la construction méthodique d'un écosystème, la roche étant pulvérisée puisensemencée avec des bactéries soigneusement triées, etc. – la connaissance parfaite des espèces qu'on y a placées permettant une modélisation précise de cet écosystème simplifié, remarque Éric Picholle. Puis une panne des machines régulant le climat induit une

7. *Le Jour d'après* (*The Day After Tomorrow*), réalisation : Roland Emmerich, XX^e Century Fox prod., U.S.A.

8. New York (latitude 40°42' Nord) est bien plus au sud que Nice (43°42' Nord), rappelle Franck Grammont.

9. Karl Schroeder, *Ventus* (2000) ; Folio SF, 2005.

10. Robert A. Heinlein, *Pommiers dans le ciel* (*Farmer in the Sky*, 1950) ; Mame éd., coll. Succès Anticipation, 1958.

violente tempête et une chute de la température jusqu'à -40°C pendant quelques jours... et tout est à recommencer. Pour Estelle, c'est une expérience de pensée utile et bien conçue, autour d'un scénario que les seules méthodes du GIEC n'auraient pas permis de construire.

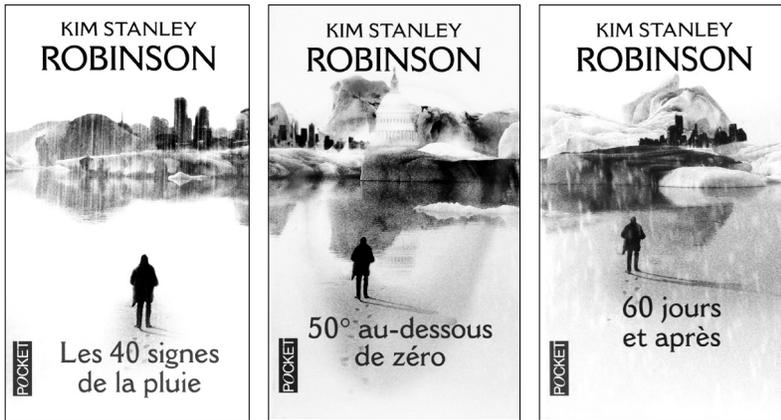
Ce ne sont en effet pas les scientifiques, mais les écrivains de science-fiction spéculative qui apporteront le plus d'idées neuves et imagineront des scénarios improbables qu'il pourra être intéressant de modéliser plus quantitativement, acquiescent Daniel Hennequin et Claude Lobry. Pour Simon Bréan en revanche, demander aux littéraires d'inventer une justification à des scénarios que les scientifiques ont envie d'explorer, « *ce n'est plus de la science-fiction, c'est de la pensée magique !* ».

La fonction de déplacement des consensus par la SF pourrait par ailleurs être essentielle en termes de « démocratie scientifique », remarque Claude Lobry. À partir d'une certaine échelle, de nombreux arbitrages ne peuvent être établis par consensus au sein de la communauté, du fait de l'hétérogénéité de cette dernière et de la diversité des enjeux. Faut-il investir dans le développement des technologies de fusion, qui pourraient à terme offrir une énergie propre et illimitée, ou est-il plus urgent de comprendre le rôle de la biomasse dans les océans ? La réponse des océanographes sera certainement différente de celle des spécialistes de la fusion... Or, pour Claude, il est important que ces décisions soient prises, et de la manière la plus démocratique possible. Des scénarios montrant les effets, non pas directement du réchauffement climatique, mais de prises de décisions non démocratiques, pourraient contribuer à une prise de conscience plus large de ces enjeux.

De même, il pourrait être intéressant que des fictions mettent en scène le fait qu'une entreprise humaine aussi complexe et fragile que le GIEC pourrait se mettre à dysfonctionner. La plupart des scientifiques comprennent et ressentent ce risque, sans nécessairement pouvoir en parler facilement de l'intérieur de l'institution scientifique, ni en analyser les éventuelles conséquences. Il en va de même pour la mise en évidence des effets d'une absence de décision, remarque Estelle Blanquet, qui évoque une nouvelle de Jean-Claude Dunyach, « Mémo pour action »,¹¹ où une société bureaucratique de dinosaures se renvoie de service en service et de formulaire en formulaire toute prise de décision concernant la météorite qui va les détruire.

11. Jean-Claude DUNYACH, « Mémo pour action » (1998) ; in *Dix jours sans voir la mer*, Nantes, L'Atalante éd., 2000, pp. 103-108.

Kim Stanley Robinson avait pour sa part basé sa solide trilogie climatique,¹² à l'époque de George Bush, sur l'hypothèse optimiste de l'élection d'un Président des États-Unis sensible aux travaux des climatologues. Avec celle de Barack Obama, se rappelle Anouk Arnal, on a donc un instant le « *vague espoir* » que la réalité rejoignait cette fiction très documentée qui tentait d'adapter les scénarios les plus optimistes du GIEC à la réalité du monde actuel...



Illustrations de Marko TARDITO

La question du comment en littérature...

Irène Langlet propose d'envisager le rôle des écrivains de SF d'une façon un peu plus large que de simplement décrire et raconter, ou même inventer, des scénarios singuliers tout en maintenant une certaine plausibilité, le respect d'une sorte de contrat méthodologique auquel toute infraction risquerait de briser le consensus. Pour elle, la littérature peut aussi être une recherche d'interactions culturelles susceptibles de déplacer les marges du plausible, qui n'a rien d'intemporel. Ainsi, un phénomène sociologique aussi basique que le fait que « *les femmes ont un cerveau* » pouvait paraître, il y a un siècle, aller à l'encontre d'un consensus de la communauté scientifique, qui a heureusement évolué depuis.

Au-delà des idées que la science-fiction peut susciter ou propager, Irène s'interroge sur la forme optimale d'une fiction climatique pour

12. Kim Stanley ROBINSON, *Les Quarante signes de la pluie* (*Forty Signs of Rain*, 2004) ; *50° au-dessous de zéro* (*Fifty Degrees Below*, 2005) ; *Soixante jours et après* (*Sixty Days and Counting*, 2007) ; Pocket, coll. SF/Fantasy, 2011.

qu'elle déplace les consensus au sein de groupes comme le GIEC, qu'elle fasse évoluer les représentations culturelles, ou encore qu'elle participe à l'acculturation de tel ou tel réflexe. Ainsi, on pourrait imaginer que la forme mosaïque s'avère mieux adaptée qu'une intrigue linéaire à la complexité de fictions qui tenteraient de prendre en compte le nombre considérable de variables intervenant dans la question climatique. Ou encore s'intéresser au phénomène formel assez spécifique à la SF que constituent les petits exergues associés à des textes fictifs comme l'*Encyclopedia Galactica* chez Asimov¹³ ou les textes de plus en plus variés qui introduisent les différents chapitres de *Dune*,¹⁴ et qui posent un certain nombre d'éléments qui restent un peu en suspens dans l'esprit du lecteur avant que la narration ne commence – ou non – à les expliquer. Il conviendrait en outre, ajoute Simon Bréan, de prendre en compte dans cette équation la question du support, dans la mesure où, aujourd'hui, la diffusion de l'audiovisuel, cinéma et séries télé, est beaucoup plus large que celle de la littérature, et donc leur impact sur la culture commune plus significatif. Celui-ci ne se limite d'ailleurs pas à des questions d'accessibilité, ou même de qualité : il y a pour Simon un impact particulier lié à la façon dont le récit est configuré.

Au début des années 2000, un groupe de théoriciens de la littérature, autour des ateliers de Fabula¹⁵ sur la « théorie des textes possibles » avait imaginé de quadriller, après les travaux de Gérard Genette, toutes les combinaisons formelles possibles pour identifier ce qui n'avait pas encore été fait en littérature, ou très peu – des romans écrits au futur simple, ou qui croiseraient une temporalité au passé et un point de vue actuel, etc. – et, le cas échéant, se demander à quel genre d'histoires correspondraient les éventuelles « cases blanches »¹⁶ que personne n'a encore explorées, et donner ainsi des idées aux écrivains.

13. Isaac ASIMOV, Cycle de *Fondation*. Par exemple « Les Encyclopédistes » (« The Encyclopedists », 1942) ; repris in *Fondation*, tome 1, Folio SF, 2015.

14. Frank HERBERT, *Dune* (1965) ; Presses Pocket, coll. SF/Fantasy, 2016. Presque tous issus du même livre dans le premier volume du cycle, les exergues finissent par y suggérer une vaste bibliothèque imaginaire.

15. Lancé en 1999 par Alexandre Gefen et René Audet, Fabula est une association de chercheurs (loi de 1901) s'intéressant à l'articulation entre théorie et histoire littéraires, rassemblés autour d'un site Internet : <http://www.fabula.org> (mars 2020).

16. Par exemple d'un tableau à deux entrées avec d'un côté l'énonciation et de l'autre la structure temporelle, dont on cocherait les cases à partir du corpus disponible — « OK : *Butor a fait ceci ; Robbe-Grillet a fait cela ; et Kim Stanley Robinson ?* », explique Irène Langlet.

Ne pourrait-on pas, propose Irène Langlet, s'inspirer de leur exemple et identifier ce qui a été fait en SF, et surtout ce qui a été efficace dans tel ou tel contexte ? Jean-Louis Trudel évoquant les *42 210 univers de la SF*,¹⁷ où Guy Bouchard avait fait un effort de combinatoire de cet ordre, Irène explique que, si elle appuie ses propres analyses sur les catégories identifiées par Richard Saint-Gelais,¹⁸ l'idée serait plutôt ici de s'inspirer de ce qui a été fait en littérature générale. Ainsi, à partir de la question de la possibilité d'un traitement autoritaire et totalitariste de la question climatique soulevée lors de la précédente session, on pourrait s'interroger sur l'existence d'écofictions analysant ce type de scénarios.¹⁹

Pour Irène, il est donc important d'associer d'emblée la forme et le fond. La focalisation sur les seules idées, outre qu'elle appauvrit le débat, induit en effet pour la littérature le risque de tomber dans le roman à thèse et la littérature édifiante ou, pire peut-être, celui du conformisme. Pour autant, elle ne voit rien d'infamant à trouver également de l'utilité à la littérature, qui a en effet, à de nombreux moments de son histoire, été mise à contribution pour faire évoluer la conscience collective dans un sens ou dans un autre.²⁰ Bien au contraire, elle trouve passionnante la question que ce débat lance à la littérature et aux écrivains, le défi de fournir des idées au GIEC ou de se substituer aux scientifiques lorsqu'ils déclarent forfait ; mais y répondre de façon pertinente implique pour elle un questionnement sur la forme : Qui parle ? Comment ? Comment ce qui est transmis est-il transmis, comment ce qui est configuré est-t-il configuré, en termes de fiction ?

La nécessité de croiser les questions de la forme et du fond apparaît à Éric Picholle comme une évidence dans le contexte peyrescan des Journées Sciences & Fiction, résolument interdisciplinaires et dont tous les participants sont des lecteurs pénétrés de l'intérêt artistique de la littérature, et souvent aussi de l'utilité de celle-ci. Il exprime toutefois

17. Guy BOUCHARD, *Les 42 210 Univers de la science-fiction*, Québec, Le Passeur éd., coll. Essais, 1993.

18. Richard SAINT-GELAIS, *L'Empire du pseudo. Modernités de la science-fiction*, Québec, éd. Nota Bene, 1999.

19. ... et dont un exemple pourrait être, d'après Jean-Louis Trudel, le récent *The Avengers : Infinity War*, (2018, réalisation : Anthony & Joe Russo, Marvel Studios prod., U.S.A.).

20. Jean-Louis Trudel propose ainsi l'exemple de *La Case de l'oncle Tom*, d'Harriet Beecher STOWE [*Uncle Tom's Cabin*, 1952 ; Folio Junior, coll. Textes classiques, 2017].

une crainte symétrique de celle d'Irène, que la focalisation sur la seule forme de certains théoriciens de la littérature n'appauvrisse le débat en empêchant trop souvent toute approche jugée « utilitariste », alors même que celle-ci nécessite également une réflexion formelle.

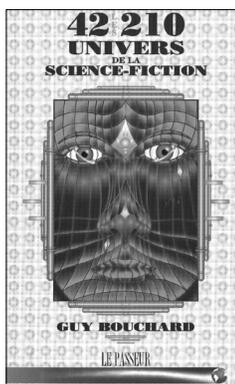


Illustration
Les Graphoïdes

... et en sciences

La revue systématique de la « littérature antérieure », au sens du jargon scientifique, l'identification de ce qui a déjà été fait et, surtout, de ce qui ne l'a pas encore été, est déjà l'une des bases du travail du chercheur scientifique, remarque Franck Grammont, pour lequel « *la science, c'est de la forme, de la syntaxe, des contraintes syntaxiques* », une méthode contrainte par des règles formelles qui permet d'accéder à des connaissances, non ces connaissances elles-mêmes. Pour lui, on ne peut même rien affirmer sans preuve en tant que scientifique, si ce n'est en faisant référence à des travaux antérieurs validant ce que l'on affirme. À partir de là, la communauté scientifique développe toute une combinatoire des conditions expérimentales ou d'observation, des paramétrages possibles du modèle, etc.

Si la science est une méthode qui permet d'accéder à la connaissance, on peut également considérer la fiction comme une méthode permettant de prendre en compte le paramètre humain, la façon parfois irrationnelle dont les hommes se comporteront dans telle ou telle situation, et que les modèles de type GIEC ont bien du mal à prendre en compte, suggère Claude Ecken. La mise en scène de scénarios fictionnels, qui permet d'explorer la façon dont des humains pourraient fonctionner au sein d'une société donnée lui apparaît complémentaire d'une réflexion plus générale sur l'individu et ses comportements. On est bien ici au cœur du problème de la modélisation, remarque Éric Picholle.

Il est néanmoins nécessaire de distinguer l'efficacité d'un travail, littéraire ou scientifique, selon que l'on considère sa capacité soit à faire comprendre, soit à faire agir, ce qui peut supposer des outils et des contraintes formelles différents, même si la SF peut se donner les deux objectifs. Pour Franck Grammont, dans le premier cas, on travaillera plutôt sur le fond, les idées qu'il s'agit de transmettre ; et dans le second plutôt sur la forme, quitte à orienter le débat sur des aspects psychologiques et cognitifs. Parfois même, selon lui, vaut-il mieux ne pas trop comprendre pour agir ! Cette acception du terme « forme » n'est toutefois pas exactement la même que celles qu'employaient Irène, plus technique, ou encore Claude Ecken, pour lequel la meilleure forme est celle qui aboutit « *au récit le plus impactant* ».

Des outils pour changer les comportements

Paradoxalement, les programmes de l'école primaire tendent aujourd'hui à regrouper avec les sciences toutes sortes d'« Éducation à » – à la santé, au développement durable, etc., énumère Estelle Blanquet, pour laquelle ils exemplifient cette tentation de faire agir sans forcément faire comprendre, à l'opposé exact du projet de la science. De même, en Suisse, l'épouse d'Anthony Vallat, qui enseigne l'écologie à des élèves en lycée professionnel, est censée non seulement transmettre des connaissances scientifiques, mais aussi sensibiliser les élèves aux problématiques écologiques et modifier leurs mentalités et leurs comportements, « *entre la morale, le catéchisme et la description objective* »... Anthony lui-même se voit proposer, pour aborder « le développement durable » en classe de philosophie, d'évaluer et de noter le mode de vie de ses élèves !²¹

Claude Ecken évoque pour sa part des associations qui tentent de « démocratiser la science » en combinant compréhension des enjeux scientifiques du moment et implication par des débats « citoyens ». Il a ainsi composé pour *Vivagora* trois scénarios alternatifs donnant chacun tous les éléments pertinents concernant la biologie de synthèse ; lus par des groupes différents, ceux-ci les avaient retravaillés avant de les confronter dans un débat général très intéressant...

La fiction, qui permet tout à la fois de jouer sur le *pathos*, de faire rire et de faire comprendre, fournit en effet des points de départ fructueux

21. Option du Plan d'étude qu'il qualifie « *d'Éco-Big-Brother, de l'ordre du catéchisme* » et ne pratique bien sûr pas, pas plus qu'aucun de ses collègues de Suisse romande.

pour la discussion ou même pour des « démarches d'investigation » pédagogiques, ainsi qu'au meneur de jeu ou à l'enseignant des leviers précieux pour les orienter subtilement, explique Estelle Blanquet. Elle-même utilise volontiers *La Saison de la colère*,²² dont elle fait lire des extraits aux enseignants qu'elle forme. Ce court roman, qui présente plusieurs niveaux de lecture, permet aussi bien, « *en mode cours* », d'aborder en profondeur certains aspects du développement durable – ou plutôt de la *gestion durable*²³ –, que de se contenter d'y sensibiliser rapidement les participants, « *en racontant des choses* » – comme la scène pleine d'émotion de la disparition du dernier ours polaire ou, en jouant sur l'humour, celle où le fils d'un écologiste extrême, qui n'en peut plus, explique qu'il a « *dû être conçu dans le noir, pour économiser l'énergie* »... C'est une stratégie particulièrement efficace pour faire passer un message en articulant le fond et la forme dans une fiction.

Au-delà de l'ingéniosité de nombreuses initiatives locales de ce type, qu'elles émanent d'associations, d'enseignants ou de scientifiques, Claude Lobry s'effraie toutefois du faible écho de ces questions, et plus généralement des questions d'ordre scientifique, au niveau du grand public. Pour lui, « *la grande presse ne fait pas son boulot* ». Même un journal de référence comme *Le Monde* n'y consacre qu'une part dérisoire de ses colonnes, et de son budget. Peut-être l'un des rôles de la science-fiction pourrait-il être de montrer à quoi s'expose une société dans laquelle on les prend aussi peu au sérieux ?

Simon Bréan constate également la faible résonance des récits éco-climatiques avec l'esprit contemporain, voire leur impuissance à produire des idées vraiment nouvelles et motivantes, au-delà de leur capacité à être dans l'air du temps et à mettre en scène les préoccupations contemporaines. Cela vaut d'ailleurs aussi bien pour la littérature que pour le cinéma, très peu de films ou de séries de grande diffusion développant la question du changement climatique, alors que de très nombreux documentaires y sont consacrés, sur le mode « il y a danger, réagissons ! ».

22. Claude ECKEN, *La Saison de la colère* (2008) ; Nice, éd. Somnium, coll. Hyperboles, 2012.

23. Claude Ecken explique être très attentif au vocabulaire qu'il utilise. Or un développement *ad vitam aeternam*, qui durerait indéfiniment, n'aurait aucun sens dans une Terre aux ressources finies. Il essaie donc d'implanter dans l'esprit de ses lecteurs l'expression de « gestion durable » qui lui semble préférable à « développement durable ».

Mad Max et les pingouins

Le danger perçu change d'ailleurs selon les époques – dans les années 1950 et 1960, les scénarios post-apocalyptiques postulaient une guerre nucléaire ; dans les années 1970, un épuisement des ressources, avec en particulier *Soleil vert*²⁴ ; dans les années 1990, la prémisse plausible impliquait plutôt un virus et l'on pourrait sans doute trouver, présume Daniel Tron, quelques téléfilms des années 1980 sur le trou dans la couche d'ozone...²⁵

Au cinéma, la question climatique apparaît toutefois plus souvent en arrière-plan, ou encore comme point de départ, comme récemment dans *Interstellar*²⁶. Le film est construit sur les premières notions de rupture et d'accélération de l'effondrement des écosystèmes par interaction. On voit l'évolution de la situation, sur plusieurs générations, du grand-père qui se souvient avoir mangé autre chose que du maïs, à l'arrière-petit-fils malade...

Le succès du *Jour d'après* apparaît comme une exception, correspondant à un phénomène éditorial, l'énorme succès d'un roman éco-catastrophiste de Whitley Strieber²⁷ que Daniel Tron a du mal à raccorder à de la SF plausible.

La question informe également par exemple, explique Daniel Tron, toute la carrière d'un cinéaste comme George Miller, dont le fil rouge est l'éducation des enfants à l'écologie et au respect des animaux. Miller a été parmi les premiers à présenter au grand public, avec *Mad Max*,²⁸ un monde post-apocalyptique, la civilisation s'étant effondrée par épuisement du pétrole (le plus récent épisode,²⁹ trois décennies plus tard, étant beaucoup plus orienté sur la gestion des ressources, remarque Simon Bréan). Mais c'est le même qui, avec *Babe*,³⁰ tente de

24. *Soleil vert (Solyent Green)*, 1973, réalisation : Richard Fleischer, M.G.M. prod., U.S.A.

25. De ce point de vue, remarque Simon Bréan, il est intéressant qu'un film à succès aussi récent que *Seven Sisters* [*The Seven Sisters*, 2017, réalisation : Tommy WIRKOLA, Nexus Factory prod., Royaume-Uni, France & Belgique] retombe sur le danger démographique. Tout d'un coup, ce serait les femmes qui feraient peur ?

26. *Interstellar*, 2014, réalisation : Christopher Nolan, Syncopy film prod., U.S.A. & U.K.

27. Art Bell & Whitley Strieber, *Le Grand dérèglement du climat (ou l'année de la supertempête)* (*The Coming Global Superstorm*, 1999) ; Le Jardin des livres éd., 2005.

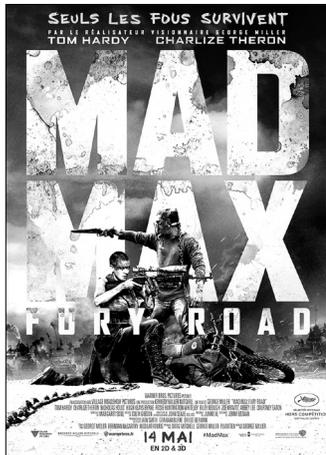
28. *Mad Max*, 1979, réalisation : George MILLER, Warner Bros, Australie.

29. *Mad Max : Fury Roads*, 2015, réalisation : George MILLER, Warner Bros, Australie & U.S.A.

30. *Babe, le cochon devenu berger (Babe)*, 1995, réalisation : Chris NOONAN (scénario de Chris Miller), Universal Pictures, Australie & U.S.A.

rétablir un lien émotionnel avec les cochons pour que les gens arrêtent de laisser maltraiter des animaux pour manger du cochon en batterie ou encore, fait *Happy Feet*³¹ pour montrer aux enfants des pingouins essayant d'attirer l'attention des journalistes sur la destruction de leur monde par le réchauffement climatique.

Une alternative fréquente est celle des scénarios qui présentent une situation d'après-cataclysme, mais sans vraiment décrire de solution, ni même en évoquer la possibilité, remarque Claude Ecken – sauf à imaginer un événement bizarre, un *deus ex machina*, comme le premier contact avec les Vulcains qui sauvent l'humanité d'une catastrophe écologique dans *First Contact*³². Comment interpréter le succès de ces fictions post-apocalyptiques ? Pour Irène Langlet, le terme s'avère parfaitement adapté : ces fictions ne sont pas dans le déni, elles prennent acte du fait que l'on va très vite « dans le mur » et sont déjà dans l'après, avec souvent une sorte de terminaison absolue et de recommencement absolu. On pourrait également explorer la piste d'une sorte de voyeurisme, avec des histoires qui rendent la violence et la destruction du monde excitantes, voire d'un rôle presque consolateur de telles fictions qui font déjà penser à un après, avec une dimension cathartique – « la catastrophe, c'est fun, on est tous ensemble, on adore ça, et on souffre ensemble... », ironise Irène, sans toutefois se prononcer sur l'intentionnalité de ces effets.



31. *Happy Feet*, 2006, réalisation : Chris MILLER, Warner Bros, Australie & U.S.A.

32. *Star Trek : Premier contact (Star Trek : First Contact)*, 1996, réalisation : Jonathan FRAKES, Paramount Pict. prod., U.S.A.

Solarpunk

Jean-Louis Trudel ne partage pas ce pessimisme. De nombreux auteurs, parmi lesquels il se compte, s'intéressent aux fictions climatiques, et l'on voit se construire de nouvelles tendances, comme récemment le *solarpunk* en Amérique du nord (le terme commence tout juste à émerger en France³³) autour de l'anticipation de futurs durables, *via* l'adoption de technologies plus écologiques, en important parfois un peu de fantasy, pour résoudre les crises climatiques ; mais on pourrait aussi bien imaginer des romans politiques, spéculant par exemple sur une façon de faire appliquer les accords de Paris.

Participant d'une volonté de promouvoir un avenir plus rieur, ces histoires sont par construction un peu différentes de celles qui visent à mettre en garde contre l'apocalypse. Au contraire de la SF qui, dans les années 1950, avait contribué à acculturer le public américain à l'idée de la conquête spatiale, la science-fiction climatique ne partage donc pas même de but commun, ce qui pourrait, analyse Jean-Louis, contribuer à expliquer sa faible résonance dans le grand public. La culture étatsunienne étant elle-même clivée et en partie réfractaire, voire allergique,³⁴ à un discours ouvert sur les changements climatiques, la question bénéficie par ailleurs de beaucoup moins de relais possibles vers le grand public, comme à l'époque les suppléments des journaux consacrés au voyage vers la Lune, et Hollywood hésite à mettre de l'argent dans les fictions climatiques, au point que *Le Jour d'après* apparaît presque comme le seul équivalent de *Destination Moon*.³⁵ Daniel Tron relativise³⁶ toutefois ce constat : licences *Marvel* à part, on produit très peu de films de SF en général.

33. Jean-Louis évoque néanmoins l'anthologie *Dimension Avenirs radieux*, dirigée par Patrice LAJOYE [Black Coat Press, coll. Rivière Blanche, 2016].

34. Paradoxalement, note Jean-Louis Trudel, les mêmes fermiers du *MidWest* qui récusent le concept et refusent de prononcer le mot semblent avoir commencé à tenir compte des changements climatiques, à économiser l'eau, etc.

35. *Destination Moon*, 1950, réalisation : Irving PICHEL, George Pal prod., U.S.A.

36. Daniel Tron s'insurge par ailleurs contre la tentation de faire de « Hollywood » une entité unique, avec une pensée, voire un plan uniques... S'il a pu exister, historiquement, une époque où la production massive de westerns correspondait à une politique nationale de diffusion des valeurs américaines, on parle aujourd'hui de gens très différents, avec des intérêts et des budgets extrêmement différents et se livrant une concurrence sauvage sur un marché en pleine évolution, avec la montée en puissance de nouvelles formes, comme les séries qui se passent des circuits de distribution classiques, de nouveaux acteurs comme Amazon ou Netflix...

Une autre différence majeure entre les discours sur la conquête spatiale et sur le combat contre le changement climatique est que, là où le premier était résolument positif, se voulant dans le sens du progrès et valorisant la puissance industrielle d'une nation, certaines manières de traiter les questions de l'environnement et du développement durable peuvent souvent apparaître négatives, voire contre-productives. Lancer des gens dans l'espace, « *c'est marrant* », constate Simon Bréan, alors que les culpabiliser, leur expliquer qu'ils doivent se limiter, changer leur mode de vie, est beaucoup moins porteur, « *pas très fun* ». Même un film comme *Interstellar* ne porte pas à l'action, véhiculant plutôt un message du type « *courage, fuyons !* ».

Le prix Nobel qu'a reçu le GIEC est celui de la Paix, dont la connotation politique explicite est de récompenser un individu ou, ici, une communauté qui rendent le monde meilleur, ou du moins indiquent un chemin vers un monde meilleur. Or la science-fiction climatique produit principalement des textes dystopiques. L'optimisme du solarpunk arrive donc à point nommé, remarque Ugo Bellagamba, et il sera intéressant de voir dans quelle mesure il pourra imposer une vision plus valorisante et moins statique, dont la plausibilité en matière de climat sera balisée par les travaux du GIEC pour le siècle à venir.

D'autres tendances littéraires récentes intègrent également des éléments significatifs de défense de l'environnement. Jean-Louis Trudel évoque ainsi l'afrofuturisme, avec en particulier la trilogie *Binti*³⁷ de Nnedi Okorafor, qui les intègre à des éléments de SF et de fantasy et pourrait selon lui ouvrir à la SF des horizons nouveaux, au-delà du seul contexte anglo-euro-américain.

Illustration
de Zariel



37. Nnedi OKORAFOR, *Binti* (2016) ; ActuSF éd., 2020. *Binti Home* (2017) & *Binti - The Night Masquerade* (2018), Tor Books, New York (inédit en français).

L'adaptation au changement climatique, un enjeu moral ?

À l'inverse, d'autres approches plus traditionnelles d'une certaine SF technophile semblent aujourd'hui provoquer des réactions de rejet *a priori*. Estelle Blanquet se souvient ainsi avoir modéré plusieurs tables rondes sur le changement climatique lors des Utopiales 2017 et s'être fait « *renvoyer dans les cordes* » chaque fois qu'elle proposait à la discussion l'idée d'une adaptation délibérée du corps humain à des conditions extérieures différentes : alors même que l'idée est classique en SF,³⁸ voire bien au-delà,³⁹ le seul fait d'envisager une telle prémisse semblait revenir pour certains auteurs présents à un refus d'affronter le problème, à une acceptation implicite de la pollution, etc. De même, Jean-Louis Trudel évoque une discussion à propos de l'une de ses nouvelles avec un directeur littéraire français hostile au recours à diverses manipulations génétiques pour l'adaptation humaine dans l'espace qu'elle mettait en scène dans le contexte futur du changement climatique : il lui avait alors semblé que « *entre cela et le changement climatique, il n'était pas clair que ce directeur littéraire ne préférerait pas le réchauffement de la planète...* »

Irène Langlet n'est toutefois pas étonnée que la question éthique, ainsi que le *pathos*, surgissent dans un tel débat, dans la mesure où, parmi les adaptations à explorer, on peut rapidement en arriver à envisager des solutions moralement irrecevables, comme des sociétés où l'espérance de vie est de douze ans, etc. Pour en avoir discuté avec l'un des auteurs évoqués par Estelle, Anthony Vallat explique qu'il s'inquiétait avant tout – comme possiblement ce directeur littéraire – que l'on puisse préférer une solution purement technique à un questionnement social pour régler les problèmes liés au changement climatique, et justifier ainsi l'inaction, voire l'irresponsabilité, quand il ne s'agissait dans l'esprit d'Estelle que d'explorer pragmatiquement toutes les idées afin de « *ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier* ».

38. Ugo Bellagamba évoque ainsi *Homme-plus*, de Frederik POHL [*Man-plus*, 1976 ; Presses Pocket, coll. SF/Fantasy, 1990] ou encore, très récemment, le (médiocre) film *Titan* [*The Titan*, 2018, réalisation : Lennart RUFF, 42 prod, Royaume-Uni, U.S.A. & Espagne].

39. Jean-Jacques Régnier évoque pour sa part les analyses de Francis FUKUYAMA qui après *La Fin de l'histoire et le dernier homme* [*The End of History and the Last Man*, 1992 ; Flammarion, coll. Champs essais, 2018] assure dans *La Fin de l'homme. Les conséquences de la révolution biotechnique* [*Our Post Human Future: Consequences of the Biotechnology Revolution*, 2002 ; Folio actuel, 2004] que si l'histoire de l'homme est infinie, elle va se poursuivre par une transformation biologique.

La question n'est pourtant pas du tout théorique, remarque Franck Grammont. L'humain continue à évoluer physiquement, et pas seulement culturellement, comme on le pense souvent naïvement. Un exemple bien connu des biologistes est l'évolution de la mâchoire depuis un peu plus d'un siècle : de bonnes dents et une bonne mâchoire ont cessé d'être des critères adaptatifs depuis le début du ^{xx}^e siècle et la généralisation dans nos contrées d'une alimentation plus sophistiquée. En quelques décennies, la pression de sélection a pratiquement disparu sur ce point ; les mâchoires tendent à rétrécir et l'on observe de plus en plus de problèmes d'orthodontie chez les enfants. De même, on assiste aujourd'hui à des « épidémies de myopie » liées au mode de vie contemporain, dans des environnements artificiels.

En l'absence de pression de sélection externe, comme celle liée au climat, c'est en effet la sélection sexuelle qui peut devenir prédominante, *via* le choix des partenaires. Un exemple classique en est le magnifique oiseau de paradis, dont le mâle est très beau, avec de grandes plumes très visibles, parce que la femelle choisit sur la base de tels caractères sexuels secondaires – mais à l'encontre de la sélection naturelle, cet appareil rendant le mâle d'autant plus visible des prédateurs... Au risque d'être « politiquement incorrect », ⁴⁰ Franck suggère que la prédominance d'un type particulier de jeunes femmes dans les voitures de luxe, à Monaco pourrait également constituer un exemple intéressant de sélection sexuelle, quoique sans doute moins documenté scientifiquement (mais en revanche assez bien par Michel Houellebecq, s'amuse Anthony Vallat...) ; dans les bonnes familles bourgeoises, ⁴¹ il a longtemps été convenu de trouver une jolie femme, qui ferait de beaux enfants, etc.

L'évolution des corps humains peut donc se produire à l'échelle d'une génération. Pour autant, il y a une différence morale essentielle

40. Pour abonder dans ce sens, Estelle Blanquet raconte une réunion de travail dans une Maison de la Science dont elle se trouve conseillère scientifique, et qui avait décidé de mettre l'accent sur la sélection naturelle dans les formations qu'elle proposait aux enseignants : elle avait choqué, « *comme si elle avait dit un gros mot* » en questionnant l'impasse sur la sélection sexuelle, pourtant également essentielle chez Darwin. En tant que didacticienne des sciences, elle identifie ici une forme de blocage qu'il serait intéressant de travailler.

41. Et plus encore à Hollywood, dont « *la base de casting est le rêve de généticiens nazis* », ironise Daniel Tron, qui souligne qu'une autre forme de politiquement correct, liée par exemple à des quotas raciaux, vient ici s'ajouter à une sélection sexuelle assez explicite.

entre une telle évolution sous l'influence d'une pression de sélection naturelle, et une autre choisie et provoquée artificiellement, à l'aide par exemple de techniques d'ingénierie génétique,⁴² insiste Simon Bréan.

Donner du sens

Sans doute appartient-il justement à la littérature de mettre en exergue de telles différences, *a priori* non réductibles à quelques équations dans un modèle formel, qu'elles relèvent comme ici de la morale, de l'amour ou encore de la répugnance absolue et irrationnelle envers une peau verte, suggère Irène Langlet. À l'opposé des modèles scientifiques, la science-fiction joue d'abord sur les émotions – personne ne pleure de compassion devant les travaux du GIEC, remarque Ugo Bellagamba, et la plupart des gens ne se sentiront pas concernés tant qu'un roman ou un film comme *Interstellar* ne leur aura pas donné un sentiment d'urgence, ne les aura pas amenés à s'identifier aux proches d'un enfant qui ne pourra pas grandir à cause des changements climatiques, ce que permet rarement un texte purement scientifique...

Pour Ugo, le rôle d'un auteur n'est pas de se substituer aux scientifiques ou de les soutenir, mais de s'emparer des connaissances que la science a pu mettre en avant, de s'en inspirer et de les transmettre sous une autre forme, en leur donnant du sens. Cela vaut également bien sûr pour le changement climatique : il faut laisser les auteurs de SF s'inspirer librement des conclusions du GIEC, voir ce qu'ils peuvent faire avec les apports de ce dernier, y compris en termes de communication, plutôt que d'être prescriptif et de leur demander de travailler avec le GIEC.

Il n'y a là rien de spécifique à la science-fiction, remarque Irène. À un style, peut-être... Daniel Tron soulignant l'importance de la notion de plausibilité scientifique, en arrière-plan de la SF, elle note que tout ce qu'on a appelé le « roman réaliste » fonctionne également ainsi, en

42. ... ou d'autres. Un débat s'engage sur la possible utilisation d'autres outils, comme la sélection sexuelle, comme dans *Les Enfants de Mathusalem* de Robert A. HEINLEIN [*Methuselah's Children*, 1941 ; in *Histoire du futur – Intégrale*, Mnémos éd., coll. Intégrales, 2020, pp. 595-729]. Simon Bréan s'inscrit en désaccord profond avec ce terme même d'« utilisation » en la matière, « *d'une gratuité profonde* ». Daniel Tron avoue également un « *franc malaise* » devant cette idée, et un discours mélangeant des mécanismes très différents, certains relevant du réflexe naturel inconscient, même médié par des comportements sociaux, et d'autres de la pure pratique sociale.

résonance de plausibilité maximale avec la réalité, et pourrait tout aussi bien décliner les émotions de l'humain et l'identification du lecteur face aux scénarios du GIEC.

Au-delà, certains traits formels plus spécifiques à la science-fiction, comme la gestion de la lacune dans la composition de la fiction, pourraient en revanche aller, eux, dans le sens de la production d'idées nouvelles, inaccessibles aux modèles purement scientifiques, estime Irène Langlet.



Ouvrir le GIEC à des approches non conventionnelles ?

Le travail des auteurs de science-fiction pourrait par ailleurs apporter une forme de transversalité, établir des passerelles entre la communauté du GIEC, centrée sur le changement climatique, et d'autres thématiques comme le voyage spatial, dont la SF est coutumière suggère Ugo Bellagamba. On peut ainsi penser à l'installation de l'humanité sur d'autres mondes, qui pourrait ouvrir un nouvel espace de plausibilité, une porte de sortie qui pourrait aujourd'hui manquer au GIEC pour développer ses scénarios sur le long terme. On trouve déjà de nombreux exemples de SF liant les problèmes du changement climatique avec la conquête spatiale, de la trilogie martienne de Kim Stanley Robinson⁴³ à *Interstellar* en passant par *The Expanse*⁴⁴. Il ne faut toutefois pas oublier que le GIEC est déjà en train de se colleter un objet éminemment complexe et qu'il a encore du pain sur la planche pour un long moment

43. Kim Stanley ROBINSON, *La Trilogie martienne*, Omnibus éd., Paris, 2012 ; composée de *Mars la rouge* (*Red Mars*, 1993) ; *Mars la verte* (*Green Mars*, 1993) et *Mars la bleue* (*Blue Mars*, 1996).

44. *The Expanse* (2015-), série créée par Mark FERGUS & Hawk OSTBY, Alcon Entertainment prod., U.S.A.

dans son cœur de métier, objecte Daniel Tron, qui doute qu'un auteur de SF puisse venir directement en aide GIEC dans ses travaux, *a fortiori* en en élargissant encore le champ...

Ce serait en outre une erreur de considérer le GIEC comme un monolithe, avec des scientifiques tous trop concentrés sur les mêmes objectifs pour s'intéresser aux éventuelles propositions de la science-fiction. Jean-Louis Trudel en souligne la structuration en trois groupes de travail distinct. Si l'on entend principalement parler du premier (WG1), qui travaille sur la modélisation du climat, c'est peut-être plutôt celui qui s'intéresse à l'atténuation des conséquences du changement climatique (WG3) qui pourrait être le plus susceptible de s'ouvrir à des approches non conventionnelles, moins objectives, et qu'il conviendrait de viser pour que des approches nouvelles impliquant la science-fiction aient une chance d'être sérieusement considérées dans ce contexte.

Les groupes de travail du GIEC

Le groupe de travail 1 du GIEC (WG1) évalue les aspects scientifiques du système climatique et de l'évolution du climat. Ses principaux sujets d'intérêt incluent les changements des taux de gaz à effet de serre et d'aérosols dans l'atmosphère ; les changements observés dans la température de l'air, du sol et des océans, la pluie, les glaciers et les couvertures glaciaires, le niveau des océans et des mers, les perspectives historiques et paléoclimatiques sur le changement climatique, la bio-géo-chimie, le cycle du carbone, les gaz et aérosols, les données satellitaires et d'autres origines, les modèles et les prédictions climatiques, les causes et les responsabilités du changement climatique.

Le groupe de travail 2 (WG2) s'occupe des questions concernant la vulnérabilité des systèmes socio-économiques et naturels aux changements climatiques, les conséquences négatives et positives de ces changements et les options pour s'y adapter. Il prend également en considération les interrelations entre vulnérabilité, adaptation et développement durable.

Le groupe de travail 3 (WG3) évalue les solutions envisageables pour atténuer les changements climatiques par la limitation ou la prévention des émissions de gaz à effet de serre ou encore leur retrait de l'atmosphère. Les principaux secteurs économiques sont pris en compte, dans des perspectives tant à court terme qu'à long terme. Ces secteurs incluent l'énergie, les transports, le bâtiment, l'industrie, l'agriculture, la sylviculture et la gestion des déchets. Orienté vers les solutions concrètes, le WG3 analyse le coût et les bénéfices des différentes approches visant à cette atténuation, en tenant compte des instruments disponibles et des mesures politiques.

L'équipe spéciale pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre développe et améliore un guide méthodologique pour le suivi des émissions de gaz à effet de serre.

<https://www.ipcc.ch/>

Modèles du développement scientifique

Jean-Luc Gautero

Parmi les questions souvent traitées de la philosophie générale des sciences figure celle de la façon dont se développent les sciences, ou dont elles devraient se développer. Il ne s'agit pas bien sûr de donner une description complète de ce développement, on serait dans ce cas dans l'histoire des sciences, mais d'essayer de mettre en évidence les règles qui y président, le processus qu'il suit ou devrait suivre : les éléments historiques précis sont alors évacués, même s'il faut conserver la possibilité de les rétablir pour s'assurer que ce que l'on présente n'est pas pure fantaisie, mais s'applique bien au développement réel. On cherche donc à donner un modèle de ce développement, au sens où modèle peut désigner notamment, selon le Grand Robert, une « *représentation simplifiée et plus ou moins formalisée d'un processus (modèle dynamique)* ». Cette définition met trop en avant cependant l'aspect descriptif du modèle. Les modèles du développement des sciences abordés en philosophie des sciences peuvent aussi être des modèles normatifs, comme le sont des patrons de broderie, avec chez certains théoriciens, ou chez leurs lecteurs, une ambiguïté quant à la façon dont il faut considérer le modèle.

1. Modèles cumulatifs

1.1. Modèles prescriptifs

Chez les premiers auteurs que l'on examinera, il n'y a nulle incertitude : leurs modèles ne sont, ne peuvent être, que prescriptifs, car ils se situent au début d'un développement qui n'a pas encore eu lieu, quand le mot « science » n'a pas encore acquis un sens spécifique et n'est fondamentalement qu'un synonyme de « savoir ». Cependant, quand Bacon écrit, dans son *Novum Organum*, un texte latin traduit par : « *il faudra*

*bien espérer des sciences lorsque l'esprit montera, par la véritable échelle et par des degrés continus et sans solution, des faits aux lois les moins élevées, ensuite aux lois moyennes, en s'élevant de plus en plus jusqu'à ce qu'il atteigne enfin les plus générales de toutes*¹, il n'est pas vraiment abusif d'avoir traduit son « *scientiis* » par « sciences » : car il nous parle de savoirs dans le domaine d'un champ qui est pour lui la philosophie naturelle, et qui va devenir notre science. C'est ainsi qu'il nous donne un processus de développement de la science à partir d'un point qu'il considère comme le point zéro, tout ce qu'ont fait les Anciens étant pour lui trop nul, prêtant à confusion, et exigeant un nouveau départ : on voit qu'à partir de ce nouveau départ, le modèle qu'il nous prescrit, c'est celui d'une progression des savoirs régulière, continue, cumulative, par élargissements successifs.

Tout d'abord, on collecte des faits suffisamment diversifiés et on en tire par induction des lois de premier niveau ; quand on a un nombre suffisant de celles-ci, on en tire des lois de deuxième niveau, et ainsi de suite. On ne quitte pas un niveau tant qu'on n'en a pas une connaissance certaine, et ce qui est su l'est une fois pour toutes, ne risque pas d'être soumis à révision. C'est pourquoi, contrairement à la mauvaise habitude des philosophes qui veulent tout de suite construire de grands systèmes, il faut procéder lentement, modestement, par une suite de petites généralisations, grimper les uns après les autres les barreaux d'une échelle, en nous arrêtant à chaque barreau. Peut-être une image plus juste serait-elle celle d'un escalier où l'on marquerait une pause à chaque marche, ou dont les marches, peu élevées, seraient séparées les unes des autres par de longs espaces horizontaux. Quoiqu'il en soit, notre montée finira par nous amener enfin jusqu'à une connaissance complète des lois de la nature, quand nous aurons atteint « *les plus générales de toutes* ». Le développement aura donc un terme, où nous n'apprendrons plus de loi nouvelle parce qu'il n'y en aura plus à apprendre – ce qui ne nous empêchera pas d'apprendre des faits nouveaux, mais ceux-là auront toujours leur place dans notre schéma d'ensemble.

C'est fondamentalement le même modèle que prescrit Descartes quelques années plus tard dans son célèbre *Discours de la méthode*. D'abord, on repart de zéro : « *pour toutes les opinions que j'avais reçues*

1. Francis BACON, *Novum organum* (1620) ; Paris, Hachette, 1857 (trad. Alfred Lorquet), I § 104, pp. 55-56 ; également aux PUF, 1986.

jusqu'alors en ma créance, je ne pouvais mieux faire que d'entreprendre, une bonne fois, de les en ôter, afin d'y en remettre par après, ou d'autres meilleures, ou bien les mêmes, lorsque je les aurais ajustées au niveau de la raison»^{2a}. Ensuite, on progresse lentement, en suivant un petit nombre de préceptes : «*le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie, que je ne la connusse évidemment être telle : c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention, et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute.*»^{2b} : ces idées claires et distinctes cartésiennes, qui ne peuvent être remises en doute, sont, *mutatis mutandis*, les faits baconiens ; avec cette nuance que ces éléments premiers chez Descartes sont plutôt du domaine théorique (ils se présentent à l'esprit) alors que les faits de Bacon se situent dans la nature – il faut se garder cependant de surestimer l'opposition, car Bacon considère que nos sens sont imparfaits et trompeurs, et les faits, pour lui, ne nous sont donc pas connus comme des données matérielles immédiates, mais comme le résultat d'un processus de correction réciproque d'observations imparfaites et trompeuses par une raison elle aussi imparfaite et trompeuse.

Le second précepte de Descartes rejoint la méfiance de Bacon à l'égard des grands systèmes : «*diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre*»^{2b} ; soit : ne pas se poser d'emblée de grandes questions, mais de petites questions, plus modestes. Ce second précepte se prolonge tout naturellement dans le troisième, base de ce que l'on nomme le réductionnisme cartésien : «*conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu, comme par degrés, jusqu'à la connaissance des plus composés*»^{2b}. Remarquons que le réductionnisme cartésien de Descartes lui-même est plus subtil que ce que l'on appelle couramment ainsi, et que l'on critique à juste titre : Descartes ne prétend pas que la connaissance du composé se réduit à la connaissance du simple ; il affirme qu'il est plus facile de connaître le simple et ensuite le composé, sans nier pour autant que la connaissance du composé soit autre que la connaissance des simples qui le composent. Seulement, le pas à franchir est moins

2. René DESCARTES, *Discours de la méthode* (1637) ; Garnier-Flammarion, 2016 ; pages éd. G.-F., 1966 : (a) p. 43 ; (b) p. 47.

Dès que le Calcul différentiel eut paru, Mrs Bernoulli, M. le Marquis de l'Hôpital, M. Varignon, tous les grands Geometres entrerent avec ardeur dans les routes qui venoient d'être ouvertes et y marcherent à pas de Géant, l'Infini éleva tout à une sublimité, et en même temps amena tout à une facilité, dont on n'eût pas osé auparavant concevoir l'esperance, et c'est là l'Epoque d'une révolution presque totale arrivée dans la Géométrie.⁴

Le calcul infinitésimal, en dehors des critiques d'ailleurs fondées de Berkeley, a connu peu d'opposants. Mais tel n'est pas le cas de toutes les avancées scientifiques. Après avoir remarqué chez Fontenelle des phases d'accélération, on va rencontrer chez d'Alembert un modèle avec des périodes de ralentissement, qui peuvent n'être parfois que locales. C'est ainsi qu'il écrit dans l'article « expérimental » de l'*Encyclopédie* : « *Newton parut, [...] il ouvrit de tous côtés une carrière immense & sûre* ». Cette carrière immense et sûre, c'est la possibilité de progresser à grands pas, que certains savent mettre en œuvre : « *l'Angleterre saisit ses vûes ; la société royale les regarda comme siennes dès le moment de leur naissance* ». Mais d'autres répugnent au changement :

les académies de France s'y prêterent plus lentement & avec plus de peine, par la même raison que les universités avoient eue pour rejeter durant plusieurs années la physique de Descartes : la lumiere a enfin prévalu : la génération ennemie de ces grands hommes, s'est éteinte dans les académies & dans les universités, auxquelles les académies semblent aujourd'hui donner le ton : une génération nouvelle s'est élevée ; car quand les fondemens d'une *révolution* sont une fois jetés, c'est presque toujours dans la génération suivante que la *révolution* s'acheve ; rarement en-deçà, parce que les obstacles périssent plutôt que de céder ; rarement au-delà, parce que les barrières une fois franchies, l'esprit humain va souvent plus vite qu'il ne veut lui-même, jusqu'à ce qu'il rencontre un nouvel obstacle qui l'oblige de se reposer pour long-tems.⁵

Il n'est plus question ici d'avancée lente et régulière. Il y a des avancées rapides, des révolutions, qui parfois ou en certains lieux tardent à se réaliser, et elles sont de toutes façons entrecoupées de longues périodes de stagnation. Il semble ne rien rester du modèle de progression

-
4. Bernard le Bouyer de FONTENELLE, « Préface », *Éléments de la géométrie de l'infini* (1727) ; Fayard, coll. Corpus des œuvres de philosophie en langue française, 2000, p. 12.
 5. Jean le Rond D'ALEMBERT, article « Expérimental », *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, 1756, tome 6, p. 299. Accessible en ligne : <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/article/v6-373-0/> (mars 2020).

prudente et graduelle proposé par Bacon et Descartes, mais peut-être n'est-ce qu'un effet de perspective : les périodes de stagnation résultent d'un regard pessimiste porté sur les indispensables périodes de pause, que celles-ci soient consacrées à la collecte des faits baconienne ou à la réflexion sur les objets cartésiens d'un niveau donné de complexité, préalable nécessaire au passage à ceux qui ont une complexité supérieure ; les périodes d'accélération correspondent pour chacune d'entre elles à la montée d'une marche qui pour une fourmi est une véritable montagne. Et qui dit que devant l'ampleur du savoir à acquérir nous ne sommes pas de simples fourmis ?

La vision va devenir plus sombre chez Condorcet, et le modèle va se complexifier : chaque grand bond en avant va être immédiatement suivi de plusieurs petits pas en arrière, et l'on perd donc non seulement l'image d'une avancée régulière, mais l'idée même que le mouvement ne peut aller que vers l'avant. C'est ainsi que ce philosophe écrit, mêlant selon ses conceptions les progrès scientifiques d'une part, politiques et moraux d'autre part (mais comme mon propos n'est pas ici d'étudier les liens entre ces deux types de progrès, je coupe pour abréger tout ce qui est référence explicite aux progrès politiques et moraux) :

Si la découverte des véritables principes des sciences, et de leurs méthodes, [assure] le progrès des lumières, [...] il serait absurde de croire que rien n'altérera la marche générale de ces progrès, [...] que le perfectionnement ne sera point arrêté par un retour malheureux vers quelques erreurs anciennes ou même par l'empire un moment usurpé de quelques préjugés nouveaux. Il est de même presque impossible que de grands obstacles aient été vaincus avec rapidité, par la réunion des lumières et de la force, de la raison et des passions, sans que les mouvements, qui ont agité la masse des opinions, s'y perpétuent et y produisent des oscillations diverses.^{6a}

On retrouve l'idée d'obstacles qui entravent le progrès et qu'il faut surmonter, qui entraînent donc une période de stagnation, avant qu'ils soient vaincus ; mais la sortie de la stagnation est elle-même problématique, ce n'est plus une avancée triomphale vers le vrai. Condorcet insiste sur les difficultés qu'elle présente :

6. Nicolas de CONDORCET, *Tableau historique des progrès de l'esprit humain. Projets, Esquisse, Fragments et Notes (1772-1794)* ; édité sous la direction de Jean-Pierre Schandeler et Pierre Crépel, INED, 2004, Fragment 11 : « Préjugés qui peuvent momentanément arrêter les progrès ». (a) p. 940 ; (b) pp. 940-941 ; (c) p. 941.

il est impossible que les esprits entraînés au delà du but y soient ramenés avec assez de précision pour ne pas le passer dans un sens. D'ailleurs, lorsqu'une révolution semble entraîner tous les préjugés avec elle, les opinions que la voix des sages a flétries de ce nom sont d'abord enveloppées dans la chute commune. Mais ils ont cédé à l'enthousiasme et non à la conviction, et bientôt l'ignorance reprend ses droits.^{6a}

On n'a donc pas, grâce à un *Eureka*, une avancée rationnelle saine vers la vérité, c'est une passion du nouveau qui l'emporte sur une passion conservatrice, et elle va inévitablement mêler au vrai acquis un faux nouveau dont il faudra se déprendre, une fois que la situation se sera stabilisée, quand après de nombreuses oscillations une stagnation nouvelle se sera installée, à un niveau un peu supérieur au précédent, mais d'une moindre supériorité que ce qu'aurait pu laisser imaginer l'avancée brusque :

Un système de vérités combiné avec justesse, fondé sur des principes analysés avec précision, ne remplace pas en un instant dans des têtes vulgaires les doctrines vagues, les idées incertaines dont elles s'étaient nourries. Bientôt, ou ces doctrines vagues se retrouvent à leurs places, ou le vide qu'elles ont laissé est remplacé par des erreurs plus favorables aux passions du moment. Ces passions ont pu seconder l'effet des lumières, détruire les obstacles qui s'opposaient aux progrès de la vérité, mais la main sûre et lente de la raison peut seule la graver dans les esprits d'une manière durable. Ainsi la marche de l'opinion peut paraître rétrograde, mais c'est qu'on avait mal jugé ses premiers progrès. On avait confondu ce qu'ils avaient de réel avec ce qui était le fruit d'un enthousiasme passager.^{6b}

Si le modèle descriptif s'écarte du modèle prescriptif, ce n'est pas cependant en raison d'un caractère erroné des prescriptions, c'est plutôt que l'un prend en compte des réalités que l'autre ignorait : la prescription était celle d'une avancée rationnelle ; or les êtres humains ne sont pas, ou pas uniquement, guidés par la raison, et ce sont leurs passions qui entraînent l'écart :

On avait pris la proclamation éclatante de quelques principes généraux pour une adoption raisonnée qui entraînerait celle de leurs conséquences, du moins les plus évidentes ; comme si ces principes, fussent-ils même vrais dans toute la généralité de leur énoncé (ce qui n'appartient qu'à un très petit nombre) étaient susceptibles d'une application immédiate, comme si, formés la plupart d'idées abstraites, ils étaient véritablement entendus par ceux qui n'ont pu se faire une analyse précise et complète de ces idées.^{6c}

Purgé de ces éléments passionnels perturbateurs, le mouvement du savoir est toujours le même : « *les faits se multiplient* » (on notera que l'inspiration de Condorcet est plus baconienne que cartésienne), « *l'homme apprend à les classer, à les réduire à des faits plus généraux* »^{7a} ; avec une différence cependant : là où Bacon et Descartes annonçaient un mouvement limité, avaient l'espoir d'un moment où les lois les plus générales seraient atteintes, Condorcet y voit une illusion, dont nul à son avis ne peut être victime :

Personne n'a jamais pensé que l'esprit pût épuiser, et tous les faits de la nature, et les derniers moyens de précision dans la mesure, dans l'analyse de ces faits, et les rapports des objets entre eux, et toutes les combinaisons possibles d'idées. Les seuls rapports des grandeurs, les combinaisons de cette seule idée, la quantité ou l'étendue, forment un système déjà trop immense pour que jamais l'esprit humain puisse le saisir tout entier, pour qu'une portion de ce système toujours plus vaste que celle qu'il aura pénétrée ne lui reste toujours inconnue.^{7b}

Nous n'aurons jamais connaissance de l'ensemble des lois de l'univers, et l'on peut y voir une trace de pessimisme ; mais ce pessimisme est à la base de la promesse d'un progrès indéfini, et il débouche donc sur un grand récit d'un optimisme fondamental : munie de la méthode adéquate, l'humanité pourra toujours accroître ses connaissances, dans un processus qui reste essentiellement cumulatif.

2. Modèles non cumulatifs

2.1. La continuité dans le changement

Pierre Duhem va sans doute le premier donner un modèle non-cumulatif du développement des sciences – plus précisément de la science physique, celle à laquelle, en tant que physicien, il s'intéresse. D'une part, il voit dans une théorie physique « *deux parties bien distinctes* », dont une seule progresse, « *la partie représentative* » : c'est en elle que se trouve « *tout ce que la théorie contient de bon, ce par quoi elle apparaît comme classification naturelle, ce qui lui confère le pouvoir de devancer l'expérience* » ; l'autre partie, « *la partie explicative qui se propose, au-dessous des phénomènes, de saisir la réalité* », est bien moins importante.^{8a} On sait

7. Nicolas de CONDORCET, *Prospectus d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*, op. cit., « dixième époque ». (a) p.442 ; (b) p. 141.

8. Pierre DUHEM, *La Théorie Physique. Son objet, sa structure* (1906) ; Paris, Vrin, 2007.

en effet que pour ce fervent catholique, la science physique ne peut nous apporter d'informations sur la réalité du monde, accessible à Dieu seul, qu'elle ne peut nous instruire que sur les phénomènes. Il importe peu que dans le développement d'une science une théorie soit mise à bas, qu'elle soit remplacée par une autre : c'est seulement la partie explicative qui «*tombe pour faire place à une autre explication*», c'est le remplacement d'une illusion par une autre. La partie représentative progresse continument : «*par une tradition continue, chaque théorie physique passe à celle qui la suit la part de classification naturelle qu'elle a pu construire, comme, en certains jeux antiques, chaque coureur tendait le flambeau allumé au coureur qui venait après lui ; et cette tradition continue assure à la science une perpétuité de vie et de progrès.*»^{8b} Ce qui paraît rupture soudaine ne l'est que pour un regard naïf qui ignore le processus régulier qui a conduit à cette rupture : «*Le profane vulgaire juge de la naissance des théories physiques comme l'enfant juge de l'éclosion du poulet.*»^{8c} : «*Lorsque quelques coups de bec brisent la coquille de l'œuf et que le poussin s'échappe de sa prison, l'enfant peut s'imaginer que cette masse rigide et immobile, semblable aux cailloux blancs qu'il ramasse au bord du ruisseau, a soudainement pris vie et produit l'oiseau qui court et piaille ; mais là où son imagination puérile voit une soudaine création, le naturaliste reconnaît la dernière phrase d'un long développement.*»^{8d}



L'image de Duhem est heureuse, car elle illustre bien que pour lui ce progrès continu n'est pas cependant un progrès cumulatif : un poussin n'est pas un embryon auquel on se serait contenté d'ajouter des cellules, de même qu'une poule ou un coq adultes ne sont pas un poussin auquel on se serait contenté d'ajouter des cellules. Le progrès cumulatif n'existe pour Duhem qu'en mathématiques – historien des sciences, il les désigne encore du nom de ce qui n'en est plus qu'une partie, la géométrie : «*celle-ci grandit par le continuel apport d'un nouveau théorème démontré une fois pour toutes, qui s'ajoute à des théorèmes déjà démontrés.*»^{8e}

(a) Première partie, III.I, p. 61 ; (b) *idem*, p. 62 ; (c) Seconde partie, VII.II, p. 307 ; (d) *idem*, p. 306 ; (e) Seconde partie, VI.VI, p. 284.

La physique en revanche (et au-delà, toute science de la nature) a une progression organique ; dans une autre image, il la voit croître comme un tableau, un tableau créé par un peintre, non une quelconque reproduction produite par un ordinateur, qui elle se dessinerait pixel après pixel (il ne pouvait bien sûr en son temps imaginer une telle façon de construire un tableau) : c'est « *un tableau symbolique auquel de continuelles retouches donnent de plus en plus d'étendue et d'unité ; dont l'ensemble donne une image de plus en plus ressemblante de l'ensemble des faits d'expérience, tandis que chaque détail de cette image, découpé et isolé du tout, perd toute signification et ne représente plus rien.* »^{8e} Au fur et à mesure que s'ajoutent des éléments nouveaux, il peut être nécessaire pour préserver l'harmonie globale de corriger des éléments déjà présents, et même sans être corrigés, ils peuvent se voir différemment en s'inscrivant dans une image plus ample. Rien ne peut être considéré comme définitif tant que le tableau n'est pas achevé, et rien ne permet d'affirmer qu'il le sera un jour.

Cette non-cumulativité du modèle du développement scientifique mise en évidence dans les écrits de Duhem va devenir une banalité pour la philosophie des sciences du xx^e siècle. Sans doute, on avait bien eu auparavant (Duhem s'appuie sur sa maîtrise exceptionnelle de l'histoire de la physique) des exemples de théories qui, vues comme des progrès, ont été renversées : défendant une vision cumulative baconnienne, William Whewell examine le cas de la théorie du phlogistique, « *destituée et remplacée par la théorie de l'oxygène* ». Il s'empresse d'affirmer que cela « *ne doit pas nous conduire à négliger la partie réellement saine et permanente des leçons enseignées par les fondateurs de la théorie du phlogistique* »⁹ : en mettant de côté comme accessoires, et peu fondés, les éléments d'une théorie qui posent problème, on peut s'arranger pour maintenir la fiction d'un modèle cumulatif. Cela n'est plus possible quand, au début du xx^e siècle, c'est une théorie aussi marquante que celle de Newton qui doit être, doublement, remplacée, par la relativité einsteinienne d'une part, par la mécanique quantique d'autre part. Aucun modèle ne peut plus dès lors poser un progrès de la science vers la vérité qui se ferait en rajoutant des certitudes immuables nouvelles à des certitudes immuables anciennes. Comme l'écrit Karl Popper : « *Si la théorie de Newton, qui avait été soumise aux contrôles les plus rigoureux*

9. William WHEWELL, *History of the Inductive sciences*, vol. II, New York, Appleton and Company, 1866, p.267 ; également Cambridge Univ. Press, 2010.

et avait été confirmée au-delà de ce qu'un scientifique aurait jamais pu rêver, s'avérait une hypothèse incertaine et dépassable, il ne fallait pas attendre de quelque théorie physique que ce fût qu'elle accédât à autre chose qu'à un statut hypothétique.»¹⁰

On ne peut bien sûr voir en Popper un analyste indiscutable pour l'ensemble de la philosophie des sciences de son temps. Mais on peut lui prêter quelque crédit en ce qui concerne sa pensée propre : celle-ci est donc profondément marquée par les dépassements de la théorie de Newton au début du xx^e siècle. Ce sont ceux-ci qui le conduisent à dire qu'il n'y a aucune connaissance que nous puissions considérer comme certaine, et que nous ne disposons donc d'aucune vérité indiscutable et immuable sur laquelle nous appuyer : « *Au commencement, nous avons donc un vague point de départ sur lequel nous construisons des fondements mal assurés* »^{11a}. S'il s'agissait de bâtir sur ce point de départ, on pourrait être assez inquiet. Mais Popper ne parle de « fondements » et de « construire » qu'en référence aux auteurs qu'il critique : « *notre but n'est pas d'essayer de construire sur ces « fondements » (comme l'ont fait par exemple, Descartes, Spinoza, Locke, Berkeley ou Kant) un système assuré* »^{11a}. Il ne s'agit pas pour lui d'édifier du vrai sur du vrai, mais de s'éloigner graduellement du faux : « *nous sommes capables de faire des progrès : nous sommes parfois capables, suite à certaines critiques, de nous apercevoir que nous nous sommes trompés ; nous sommes capables d'apprendre à partir de nos erreurs, en prenant conscience que nous avons commis une erreur.* »^{11b}

Le modèle est donc non-cumulatif puisque, en général, le progrès se fait par le remplacement d'une théorie dont on a prouvé qu'elle était fautive par une autre, dont on ne l'a pas encore prouvé. Précisons un peu ce modèle : à un moment donné, on a une théorie ou plus exactement un ensemble de



Illustration de Caroline CHAMBEAU

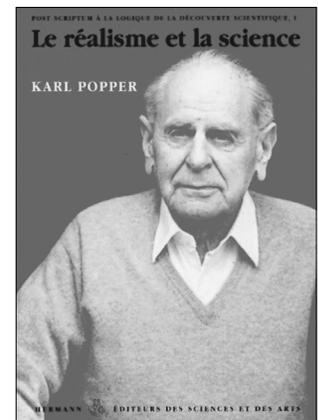
10. Karl POPPER, Introduction de 1978 à *Les Deux problèmes fondamentaux de la théorie de la connaissance* (*Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*, composé ca. 1933) ; Hermann, 1999 (trad. Christian Bonnet), p. 8.
11. Karl POPPER, *La Connaissance objective* (*Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, 1972) ; I 1, Aubier, 1991. (a) p. 85 ; (b) pp. 85-86 (trad. Jean-Jacques Rosat).

théories qui se complètent. On essaie de les « falsifier », au sens de les prendre expérimentalement en défaut. Lorsqu'on y parvient, on a un problème, puisque l'on a trouvé une erreur dans notre ensemble de théories. On peut le résoudre de deux façons (dont aucune certes ne va de soi, mais le progrès n'allait pas non plus de soi dans les modèles cumulatifs baconien ou cartésien). La meilleure est de substituer à la théorie fautive une théorie moins fautive, c'est-à-dire dont la fausseté n'est pas encore prouvée. Pour être satisfaisante, cette théorie doit néanmoins fonctionner aussi bien que la théorie ancienne là où celle-ci fonctionnait (par aussi bien, on veut dire non seulement qu'elle a un rôle explicatif égal, mais aussi qu'elle doit faire preuve d'autant de rigueur : après tout, la théorie selon laquelle les corps légers s'élèvent et les corps lourds tombent permet toujours de justifier *a posteriori* le mouvement d'un corps ; mais elle fonctionne moins bien que la théorie de Galilée parce qu'elle ne nous donne pas du tout la façon dont va tomber un corps lourd, ce que la théorie de Galilée fait dans une certaine mesure) ; et elle doit fonctionner là où la théorie ancienne était prise en défaut. Il faut aussi qu'elle puisse être mise à l'épreuve (et donc éventuellement être falsifiée à son tour) dans des situations nouvelles. La rectification de l'erreur se fait donc par une sorte d'élargissement, de généralisation de la théorie nouvelle par rapport à l'ancienne, sans cependant que l'ancienne théorie soit conservée.

Une autre façon de corriger l'erreur peut être d'expliquer l'écart par rapport aux prévisions de l'ancienne théorie en rajoutant une théorie nouvelle qui va en rendre compte. C'est ce que l'on appelle une théorie *ad hoc* : en général, un tel procédé est à proscrire, dans la mesure où la théorie *ad hoc* ne fait que protéger la théorie ancienne de l'expérience qui l'invalidait : c'est alors une théorie fortement *ad hoc*, qui ne nous apprend rien de plus sur le monde. Mais on peut aussi avoir une théorie faiblement *ad hoc*, qui va elle-même pouvoir être mise à l'épreuve et éventuellement invalidée dans toutes sortes de circonstances, et pas seulement dans le contexte précis qui a conduit à la développer. Si elle résiste à l'invalidation, notre corpus théorique s'est enrichi. C'est le seul cas, dans le modèle poppérien, où reste de la cumulativité dans la progression.

Le modèle de Popper est donc un modèle progressif fondamentalement non cumulatif. On ne peut le rapprocher de celui de Duhem,

car Popper est réaliste et, pour lui, le remplacement d'une théorie par une autre n'est pas un point de détail anecdotique ; il serait plus proche de Whewell : à chacune de nos théories successives se mêle une part de vrai, qui sera conservée si nous avons de la chance dans la théorie suivante (nous ne pouvons jamais en être sûr), et une part de faux, qui sera partiellement éliminée. Mais Whewell, baconien, faisait de l'induction le moteur du passage d'une théorie vraie à la théorie plus vraie qui la remplace. Pour Popper, on passe d'une théorie fautive qui a été démentie par l'expérience à une théorie moins fautive sans intervention nécessaire de l'induction – l'important n'est pas le procédé qui nous permet de concevoir des théories, mais le processus qui régit leur succession. Ce processus est potentiellement sans fin : nos théories sont comme « des filets qui sont de mieux en mieux adaptés à la tâche d'attraper nos poissons, à savoir le monde réel. Ce ne sont pourtant jamais des instruments parfaits. Ce sont des filets rationnels créés par nous, et elles ne doivent pas être confondues avec une représentation complète de tous les aspects du monde réel, pas même si elles sont très réussies, ni même si elles semblent donner d'excellentes approximations de la réalité. »¹² Elles seront donc toujours perfectibles, et à supposer même que le mouvement de la science nous ait conduit à quelques vérités (et Popper, optimiste, croit que c'est le cas – mais il s'agit bien pour lui, il ne laisse aucun doute, d'une croyance, pas d'une certitude raisonnée), nous ne saurions les reconnaître : « En ce qui me concerne, je ne saurais indiquer aucune loi particulière dont je serais prêt à dire : « Cette loi, telle qu'elle est aujourd'hui formulée et interprétée, est vraie : je suis certain que jamais elle ne sera réfutée, ou modifiée, ou ne verra sa validité soumise à certaines conditions, ou restreinte à l'intérieur de certaines limites. » Je persiste pourtant à croire, en même temps, qu'au moins quelques-unes des lois de la physique actuelle sont vraies dans le sens indiqué. »^{13a}



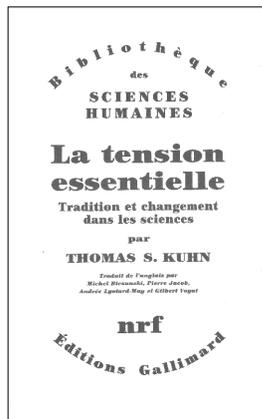
12. Karl POPPER, *L'Univers irrésolu : plaidoyer pour l'indéterminisme*, *Post-Scriptum à la Logique de la Découverte Scientifique*, Paris, Hermann, 1984, p. 36 (trad. Renée Bouveresse).
13. Karl POPPER, *Le Réalisme et la science* (*Realism and the Aim of Science*, 1956) ; Paris, Hermann, 1990. (a) 5, p. 93 ; (b) « Introduction de 1982 », II, p. 7 ; (c) *idem*, IV, p. 13 ; (d) p. 13 (trad. Alain Boyer et Daniel Andler).

Si les idées exprimées sont claires, nous sommes arrivés en revanche à un modèle dont le caractère – descriptif ou prescriptif – est ambigu. Certaines affirmations de Popper semblent donner à son exposé sur la progression de la connaissance un aspect descriptif. Par exemple :

le développement de notre connaissance est le résultat d'un processus qui ressemble étroitement à ce que Darwin a nommé « la sélection naturelle » ; il s'agit de la sélection naturelle des hypothèses : notre connaissance est constituée, à tout moment, par les hypothèses qui ont montré (comparativement) leur adaptation par le fait qu'elles ont survécu jusqu'à maintenant dans leur lutte pour l'existence [...] Cette interprétation peut s'appliquer à la connaissance animale, à la connaissance préscientifique et à la connaissance scientifique. [...] En présentant les choses sous cet angle, j'entends bien décrire la manière dont la connaissance se développe effectivement.¹⁴

Mais il lui arrive aussi de refuser cet aspect descriptif pour donner de son œuvre une interprétation normative, d'en faire un modèle de la méthode que la science devrait adopter pour se développer au mieux :

Selon certains, parmi lesquels même quelques-uns de mes anciens élèves, ma philosophie des sciences serait réfutée par les faits, à savoir ceux de l'histoire des sciences. C'est une erreur qui porte à la fois sur ces faits historiques et sur les prétentions de ma méthodologie. Comme j'ai essayé de le mettre en lumière dès 1934, je ne considère pas la méthodologie comme une discipline empirique, susceptible d'être testée, par exemple par la confrontation avec les faits de l'histoire des sciences. La méthodologie est en réalité une discipline philosophique ou métaphysique, peut-être même, dans une certaine mesure, un programme de portée normative.^{13b}



14. Karl POPPER, *La Connaissance objective*, op. cit., VII 1, pp.391-392.

2.2. Révolutions et ruptures

On a souvent coutume d'opposer le modèle de Popper à celui de Thomas Kuhn, peut-être à tort : parlant l'un de l'autre, l'un et l'autre commencent par exprimer leur accord : « *sur la question de l'importance de la réfutation dans l'histoire des sciences, écrit Popper, les opinions de Kuhn et les miennes sont presque identiques* », ^{13c} tandis que Kuhn de son côté affirme : « *Dans presque tous les cas où nous traitons explicitement des mêmes problèmes, sir Karl et moi avons sur la science des points de vue quasi-identiques* » ^{15a}. Mais les choses se gâtent vite. Popper enchaîne immédiatement : « *Cela ne veut pas dire qu'il n'existe pas de différences considérables entre ses idées sur la science et les miennes* » ^{13d} ; Kuhn, lui, après un court développement, répète : « *mon accord avec sir Karl est réel et important* », mais pour rajouter aussitôt : « *Pourtant, les lecteurs qui ne font pas partie du cercle poppérien ne s'aperçoivent presque jamais que cet accord existe, et ce sont justement ces lecteurs qui le plus souvent reconnaissent (pas nécessairement avec sympathie) les questions qui sont à mes yeux essentielles.* » ^{15b}

L'opposition entre les deux se situe plus sur le versant normatif du modèle que sur son versant descriptif (quoiqu'il soit discutable que chez Kuhn, le versant normatif soit très développé). Popper écrit en effet :

La « science normale », au sens de Kuhn, existe. C'est l'activité du professionnel non-révolutionnaire, ou plus précisément pas-trop-critique : de l'étudiant en sciences qui accepte le dogme dominant de l'époque ; qui ne souhaite pas le défier ; et qui n'accepte une nouvelle théorie révolutionnaire que si presque tout le monde d'autre est prêt à l'accepter – si elle devient à la mode par une sorte d'effet d'entraînement. Résister à une nouvelle mode demande peut-être autant de courage qu'il en a fallu pour la provoquer. Vous direz peut-être qu'en décrivant ainsi la science « normale » de Kuhn, je la critique implicitement et subrepticement. Je répèterai donc que ce que Kuhn a décrit existe, et doit être pris en compte par les historiens des sciences. Que ce soit un phénomène que je n'aime pas (parce que je le considère comme un danger pour la science) alors qu'apparemment il n'a pour lui aucune répugnance (puisqu'il le considère comme « normal ») est une autre question. ¹⁶

-
15. Thomas KUHN, « Logique de la découverte ou psychologie de la recherche ? », in *La Tension essentielle (The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change, 1977)* ; Paris, Gallimard, 1990 ; (a) p.357 ; (b) p.359 (trad. M. Biezunski, P. Jacob, A. Lyotard-May & G. Voyat).
16. Karl POPPER, « Normal science and its dangers », in *Criticism and the growth of knowledge*, Imre Lakatos & Alan Musgrave éd., Cambridge University Press, 1970, p.52 (trad. J.-L. Gautero).

Cette citation, qui n'est pas forcément très compréhensible sans la connaissance du modèle de Kuhn, va nous permettre de l'introduire. On peut saisir grâce à elle que Kuhn distingue dans le développement de la science deux phases distinctes, une qu'il appelle donc « normale », et une autre qu'il appelle « révolutionnaire ».

Dans le cours de la science normale, une communauté scientifique donnée travaille dans le cadre de ce que Kuhn appelle d'abord un « *paradigme* » puis, au regard de l'ambiguïté de ce mot – une étude de Margaret Mastermann considère que dans son ouvrage majeur, *La Structure des révolutions scientifiques*,¹⁷ il l'emploie dans vingt-et-une acceptions différentes¹⁸ – une « *matrice disciplinaire* ». Cette seconde dénomination, néanmoins, ne s'est pas imposée. Même si l'on considère que Margaret Mastermann exagère avec ses vingt-et-une acceptions différentes, il n'en reste pas moins que celles-ci peuvent se rassembler en deux classes assez distinctes, l'une regroupant divers types de ce que l'on nommera *paradigmes locaux*, proches de ce qu'est un paradigme en linguistique ; l'autre diverses approches de ce que l'on verra par opposition comme un *paradigme global*, ce que Kuhn appellera ensuite une matrice disciplinaire, c'est-à-dire l'ensemble constitué d'une théorie, à elle seule dépourvue de sens (son énoncé ne répond pas suffisamment aux questions fondamentales : à quels problèmes s'applique-t-elle ? comment s'y applique-t-elle ?...) et de la totalité des éléments qui servent justement à lui donner sens : exercices d'application, problèmes posés dans l'histoire de la théorie et auxquels elle a permis de donner une réponse satisfaisante (ils viennent généralement intégrer l'éventail des exercices d'application), expériences dont le résultat ne serait pas allé de soi sans faire usage de cette théorie... Ces éléments sont les *paradigmes locaux*.

En période de science normale, on ne cherche pas à invalider la matrice disciplinaire/la théorie, on cherche à la confirmer en trouvant de nouveaux cas d'application, de nouvelles expériences, de nouvelles énigmes qu'elle va résoudre avec succès. Pour peu que ces expériences nouvelles, ces énigmes nouvelles, ces applications nouvelles soient suffisamment intéressantes (par exemple : une façon – que l'on appellera

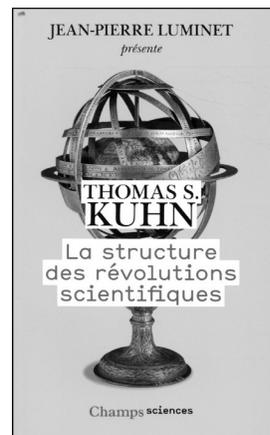
17. Thomas KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques* (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962) ; Paris, Flammarion, coll. Champs, 2018, (trad. Laure Meyer)

18. Margaret MASTERMANN, « The Nature of a Paradigm », *idem*, p. 61.

a posteriori naïve – de faire les calculs correspondant à une expérience nouvelle semblerait invalider la théorie, mais on trouve une autre manière d'aborder le problème qui fait s'accorder résultats expérimentaux et « prévisions » théoriques), elles intégreront la matrice disciplinaire comme autant de nouveaux paradigmes (locaux). Ainsi, en période de science normale, la matrice disciplinaire connaît un développement cumulatif progressif, dont on peut considérer qu'il satisfait le modèle baconien, même si ce n'est que de manière approximative : pour Bacon, les faits doivent venir d'abord, et ils finissent par imposer la théorie. Ici, la théorie vient d'abord, et elle est renforcée par l'accumulation des faits. Bien sûr, parfois, un chercheur essaie d'appliquer la théorie dans une situation nouvelle, et n'y arrive pas ; un étudiant essaie de reproduire une expérience consacrée, et n'y arrive pas. L'étudiant se dit qu'il a dû faire une erreur dans son dispositif expérimental (c'est généralement le cas), le chercheur qu'il y a quelque chose qui lui échappe, et il ne publie pas (il y a peu d'espoir de progresser dans sa carrière en publiant un article qui est un constat d'échec : car est-ce un échec de la matrice disciplinaire ? ou du chercheur ?). Ces falsifications communes passent inaperçues de la communauté scientifique. Parfois, le hasard fait surgir une difficulté plus difficile à ignorer. C'est une énigme, à laquelle on s'intéresse, ou que l'on met de côté pour plus tard, quand on aura, on l'espère, trouvé les moyens de la résoudre, mais en attendant, elle n'interdit pas de continuer à travailler avec la même matrice disciplinaire.

Il y a donc sans cesse des anomalies dans le cadre d'une matrice disciplinaire donnée, mais elles n'empêchent pas, en période de science normale, de continuer à étendre cette matrice disciplinaire. Cette façon, pour un champ disciplinaire donné, de se concentrer sur une matrice disciplinaire est pour Kuhn

ce qui fait la force de la science. Il écrit : « *Les domaines explorés par la science normale sont évidemment minuscules ; elle a le champ visuel sévèrement restreint. Mais ces restrictions nées de la confiance en un paradigme se révèlent essentielles pour le développement de la science. En concentrant*



l'attention sur un secteur limité de problèmes relativement ésotériques, le paradigme force les scientifiques à étudier certains domaines de la nature avec une précision et une profondeur qui autrement seraient inimaginables.»^{19a} C'est sans doute en raison de ce jugement de valeur que certains voient dans le modèle kuhnien un modèle prescriptif, ou tentent abusivement d'en tirer des prescriptions. Les économistes néolibéraux, par exemple, insistent sur l'unicité de la matrice disciplinaire dans un champ scientifique donné pour essayer d'imposer le silence à tous ceux qui critiquent leurs présupposés, en leur reprochant d'empêcher ainsi de développer une économie scientifique.

Mais il n'y a pas chez Kuhn que la science normale. Malgré les restrictions qu'impose une matrice disciplinaire, il arrive parfois que les anomalies prolifèrent, ou que l'une d'entre elles, pour une quelconque raison, prenne une importance particulière, et l'on ne peut plus alors les ignorer : on entre dans une période de crise. C'est le moment où peut être proposée une nouvelle matrice disciplinaire, qui sera substituée à l'ancienne. C'est le moment d'une révolution scientifique. La nouvelle matrice disciplinaire cependant n'est pas une simple correction de l'ancienne : elle s'appuie sur une théorie nouvelle, elle introduit des concepts nouveaux, même s'ils s'expriment parfois avec des mots anciens, elle traite d'énigmes nouvelles, et bon nombre des paradigmes de l'ancienne matrice disciplinaire perdent tout intérêt avec la nouvelle. Kuhn dit que lors d'une révolution scientifique, tout se passe comme si la communauté scientifique changeait de monde : *«l'historien des sciences peut être tenté de s'écrier que quand les paradigmes changent, le monde lui-même change avec eux»*^{19b} ; puis il atténue un peu cette image, en indiquant que la communauté scientifique voit toujours le même monde mais avec un éclairage complètement différent, qui fait ressortir certains éléments auparavant invisibles, et en masque d'autres, auparavant saillants : *«C'est un peu comme si le groupe de spécialistes était transporté soudain sur une autre planète où les objets familiers apparaissent sous une lumière différente et en compagnie d'autres objets inconnus.»*^{19b} On aurait tort, comme on le fait parfois, de prendre ces images au sens strict et de lui reprocher leurs faiblesses ou leur incompatibilité, comme si elles prétendaient être une description précise de la situation. Elles

19. Thomas KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques*, op. cit., ch. II, (a) p. 47 ; (b) ch. IX, p. 157 ; (c) ch. IX, p. 172 ; (d) ch. XII, p. 231. (pagination éd. Champs, 1983).

lui servent à faire comprendre l'idée selon laquelle l'ancienne matrice disciplinaire et la nouvelle sont incommensurables, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune commune mesure qui permettrait d'affirmer de manière indiscutable la supériorité de la nouvelle sur l'ancienne. Bien sûr, les tenants de la nouvelle matrice disciplinaire ne voient plus la plupart des vieilles énigmes qui étaient autant de succès pour les tenants de l'ancienne, et ils discernent donc dans la nouvelle un net progrès (cumulatif) par rapport à l'ancienne, mais les tenants de l'ancienne ne voient pas la plupart des énigmes nouvelles auxquelles s'applique avec succès la nouvelle matrice disciplinaire, dont ils jugent donc qu'elle est une lubie sans intérêt, dont la mode passera.

Ce n'est pas un choix rationnel qui permet de passer de l'ancienne matrice disciplinaire à la nouvelle, c'est une conversion, quasi-religieuse – Kuhn fait allusion à la révélation qu'a connue saint Paul sur le chemin de Damas : « *Les scientifiques parlent alors souvent d'« écailles qui leur sont tombées des yeux ».* »^{19c} Il est ainsi bien difficile de voir dans une révolution scientifique, dans un changement de matrice disciplinaire, un progrès objectif de la science, et l'on peut trouver le chapitre XII de *La Structure des révolutions scientifiques*, « La Révolution facteur de progrès », plutôt embarrassé. Kuhn y est amené à remettre en question sans le dire l'idée de l'incommensurabilité de deux matrices disciplinaires, qui est pourtant l'un des éléments marquants de son modèle. Il écrit en effet : « *bien que les nouveaux paradigmes [lire : nouvelles matrices disciplinaires] possèdent rarement, ou ne possèdent jamais, toutes les possibilités de leur prédécesseur, ils conservent généralement, dans une large mesure, ce que les performances passées avaient de plus concret et permettent toujours la solution de problèmes concrets supplémentaires.* »^{19d} Le problème n'est pas tant, en fait, après avoir parlé d'incommensurabilité, d'essayer d'introduire une commune mesure : après tout, la diagonale d'un carré de côté 1 est incommensurable à ce côté, et cela ne nous empêche pas d'écrire : $\sqrt{2} \approx 1,414\dots$; il est plutôt dans une absence d'explication qui ne permet pas de bien comprendre « *ce que les performances passées avaient de plus concret* » : qu'est-ce exactement qui est censé être conservé ? Personnellement, le texte de Kuhn ne me permet pas de m'en faire une idée.

Puisque l'on ne voit pas en quoi une révolution scientifique constitue un progrès de la science, le changement de matrice disciplinaire

ne s'explique donc plus que par un acte de foi. Chaque révolution scientifique est une incursion de l'irrationnel dans le modèle du développement scientifique. C'est cette irrationalité que n'accepte pas Imre Lakatos, un disciple de Popper dont le modèle peut néanmoins être vu plus comme une correction de celui de Kuhn que de celui de Popper. Son propos, nous dit-il, est de «*présenter les révolutions scientifiques, non pas comme des conversions religieuses, mais comme un progrès rationnel*». ²⁰ S'il y a dans la présentation par Kuhn des matrices disciplinaires un aspect dynamique dont on a essayé de rendre compte, ni le nom «*matrice disciplinaire*», ni les explications de Kuhn n'insistent sur cette dynamique. C'est sur celle-ci au contraire que Lakatos porte toute son attention, en introduisant le concept de «*programme de recherche*». Un programme de recherche, en effet, régit «*des déplacements progressifs et dégénératifs de problèmes dans des suites de théories scientifiques*» ^{21a} : là où il y a programme de recherche, il y a mouvement. Reste à préciser ce qu'est un programme de recherche, à faire le lien entre programme de recherche et matrice disciplinaire.

Un «*programme scientifique de recherche peut se caractériser par son noyau dur*» : il est constitué des premiers éléments de la matrice disciplinaire, ceux qui ne peuvent être mis en question en période de science normale. Nous ne pouvons «*diriger le modus tollens contre ce «noyau dur*». Nous devons, au contraire, mettre toute notre ingéniosité à formuler ou même à inventer des «*hypothèses auxiliaires*» formant un glacis protecteur autour de ce noyau. » ^{21b} Cette dynamique du programme de recherche qui voit son noyau dur s'envelopper d'un glacis protecteur, c'est le travail d'enrichissement, d'élargissement, de la matrice disciplinaire qui se fait en période de science normale : on la fait fonctionner pour un nombre d'énigmes toujours plus important, en opérant pour cela les ajustements nécessaires. Mais (on retrouve là la distinction de Popper entre bonnes et mauvaises hypothèses *ad hoc*) tous les ajustements ne sont pas équivalents : un bon ajustement est tout d'abord théorique-

20. Imre LAKATOS, «*La Falsification et la méthodologie des programmes de recherche scientifique*» («*Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes*», 1970) ; in *Histoire et méthodologie des sciences*, dir. L. Giard, PUF, 1994, 1, p. 4 (trad. C. Malamoud & J.-F. Spitz).

21. *Idem*, trad. corrigée : j'ai remplacé «*série*», terme qui prête à confusion pour les mathématiciens, par «*suite*», plus approprié. (a) 3, p. 62 ; (b) 3, p. 63 ; (c) 2c, p. 41 ; (d) 3a, p. 65.

ment progressif : il « possède un certain supplément de contenu empirique », c'est-à-dire « prédit quelque fait inédit, inattendu jusqu'alors »^{21c}. On pourrait se demander pourquoi l'adverbe « théoriquement » alors qu'il est question de « contenu empirique », de « fait » : mais il s'agit de faits prévus par la théorie dans des situations qui ne sont pas forcément réalisables expérimentalement. Si un biologiste apporte à la théorie de l'évolution un correctif qui ne peut être mis à l'épreuve qu'en examinant une forme de vie extraterrestre, ce correctif sera théoriquement progressif, mais dans les circonstances actuelles, où les seules espèces extraterrestres connues se rencontrent dans des récits de science-fiction, il ne pourra néanmoins être soumis à l'expérience. C'est pourquoi un bon ajustement est de plus « empiriquement progressif » : « une partie de [son] supplément de contenu empirique est aussi corroborée, c'est-à-dire [qu'il] nous amène à découvrir effectivement quelque fait nouveau »^{21c}. Il est (tout simplement) progressif s'il est à la fois théoriquement et empiriquement progressif ; il est régressif dans le cas contraire (quand il ne permet pas de prédire des faits nouveaux qui pourraient être soumis au contrôle de l'expérience). Un programme de recherche est progressif quand ses ajustements sont progressifs : alors « s'accroît le contenu empirique corroboré du glaci protecteur d'hypothèses auxiliaires », ^{21d} ce qui revient à dire que, dans le cadre d'un programme de recherche progressif, le développement de la science est cumulatif, même si cette cumulativité est plus complexe qu'une simple addition : une hypothèse auxiliaire peut à l'occasion être abandonnée et remplacée par une ou plusieurs autres. Un programme de recherche dégénère lorsqu'il ne connaît plus que des ajustements régressifs.

Le modèle de Lakatos répond d'une façon satisfaisante à la question que Kuhn n'abordait que de manière embarrassée, même s'il la déplace un peu, la formulant différemment : pourquoi une matrice disciplinaire remplace-t-elle une autre matrice disciplinaire ? Il convient d'abandonner un programme de recherche qui dégénère dès lors que l'on peut lui substituer un programme de recherche progressif : ce n'est plus une question de foi, mais de choix rationnel. Cette réponse est clairement normative : c'est ainsi que la science se passe dans l'idéal. La réalité ne correspond pas nécessairement à cet idéal : la révolution copernicienne « aurait pu avoir lieu, étant donné un génie copernicien, n'importe quand entre Aristote et Ptolémée, en n'importe quelle année après la traduction

latine de l'Almageste en 1175, ou après celle que fit un astronome arabe au IX^e siècle». ²² Il semble qu'il reste cependant un problème : la réponse de Lakatos montre bien, au moment du choix, la supériorité du nouveau programme de recherche sur l'ancien, et la nécessité, à ce point de leur développement, de substituer l'un à l'autre. On repart sur des bases nouvelles, parce que sur ces bases, on progressera (cumulativement) plus vite. Mais il s'agit néanmoins d'un nouveau départ. La révolution scientifique que constitue le changement de programme de recherche est rationnelle, mais peut-on pour autant parler de progrès lors de cette révolution ? Ne faudrait-il pas pour cela une mesure globale, et non la seule mesure locale de la dynamique du programme ?

Avant Kuhn et Lakatos, un philosophe des sciences français, Gaston Bachelard, donnait une réponse, sans parler certes de révolution, mais en insistant sur un terme qui y fait fortement penser, sur son rôle déterminant pour la scientificité : celui de rupture. Il écrivait ainsi : «*Nous croyons, en effet, que le progrès scientifique manifeste toujours une rupture, de perpétuelles ruptures, entre connaissance commune et connaissance scientifique, dès qu'on aborde une science évoluée, une science qui, du fait même de ces ruptures, porte la marque de la modernité.*» ²³ Même s'il semble ne parler

que de rupture entre la connaissance commune et la connaissance scientifique, il est clair que cette rupture n'est que la première d'une longue suite : d'une part, parce que la connaissance scientifique ne peut pas rompre plusieurs fois avec la connaissance commune, à moins qu'elle ne soit elle-même devenue connaissance commune ; c'est alors en fait avec un état antérieur d'elle-même qu'elle rompt. D'autre part, Bachelard montre bien par ailleurs que ces ruptures ne sont pas des ruptures entre une pensée fautive et une pensée juste, mais des ruptures entre des étapes successives de pensée juste : «*les crises*



22. Imre LAKATOS, « Pourquoi le programme de recherche de Copernic a-t-il supplanté celui de Ptolémée ? » (« Why did Copernicus's research programme supersede Ptolemy's ? », 1972), in *Histoire et méthodologie des sciences, op. cit.*, 5, pp. 146-184 ; p. 178.

23. Gaston BACHELARD, « Connaissance commune et connaissance scientifique » (Conclusion : I), in *Le Matérialisme rationnel* (1953) ; PUF, Quadrige, 2000, p. 207.

de croissance de la pensée impliquent une refonte totale du système du savoir. La tête bien faite doit alors être refaite. Elle change d'espèce. Elle s'oppose à l'espèce précédente par une fonction décisive.»^{24a} L'incommensurabilité kuhnienne est dans cette tête bien faite qui doit être refaite : on ne passe pas d'un état du savoir scientifique à l'état suivant par une simple adjonction de connaissances, facile à mesurer, mais par un changement de structure et, entre deux structures différentes, aucune mesure commune ne s'impose. Comme la révolution chez Kuhn, la rupture chez Bachelard nécessite une conversion qui, on le verra bientôt, n'a rien chez lui d'irrationnel : « *Tout réel progrès dans la pensée scientifique passe par une conversion.* »²⁵

Ce discours général s'illustre parfaitement par l'analyse bachelardienne de la rupture que constitue le remplacement de la physique newtonienne par la physique relativiste (on a déjà insisté sur son importance pour la philosophie des sciences du xx^e siècle). Pour qui ne connaît pas par ailleurs la pensée de cet auteur, il serait sans doute très facile de manquer une pointe d'ironie, et de voir en lui un conservateur qui déplore l'abandon d'une théorie physique qui ayant fait ses preuves serait capable de les faire encore :

Le système de Newton était un système achevé. En corrigeant partiellement la loi de l'attraction, en affinant la théorie des perturbations, il y avait de nombreux moyens pour rendre compte de la légère avancée du périhélie de Mercure ainsi que des autres anomalies. De ce côté, il n'était pas besoin de bouleverser de fond en comble la pensée théorique pour l'adapter aux données de l'observation. Nous vivions d'ailleurs dans le monde newtonien comme dans une demeure spacieuse et claire. La pensée newtonienne était de prime abord un type merveilleusement net de pensée fermée. On ne pouvait en sortir que par effraction.²⁶

Il y a bien pourtant un progrès pour lui dans la rupture, mais cette vision du progrès n'a rien de la vision naïve, qui persiste encore souvent, d'un progrès cumulatif : « *Même sous le rapport simplement numérique, on se trompe, croyons-nous, quand on voit dans le système newtonien une*

24. Gaston BACHELARD, *La Formation de l'esprit scientifique* (1938) ; Ch. II, Vrin, 2004.

(a) p. 18 ; (b) « Discours préliminaire », p. 8 ; (c) « Discours préliminaire », p. 12 ; (d) *idem*, p. 10.

25. Gaston BACHELARD, *La Philosophie du non* (1940) ; « Avant-propos » III, PUF, Quadrige, 1994, p. 8.

26. Gaston BACHELARD, *Le Nouvel esprit scientifique* (1946) ; Paris, PUF, Quadrige, 1984, ch. II II, p. 46.

première approximation du système einsteinien, car les finesses relativistes ne découlent point d'une application affinée des principes newtoniens. On ne peut donc pas dire correctement que le monde newtonien préfigure en ses grandes lignes le monde einsteinien. C'est après coup, quand on s'est installé dans la pensée relativiste, qu'on retrouve dans les calculs de la Relativité – par des multiplications et des abandons – les résultats numériques fournis par l'astronomie newtonienne.»²⁶ Il est difficile, quand on lit la dernière phrase, de ne pas penser à Kuhn, de ne pas lire cette phrase comme nous disant qu'il n'y a pas d'en-dehors théorique absolu qui rendrait l'une des deux matrices disciplinaires objectivement supérieure à l'autre, puisque c'est seulement à partir de la deuxième que l'on peut établir une supériorité par rapport à la première, et que cette supériorité est d'autant plus facile à établir que l'on oublie, comme autant d'abandons, des éléments que la première tenait pour pertinents.

Et pourtant, c'est ce qui semble faire la force de Bachelard par rapport à Kuhn, et même à Lakatos : il arrive à introduire, précisément, une commune mesure qui permet de rendre objective la supériorité de la nouvelle matrice disciplinaire sur l'ancienne (bien sûr, peut-être est-il bon de le rappeler ici, corrigeant Kuhn par Bachelard, j'applique en parlant de Bachelard le vocabulaire de Kuhn, ce que Bachelard lui-même n'a jamais eu l'occasion de faire). Cette commune mesure est double, ou plus exactement elle peut être fournie par l'un ou l'autre de deux concepts corrélés : l'abstraction et la difficulté. Lui-même ne les lie pas explicitement, et il chante les louanges de la difficulté de la science de son temps sans faire référence, dans le même passage, à son abstraction : *«La difficulté tient à la science même, du fait de son caractère inducteur, créateur, dialectique. La science contemporaine est objectivement difficile. Elle ne peut plus être simple.»^{27a} Mais, même si on ne peut bien sûr en faire une preuve d'identité, abstraction et difficulté présentent les mêmes vertus dynamiques. Ainsi écrit-il dans *Le Rationalisme appliqué* : *«Je n'hésite pas à donner à cette allure dynamique de la difficulté comme un caractère distinctif, comme un caractère fondamental de la science contemporaine.»^{27a} Et, dans *La Formation de l'esprit scientifique* : *«pourquoi n'accepterions-nous pas de poser l'abstraction comme la démarche normale et féconde de l'esprit scientifique [...] Il nous faudra prouver que l'abstraction***

27. Gaston BACHELARD, *Le Rationalisme appliqué* (1949) ; Paris, PUF, Quadrige, 2004.

«Conclusion», (a) p.214 ; (b) ch. VI I, p. 103.

débarrasse l'esprit, qu'elle allège l'esprit, qu'elle le dynamise.»^{24b}

Chaque rupture épistémologique s'accomplit à l'occasion du franchissement – difficile – d'un obstacle épistémologique (de même que chez d'Alembert puis Condorcet, la révolution se faisait par une victoire sur un obstacle), et la plupart des obstacles épistémologiques auxquels se réfère Bachelard dans *La Formation de l'esprit scientifique* proviennent d'un attachement excessif au concret, l'antonyme de l'abstrait, depuis cet obstacle initial que constitue l'expérience première jusqu'à l'obstacle substantialiste qui charge de matérialité les objets théoriques étudiés ou l'obstacle animiste, qui les charge de chair et de sang.^{28a} Les trois états de l'esprit scientifique constituent un passage du concret à l'abstrait et, parmi les états d'âme de ce même esprit, celui du niveau le plus élevé est celui de l'âme «*en mal d'abstraire et de quintessencier*», «*sûre que l'abstraction est un devoir, le devoir scientifique, la possession enfin épurée de la pensée du monde !*»^{24c} Il n'y a donc plus nul irrationnel dans le passage d'une matrice disciplinaire à une autre, nul retour à zéro dans le passage d'un programme de recherche à un autre : la nouvelle matrice disciplinaire doit avoir en son noyau une théorie plus abstraite que celle de l'ancienne, et ce sont les difficultés posées par cette abstraction supérieure qui permettent au nouveau programme de recherche d'être progressif. Mais abstraire, on le sait, c'est étymologiquement arracher, enlever : il pourrait sembler qu'avec ce modèle bachelardien, on retrouve cette idée, présente dans les premiers modèles, d'un plateau de connaissances scientifiques, à partir duquel nulle progression nouvelle ne serait possible – quand, d'abstraction en abstraction, il ne resterait plus rien à enlever. Or telle ne semble pas être la position de Bachelard, qui affirme : «*tout savoir scientifique doit à tout moment être reconstruit*»,^{24d} sans limiter cette reconstruction nécessaire à un moment donné de l'histoire.

Voyons ce qui peut chez lui justifier cette idée d'un progrès sans fin.^{28b} C'est que, d'une part, pour le meilleur, l'abstraction de la science

28. (a) Le lecteur russophone, pour peu que la traduction ait été bien faite, remarquera quelques ressemblances entre ce passage et un extrait de Башляр: разрыв в непрерывности (Философские науки, 9.2016, pp.49-60), où néanmoins je développe plus le modèle bachelardien. Il m'est difficile, dans la mesure où j'exprime les mêmes idées, serait-ce dans un contexte différent, d'éviter tout auto-plagiat.
 (b) À nouveau, il ne s'agit ici que d'une version fortement abrégée et légèrement enrichie du même article.

est une abstraction constructive : « *l'application de la pensée scientifique nous paraît essentiellement réalisante* », ²⁹ où il faut entendre « réalisant « au sens fort : « rendant réel », « ajoutant au réel » ; et ce qui est construit, ajouté au réel, ce ne sont pas seulement des concepts, c'est aussi tout un appareillage technique, et ce qu'il permet de produire : « *Les trajectoires qui permettent de séparer les isotopes dans le spectroscope de masse n'existent pas dans la nature ; il faut les produire techniquement.* » ^{27b} L'abstraction n'appauvrit donc pas le réel puisque, ce qu'elle lui prend d'une main, elle le lui rend de l'autre. Mais d'autre part, pour le pire, il y a une tendance humaine à oublier que l'abstrait est abstrait, à en venir à le prendre pour concret, bien connu. Les scientifiques s'engluent alors dans la routine – pour Bachelard comme pour Popper, les périodes de science normale, où la communauté scientifique ne fait qu'approfondir ce qu'elle sait déjà ne sont pas des périodes de progrès, ce sont des périodes de stagnation, voire de régression, où la science n'est pas à la hauteur de ses promesses, peut-être humainement inévitables, mais rationnellement déplorables : « *Une connaissance acquise par un effort scientifique peut elle-même décliner. La question abstraite et franche s'use : la réponse concrète reste.* » ^{30a}

L'abstraction pose un autre problème : que devient la partie du réel dont on fait abstraction ? La communauté scientifique s'intéresse-t-elle à une part du réel de plus en plus restreinte ? Ce ne semble pas être le cas, et ce ne semble pas non plus être ce que prône Bachelard. Peut-être serait-il plus juste dans une rupture épistémologique de voir un processus de double abstraction : tout en abstrayant A de B, on abstrait B de A. La tête bien faite ne doit pas simplement être refaite, elle doit plutôt être remplacée par deux têtes différemment refaites. C'est ainsi que Bachelard s'oppose à la vision d'une science qui irait vers la généralisation, qui, pour employer des termes contemporains, viserait à donner la loi de toutes choses : « *On répète souvent aussi que la science est avide d'unité, qu'elle tend à identifier des phénomènes d'aspects divers, qu'elle cherche la simplicité ou l'économie dans les principes et dans les méthodes. Cette unité, elle la trouverait bien vite, si elle pouvait s'y complaire. Tout à l'opposé, le progrès scientifique marque ses plus nettes étapes en*

29. Gaston BACHELARD, *Le Nouvel esprit scientifique*, op.cit. Introduction : « La Complexité essentielle de la philosophie scientifique », I, p. 8.

30. Gaston BACHELARD, *La Formation de l'esprit scientifique*, op.cit. (a) Chapitre II, p. 16-17 ; (b) p. 18.

abandonnant les facteurs philosophiques d'unification facile tels que l'unité d'action du Créateur, l'unité de plan de la Nature, l'unité logique.»^{30b} Sans doute ne semble-t-il critiquer ici qu'une unification facile, mais il ne lui substitue nulle part une unification difficile. Le progrès n'a pas été dans l'abandon des facteurs philosophiques d'unification parce qu'ils étaient trop faciles, il a été dans l'abandon des facteurs philosophiques d'unification, et leur facilité explique seulement que l'on ait pu croire un temps à leur existence. C'est pourquoi Bachelard insiste ailleurs sur l'idée selon laquelle «l'esprit scientifique stricto sensu «est «l'esprit scientifique spécialisé – en est-il d'autres désormais ?», «l'esprit scientifique nettement déterminé par une cité scientifique qui organise les spécialisations»».³¹ La spécialisation a toutes les vertus d'une rupture épistémologique, ce qui n'est pas surprenant si, comme je l'affirme, elle en est la conséquence : «Cette spécialisation, dûment hiérarchisée, entraîne une dynamisation particulièrement heureuse pour l'esprit scientifique. Elle implique en effet une réforme fondamentale des principes du savoir.»³¹

Cette idée d'une spécialisation accrue lors des périodes de rupture (de révolution) se trouve aussi chez Kuhn, à qui elle fournit d'ailleurs un argument bien plus fort que celui déjà mentionné en faveur de l'idée que les révolutions scientifiques constituent des progrès, un argument que hélas Kuhn ne développe pas autant qu'il le mériterait :

la révolution réduit fréquemment l'étendue des phénomènes qui concernent le groupe, augmente son degré de spécialisation et diminue les communications possibles avec d'autres groupes, tant scientifiques que non scientifiques. Si la science croît certainement en profondeur, elle ne croît pas nécessairement en étendue ; ou, si elle le fait, cette extension se manifeste par la prolifération de nouvelles spécialités scientifiques, plutôt que par la portée d'une seule. Cependant, quelles que soient les pertes qu'enregistre tel ou tel groupe particulier, la nature de ces groupes garantit virtuellement la croissance indéfinie de la liste des problèmes résolus par la science et aussi la précision des solutions.^{32a}

Là où beaucoup voient à l'œuvre dans la science un processus de généralisation, Kuhn et Bachelard y voient (et il semble que cela corresponde plus à la réalité) un processus de spécialisation : une matrice disciplinaire n'est pas en général au terme d'une révolution scienti-

31. Gaston BACHELARD, *Le Matérialisme rationnel*, op. cit., «Conclusion», I, p. 208.

32. Thomas KUHN, *La Structure des révolutions scientifiques*, op. cit. (a) pp. 231-232 ; (b) pp. 234-235.

fique remplacée par une seule matrice disciplinaire, mais par deux ou plusieurs autres, elle peut même subsister quoique transformée (mais avant la crise déjà, elle n'était pas statique). On a beau affirmer que la théorie de la relativité et celle de la mécanique quantique ont supplanté la théorie de Newton, on étudie toujours dans l'enseignement élémentaire la théorie de Newton avant la théorie de la relativité et la mécanique quantique et, dans certains cas, ce n'est qu'à elle que les ingénieurs font appel. On a ainsi un processus d'évolution bien plus proche de l'évolution darwinienne que celui de Popper : le processus de spéciation a pour effet une diversification des espèces qui vont constituer et peupler des niches écologiques de plus en plus variées, le développement de la science se fait par une prolifération des matrices disciplinaires, des spécialités, qui constituent et permettent d'étudier des domaines du réel de plus en plus diversifiés.^{32b} On retrouve ainsi un développement de la science qui redevient cumulatif mais, comme ce n'est pas à la manière traditionnelle, il peut tout aussi bien être considéré comme non cumulatif : il est cumulatif en ce qu'avec la multiplication des spécialités, la science dans son ensemble rend compte d'une part toujours croissante du réel. Il est non cumulatif en ce qu'à chaque rupture, à chaque spécialisation, les spécialités sont reconfigurées, le connu ancien ne se retrouve pas inchangé dans le connu nouveau : comme dans le processus de spéciation, les espèces transforment leurs niches écologiques en même temps qu'elles s'y adaptent.

Les matrices disciplinaires ne sont pas plus isolées que les niches écologiques : les spécialistes de mécanique céleste ont parfois besoin, par exemple, des spécialistes d'optique. Les diverses matrices disciplinaires ne sont donc pas nettement séparées les unes des autres : ce qui est pour l'une un élément central va jouer pour une autre un rôle accessoire. Avec le développement des sciences et la prolifération des matrices disciplinaires, il y a donc de plus en plus de révolutions scientifiques, mais qui ne sont perçues comme telles que dans le cadre d'une matrice disciplinaire donnée : celui qui regarde l'ensemble du champ scientifique peut donc avoir l'impression d'une science qui sans cesse se prend en défaut, qui cherche à se prendre en défaut, qui progresse par petites corrections successives, selon la vision poppérienne ; celui qui regarde comment les choses se passent au sein d'une matrice disciplinaire donnée portera sur la même histoire le regard de Kuhn et

verra une alternance entre des phases de science normale, où la matrice disciplinaire s'accroît en un progrès cumulatif, et des phases où elle entre en crise avant d'être remplacée.

Les divers modèles non cumulatifs présentés, même s'il serait faux de les identifier, ne sont donc pas nécessairement contradictoires, ils font seulement porter les simplifications qu'ils donnent de la réalité qu'ils visent à représenter sur des éléments différents. Aussi serait-on tenté d'essayer de les rassembler, pour donner un modèle plus juste, et il pourrait sembler que c'est ce que j'ai voulu faire ici. Mais ce serait une illusion : car ce que l'on obtiendrait, perdant en simplicité, mériterait-il encore le nom de modèle ? De plus, même si je n'y ai pas insisté, les auteurs s'appuient chaque fois, pour justifier leurs modèles, sur des analyses historiques précises. Il ne serait pas sérieux de ma part de vouloir donner un modèle nouveau sans en revenir comme eux à l'histoire qu'il s'agit de modéliser, et un article, même long, n'y suffirait pas.



SESSION 6

Du cyberpunk au Big Data

lancement : Claude Ecken

Bruce Sterling aimait à qualifier de « neuromantiques » les pionniers du cyberpunk, comme William Gibson dont le *Neuromancien*¹ avait lancé le genre.

Ce premier cyberpunk, aux univers tout-informatique un peu anarchiques, à l'image des sociétés déliquescents sans lois d'un certain western, n'a pas vécu longtemps. Petit à petit, on le retrouve toutefois intégré comme élément de la narration à l'ensemble du corpus SF habituel. Tout ce qui est du côté du virtuel, des images de synthèse, de la réalité augmentée se développe rapidement. On commence à vivre dans des simulations plus ou moins perfectionnées de notre univers. Neal Stephenson invente pour *Le Samourai virtuel*² une avenue longue d'un milliard de kilomètres où tout le monde peut venir se promener. L'individu mène même souvent des activités plus importantes dans ces villes virtuelles que dans sa vie réelle. Ainsi, dans *Nécroville*,³ de Ian McDonald, une avocate traite d'affaires advenues dans le monde réel, mais qui se plaident uniquement dans une simulation, avec un ordinateur pour juge. À mesure que l'on modélise de plus en plus profondément la réalité, la puissance croissante de l'informatique commence à en créer une nouvelle. À la limite, comme dans *La Cité des permutants*⁴

1. William GIBSON, *Neuromancien* (*Neuromancer*, 1984) ; J'ai Lu SF, 2013.

2. Neal STEPHENSON, *Le Samourai virtuel* (*Snow Crash* (1992) ; Livre de Poche SF, 2017.

3. Ian McDONALD, *Nécroville* (*Necroville*, 1994) ; J'ai Lu SF, 1996.

4. Greg EGAN, *La Cité des permutants* (*Permutation City*, 1994) ; Livre de Poche SF, 2000.

de Greg Egan, on n'a même plus besoin du réel : la modélisation suffit. Dans le lexique de Yann Minh, on est alors dans une sorte « *d'hyperréalisme immersif* », ⁵ où la virtualité devient la véritable réalité.

L'idée est en fait plus ancienne que le cyberpunk lui-même. Dès 1964, *Simulacron 3* ⁶ de Daniel Galouye proposait un simulateur d'environnement total afin d'étudier les réactions de la population et de valider certains votes, etc. Les créatures électroniques qui habitaient cette société électronique en tout point conforme à la réalité n'avaient aucune conscience qu'elles étaient dans un univers virtuel. Dans *Futur intérieur* ⁷ de Christopher Priest, c'est une ville virtuelle, dans laquelle on introduit des problèmes contemporains, qui sert de laboratoire social.

Dans quelle mesure ces représentations cyberpunk, au sens large, d'une sorte d'informatique anarchique rencontrent-elles les approches actuelles des « *Big Data* », de centres capables d'analyser de grandes masses de données et, le cas échéant, d'en tirer des modèles plus ou moins opératoires de toutes sortes de choses, sans que l'on puisse encore les maîtriser, du moins au niveau individuel ? Et si ces modèles omniprésents deviennent tellement prégnants qu'on finit par avoir l'impression de vivre à l'intérieur d'un modèle, saura-t-on modéliser ce modèle ?

Deep learning vs. yeux rouges

Cette dernière expression s'applique en fait tout aussi bien aux *Big Data* elles-mêmes, remarque Pascal Thomas. Par construction, on dispose dans un tel cadre d'énormément de données ; trop même, souvent, pour pouvoir les traiter toutes en un temps raisonnable... Concrètement, le problème mathématique qui se pose est alors de déterminer comment piocher dans cette masse, de la façon la plus efficace possible, une fraction restreinte mais néanmoins statistiquement significative des données disponibles. Et donc, paradoxalement, de « modéliser le modèle » permettant d'en tirer les inférences les plus précises possible, voire de développer des algorithmes d'apprentissage automatique profond, de « *Deep learning* » ⁸.

-
5. Yann MINH, « Petite histoire cyberpunk immersive de la cyber culture », conférence Web 2017. Accessible en ligne : <https://www.youtube.com/watch?v=6pGS3xim-X4> (mars 2020).
 6. Daniel F. GALOUYE, *Simulacron 3* (1964) ; Folio SF, 2010.
 7. Christopher PRIEST, *Futur Intérieur (A Dream of Wessex, 1977)* ; Folio SF, 2005.
 8. On rencontre également l'expression de *Machine learning*, plus générale dans la mesure où elle ne suppose pas nécessairement l'exploitation de *Big Data*.

Pour Franck Grammont, en revanche, la notion de *Big Data* suppose implicitement que l'on regarde toutes les données disponibles – faute de quoi, on retombe sur des approches statistiques classiques. Le plus souvent, rien n'en émerge spontanément. Claude Lobry évoque ainsi l'approche de « l'Analyse des correspondances »,⁹ qui peut se résumer en « laissez parler les chiffres ! » ; longtemps largement théorique tant que les outils permettant d'en mettre la philosophie en pratique n'étaient pas disponibles, un saut technologique récent, aussi bien en termes de capacité de stockage que de manipulation des données, etc. la fait ressurgir sur le devant de la scène, y compris dans les performances « bluffantes » de logiciels relativement bon marché, comme celui qui sait reconnaître les personnes représentées par les photographies stockées dans la plupart des ordinateurs personnels modernes.

On peut toujours développer et optimiser des algorithmes capables de les explorer pour répondre à une question précise en un temps raisonnable, mais l'approche aujourd'hui majoritaire, celle du *deep learning*, consiste à entraîner des « réseaux de neurones »¹⁰ à reconnaître certaines choses tout seuls,¹¹ explique Franck. L'application la plus fréquente est la reconnaissance visuelle, où l'on présente à la machine des milliers, voire des millions de cas particuliers comportant les stimuli recherchés, y compris désormais d'images très complexes, avec pour comparaison

9. Jean-Paul BENZÉCRI, *L'Analyse des données*, tome 2 : *L'Analyse des correspondances*, Paris, Bordas éd., 1976.

10. Un réseau de neurones artificiels est un système électronique ou informatique, avec un certain nombre d'entrées et de sorties dont la valeur souvent booléenne (oui/non, 1/0) dépend d'une pondération affectée à chaque entrée, dont la modification peut donner lieu à une forme d'apprentissage. La plupart des réseaux actuels sont multicouches, les sorties d'une couche constituant les entrées de la suivante, mais reprennent pour l'essentiel, de façon très massifiée une architecture de type *perceptron*, développée dès 1957, avec une seule couche et sans rétroaction.

11. Par opposition aux premiers moteurs de recherche sur internet, qui se contentaient d'aller lire les métadonnées et, en réponse à une demande d'image de chat, restituaient celles dont quelqu'un avait précisé que « ceci est un chat », résume Daniel Tron. Irène Langlet souligne pour sa part l'hétérogénéité de ces métadonnées. Un projet de l'Université de Limoges visant à aspirer toutes les notices bibliographiques d'une bibliothèque nationale pour une année, afin de calculer automatiquement, par exemple, des vitesses moyennes de traduction des romans étrangers, ou encore d'adaptation intermédia, s'était ainsi heurté au fait que les métadonnées n'étaient pas renseignées de la même façon selon les BN, etc. Avant de réfléchir à la formulation de requêtes susceptibles de produire des résultats interprétables, il avait alors fallu modéliser les bases interrogées, pour homogénéiser les données brutes.

la solution trouvée par des humains.¹² Les critères retenus, en revanche, ne sont pas nécessairement les mêmes. Ainsi, là où l'humain reconnaîtra un chat à partir d'un concept incluant des poils, une certaine forme de visage, des oreilles pointues, etc., la machine pourra, elle, baser son analyse d'image sur un certain type de texture commune dont les humains de référence n'étaient pas même conscients... Un corollaire est la possibilité de reconnaître des images *a priori* non identifiables par les humains, comme une personne particulière sur une photo de mauvaise qualité où ne dépassent que le front et les yeux, etc.

Curieusement, alors que de nombreuses fictions, surtout audiovisuelles en l'occurrence, ont tenté de représenter des individus capables de percevoir ou de manipuler des flux de données de façon fluide,¹³ elles les placent le plus souvent, d'une manière ou d'une autre, sur le spectre autistique, remarque Simon Bréan, comme s'ils échappaient déjà eux-mêmes, en partie au moins, à la compréhension courante de ce que nous appelons la conscience. Anthony Vallat se souvient de la technique narrative pseudo-réaliste du « mur sonore »,¹⁴ rapidement revendiquée par Bruce Sterling comme partie intégrante de l'esthétique cyberpunk,¹⁵ et qui consistait à immerger le lecteur dans quantité de données brutes, comme s'il devait y retrouver tout seul l'information pertinente.



Illustration de Tim WHITE

Tableaux noirs cyberpunks

Le nombre de paramètres susceptibles d'être pertinents dans l'analyse d'une image est tel qu'il n'est désormais plus vraiment possible de déterminer lesquels sont utilisés. Cette difficulté n'est d'ailleurs

-
12. Qui peuvent être (chichement) rémunérés pour identifier des images-type. La validation de la solution de la machine peut aussi passer par la réponse de l'utilisateur : s'il clique sur la première réponse proposée à sa requête et reste sur la page correspondante, Google supposera que l'analyse de son réseau neuronal était correcte, explique Daniel Tron.
 13. Rebekah SHELDON, « Les Ordres du spectre : la science-fiction numérique et le présent corrigé » (« Spectrum Orders: Digital Science Fiction and the Corrected Present », 2016), in *Res Futuræ* 10 | 2017 (revue en ligne) : <https://journals.openedition.org/resf/1171> (mars 2020).
 14. L'expression de *wall of sound* est connue en musique depuis les années 1960.
 15. Bruce STERLING, Préface à *Mozart en verres miroir* (*Mirrorshades: The Cyberpunk Anthology*, 1986) ; Folio SF, 2001, pp.7-15.

pas spécifique aux machines. Franck évoque une ancienne expérience menée avec des singes auxquels on présentait des photos, et que l'on récompensait lorsqu'ils y reconnaissaient la présence d'humains. L'apprentissage avait été un succès et l'on en avait déduit que les singes étaient capables d'extrapoler la représentation d'un humain à partir d'une image à deux dimensions... jusqu'à ce que l'on s'aperçoive qu'ils réagissaient de la même façon à la simple présentation de deux points rouges – comme les yeux sur ces photos des années 1970 !

Certains domaines d'application où la confiance est cruciale, comme l'aide au diagnostic médical, supposent toutefois un effort d'explicitation des chaînes de raisonnement. Daniel Tron souligne l'apparition de plus en plus de routines de type « tableau noir » reconstruisant pour les médecins le cheminement de l'intelligence artificielle pour aboutir à un diagnostic donné et explicitant les critères qu'elle a définis.

Cette métaphore est en elle-même intéressante, remarque Éric Picholle : on demande à la machine de se conformer à des modes de représentation très traditionnels, pour que les experts humains puissent confronter ses raisonnements aux leurs. L'idée sous-jacente est sans doute plus généralement que l'on ne maîtrisera véritablement une société basée sur ces nouvelles technologies que si l'on ne se contente pas des indications finales des intelligences artificielles en leur abandonnant les raisonnements intermédiaires. Pour cela, il sera nécessaire de savoir représenter ces derniers sous des formes efficacement accessibles aux humains. Or si cette recherche de nouvelles formes de représentations des flux d'information, de leur maîtrise et de la façon dont on pouvait naviguer d'un flux à l'autre était au cœur du projet cyberpunk, et constituait sans doute son originalité majeure dans les années 1980, il semble à Éric qu'elle se soit aujourd'hui sinon un peu perdue, du moins placée en retrait de questions plus philosophiques sur des enjeux de liberté, éthiques et politiques, ravivées par l'émergence des *Big Data* mais qui, elles, se posaient déjà voici un siècle, toutes proportions gardées.

Le garage du magicien Woz

Les enjeux politiques et sociaux étaient pourtant déjà bien présents dans le projet cyberpunk. William Gibson lui-même présentait volontiers *Neuromancien* comme une régénération du conte de fées, d'ailleurs radicale et très intéressante en elle-même, remarque Pascal Thomas : un

gamin de la rue, un fils de paysan, sans héritage ni éducation particulière, y acquiert une place éminente par son seul mérite. La composante « punk » du mouvement, c'est d'abord cette volonté de réappropriation de la technologie par tout un chacun.

C'est peut-être d'ailleurs, pour Pascal, l'un des exemples d'influence directe de la science-fiction sur la réalité sociale, dans la mesure où l'on voit aujourd'hui des gens visiblement intelligents, qui auraient pu prétendre à une éducation académique prestigieuse, lui préférer un accès direct à des défis technologiques tout aussi ambitieux et difficiles, souvent dans le contexte informatique.

Pour Daniel Tron, toutefois, il s'agit plutôt d'un mythe commun à la culture des années cyberpunk et à celle, pratiquement contemporaine, des entrepreneurs développant dans leur garage, sans être un scientifique, un technicien ni un « *man in blue* »,¹⁶ des technologies démodant celles de la grande industrie et faisant ainsi fortune. Ainsi, Steve Wozniak, « le Magicien Woz » qui avait été capable, adolescent, en combinant astucieusement les microprocesseurs disponibles, de répliquer les performances de machines hors de prix sur un unique circuit imprimé et de développer ainsi parmi les premiers des morceaux d'informatique personnelle ; et Steve Jobs, cofondateur d'Apple avec Wozniak en 1976, qui avait su vendre à des investisseurs puis au monde entier leur rêve, à la limite de la pensée magique, de réaliser quelque chose à partir de rien, d'une capacité illimitée à manipuler le réel en transcendant les barrières sociales et culturelles – une dimension absente du discours des pionniers français ou canadiens, comme François Gernelle, pourtant inventeur dès 1973 du tout premier microordinateur^{17,18}. C'est la même « post-contre-culture » américaine qui, dans les 1970, se projette dans les mondes imaginaires des jeux de rôles de Gary Gigax et Dave Arneson (dont Wozniak était friand, rappelle Daniel, quand Steve Jobs « *se déguisait plutôt en hippie* »).

16. C'est-à-dire un employé d'IBM, « *Big Blue* ».

17. Après la présentation en 1972 du microprocesseur Intel 8008, François Gernelle rejoint la société R2E d'André Truong Trong Thi et y développe le Micral N, commercialisé en 1973 et souvent reconnu comme le premier microordinateur au monde.

18. Selon les définitions qu'on retient pour micro-ordinateur/ordinateur personnel et pour réalisation/production/diffusion/commercialisation, on peut identifier quelques candidats. Le MCM/70 canadien en fait partie : terminé en 1972, exposé en 1973 et commercialisé en 1974 : <https://en.wikipedia.org/wiki/MCM/70> (mars 2020).

Les réseaux SF avant les réseaux

L'influence de la science-fiction sur la transition d'internet d'un outil réservé aux techniciens vers un réseau grand public est bien antérieure au cyberpunk. Pour Pascal Thomas, elle a en effet non seulement contribué à faire échapper cette technologie des mains des spécialistes, mais aussi puissamment marqué la disposition d'esprit des gens qui ont effectivement fait la technologie. Le premier réseau d'utilisateurs à l'employer dans un but non strictement professionnel est en effet *SF lovers*, une liste de diffusion créée très rapidement après l'introduction en 1972 de la fonction de messagerie sur le réseau ARPAnet,¹ en particulier par des ingénieurs de la société Digital, à Boston². Rapidement interdite, elle sera relancée quelques mois plus tard, après que ses promoteurs auront convaincu les administrateurs du réseau qu'elle constituait un test grandeur nature de la capacité de celui-ci à gérer des flux d'e-mails significatifs. Beaucoup d'autres suivront « *comme si l'on avait fait éclaté un sinistre bunker et qu'en était sortie une vaste parade de Mardi-Gras* », selon la formule de Bruce Sterling.³

D'après Gregory Benford,⁴ on peut faire remonter plus loin encore cette influence, la notion de forum internet étant directement inspirée des APA (*Amateur Press Association*) inventées par le fandom américain dans les années 1940.⁵

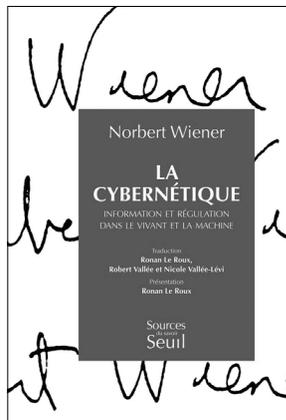
-
1. Développé par les services de la Défense américaine (DARPA) et mis en service dès 1969, le réseau ARPAnet (*Advanced Research Projects Agency Network*), réunissant un nombre restreint de centres de recherche et d'universités aux États-Unis, a servi de banc d'essai des protocoles d'échange de paquets de données sur lesquels se basera ensuite Internet.
 2. Pascal J. Thomas, « Canne brandie, Papy traverse l'autoroute », in *Yellow Submarine*, n° 122, jan. 1997. Accessible en ligne : <https://www.noosfere.org/articles/article.asp?numarticle=460&numpage=19> (mars 2020).
 3. Cité par Stephen Bates, « The Ancient History of the Internet », *American Heritage*, vol. 46, n°6, oct. 1995. Accessible en ligne : <http://www.americanheritage.com/content/ancient-history-internet> (mars 2020).
 4. Gregory Benford, « Net@Fandom.com » (1996) ; in *CyberDreams* 10, 1997, pp. 85-103.
 5. Les APA étaient des sortes de mini-clubs de N membres dont chacun composait et imprimait N exemplaires d'un mini-fanzine personnel. Ceux-ci étaient envoyés à un centralisateur qui, typiquement tous les mois, les redistribuait par la poste à tous les autres, explique Pascal Thomas. Dans le domaine européen francophone, Pascal avait ainsi créé, avec Francis Valéry et quelques autres, le bulletin AAAPA, qui a connu 137 numéros, d'octobre 1979 à mars 1997, du duplicateur à encre à la photocopie... De même, Jean-Louis Trudel note que l'APA du Club Québec existe toujours.

Avec en particulier une miniaturisation et une démocratisation des matériels telles que nous avons aujourd'hui dans notre poche des systèmes d'information pratiquement aussi puissants que les plus encombrants ordinateurs des années 1970, nous avons vu se réaliser la plupart des fantasmes de l'époque, en termes de matériel du moins.

Estelle Blanquet se souvient d'avoir été frappée, étudiante, par la première identification du génome humain complet.¹⁹ Or ce qui, voici presque 25 ans, était apparu comme une réalisation exceptionnelle, est aujourd'hui une réalité quotidienne dans de nombreux laboratoires. Les biologistes se retrouvent en possession de bases de données incluant le génome d'un très grand nombre d'individus, sans nécessairement savoir toujours quoi en faire...

L'imaginaire de la matrice

On a également assisté d'une certaine façon, avec la globalisation des réseaux informatiques, à l'émergence d'un imaginaire technique largement ensemencé par l'invention de la « matrice », autre motif central du cyberpunk dont le projet peut s'interpréter en termes de modélisation numérique du réel, suggère Daniel Tron. Si Pascal Thomas considère qu'en l'associant le mouvement a largement vidé de son sens le préfixe *cyber* (du grec κυβερνήτης, le pilote), introduit par Norbert Wiener dans le contexte de la cybernétique.²⁰



19. Le « Projet génome humain », entrepris en 1990, a annoncé un premier séquençage en 2003, complété en 2004.

20. Norbert WIENER, *La Cybernétique. Information et régulation dans le vivant et la machine (Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine, 1948)* ; Seuil, coll. Sources Savoir, 2014.

Jean-Louis Trudel estime que la possibilité d'une représentation du cyberspace dans le monde réel alimente en fait potentiellement une boucle de rétroaction, assez bien dans l'esprit de Wiener. Inversement, remarque Estelle Blanquet, les contraintes technologiques du monde physique, comme les vitesses de calcul ou de transfert de données, peuvent rétroagir sur le monde virtuel qui les produit. Ainsi, dans *La Cité des permutants*, Greg Egan suggère que, pour permettre à deux personnalités virtuelles d'interagir, il peut être nécessaire de ralentir la plus rapide...

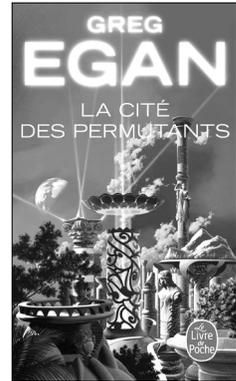


Illustration de MANCHU

Dans quelle mesure et sous quelles formes le développement récent du *Big Data*, renforce-t-il l'idée d'une sorte « d'omni-jeu vidéo » qui serait capable de tout transcrire ? Ou nous emmène-t-il vers quelque chose d'une tout autre nature ? De fait, Franck Grammont préfère l'expression de « captation numérique » : si les outils utilisés en *Big Data* peuvent s'avérer très efficaces dans la captation systématique et le stockage des données,²¹ même lorsque l'on ne sait pas encore ce que l'on pourra en faire, puis dans leur exploitation, ils ne permettent pas de leur donner du sens, comme peut le faire une modélisation explicite.

Événements rares

Une autre conséquence de la captation et de l'accumulation de données est la possibilité de considérer des événements rares, de très faible probabilité, remarque Éric Picholle. Traditionnellement, ces exceptions étaient négligées dans la plupart des modèles, dans la mesure où l'on n'avait que des chances infimes d'en retrouver la trace dans les mesures que l'on était capable de traiter. Ainsi, la physique dite « classique » néglige entièrement les corrélations parfois un peu étranges entre composants élémentaires, comme les photons, que les progrès récents aussi bien de l'électronique de détection que du traitement des données per-

21. Nous laissons de fait de plus en plus d'informations personnelles dans un espace numérique, comme la localisation de nos téléphones portables, enregistrée plusieurs fois par minute lorsqu'ils sont branchés, rappelle Daniel Tron, qui note que les français sont en outre les « champions du monde » de l'utilisation des cartes de crédit.

met aujourd'hui à l'opticien « quantique »²² d'étudier en détail, quitte à ne retenir que quelques événements pertinents sur des dizaines de millions effectivement mesurés : la possibilité de disposer de tellement de données que l'on peut se permettre d'en mettre l'essentiel à la poubelle change ici profondément notre regard sur le monde.

Au-delà de sa correspondance métaphorique avec le héros-type du cyberpunk, lui-même personnage rare et marginal exalté par la manipulation des données, cette capacité des approches *Big Data* à prendre en compte les exceptions est également très intéressante en biologie, dans la mesure où elle remet en cause une certaine façon de concevoir une « réalité scientifique » *via* des hypothèses parfois cachées qui tend parfois à les éliminer. Ainsi, pour Franck Grammont, raisonner en termes de moyennes suppose implicitement une distinction entre un signal réputé « vrai » et un « bruit » parasite (biais de mesure moyennés à zéro par des mesures multiples, etc.) ; or les fluctuations ainsi évacuées pouvaient également constituer un signal porteur d'une information significative... En les prenant en compte, on re-conceptualise et on renouvelle sa vision de la réalité ; dans une approche fictionnaliste de la science, on pourrait dire que le passage par l'exception ouvre en quelque sorte de nouveaux champs de réalité, estime Franck.

Pour Claude Lobry, l'amélioration constante de la technologie revivifie ainsi en permanence les interrogations sur la nature de la science et le dialogue déjà ancien entre sciences observationnelles et de laboratoire, dont les *Big Data* déplacent sans doute un peu la frontière.

Seuils de données et intelligence artificielle

Elle renouvelle également l'éternel débat philosophique sur la nature de la conscience. La capacité des machines à réaliser des tâches de plus en plus « bluffantes », de plus en plus semblables à des processus que l'on avait pu croire spécifiquement humains, comme reconnaître une personne ou identifier un chat, soulève nécessairement, selon Claude, la question de la nature de la conscience. Savoir identifier un

22. L'optique (resp. la physique) dite « classique » est celle qui manipule de telles quantités de photons (resp. de particules ou d'objets) qu'on ne se soucie pas de les compter. (Typiquement, une faible ampoule de 1 W émet de l'ordre de dix milliards de milliards de photons par seconde : on n'est plus à quelques milliards près...). Par opposition, l'optique dite « quantique » est celle où chaque photon compte – avec tous les problèmes de mesure associés à la caractérisation de ces petits animaux farouches...

chat peut-il être considéré comme équivalent à avoir conscience que l'on est en présence d'un chat – ce qui est encore différent de la capacité à s'y intéresser spontanément, ou au contraire à s'en désintéresser, qui pourrait être le propre d'hypothétiques intelligences artificielles « fortes »...

Simon Bréan rappelle par ailleurs qu'un processus de reconnaissance de formes, ou même du langage, pourrait fonctionner de façon purement mécanique et sans faire intervenir ce que nous appelons, sans bien la définir, la conscience, comme dans la chambre chinoise de Searle²³. C'est largement ainsi que, dans un premier temps, la SF a interprété l'intelligence artificielle comme le simple fait de pouvoir mener à bien des processus et des calculs complexes. L'idée d'une émergence de la conscience est apparue ensuite, souvent associée à celle d'un seuil de complexité, avec le Mycroft Holmes de *Révolte sur la Lune*,²⁴ et plutôt d'accès aux données avec le cyberpunk. Dans cette logique de représentation, les *Big Data* sont assez naturellement associées à la perspective d'atteindre ce seuil...



-
23. L'expérience de pensée de la « chambre chinoise » consiste à donner à un opérateur qui ne parle pas le chinois un ensemble de règles lui permettant de construire des réponses syntaxiquement correctes, mais qu'il ne comprend pas lui-même, aux questions qui lui sont posées dans cette langue. J. R. SEARLE, « Esprits, cerveaux et programmes » (« Minds, Brains and Programs », 1980) ; in *Vues de l'esprit : fantaisies et réflexions sur l'être et l'âme*, dir. D. Hofstadter & D. Dennett, Interéditions, 1999.
24. Robert A. HEINLEIN, *Révolte sur la Lune* (*The Moon Is a Harsh Mistress*, 1966) ; Livre de Poche SF, 2016.

Athlètes virtuels et magie originelle

Elles favorisent également l'émergence dans la réalité de la figure du *hacker*, que le cyberpunk avait anticipée avec le personnage du *cow-boy* des consoles. Sans nécessairement disposer d'un bagage scientifique ou d'une éducation technique formelle,²⁵ celui-ci récupère et manipule à force de volonté des données que les puissants se réservaient, simplement « *parce qu'il a un cerveau entraîné et qui marche bien* », remarque Simon Bréan.

Paradoxalement, cette illusion à la Gibson d'une pratique intuitive de l'environnement de la donnée, d'une matrice « *user-friendly* », directement soumise à notre volonté, est probablement renforcée par l'excellente ergonomie des interfaces actuelles, alors que leur sophistication même nous éloigne encore de ce que la machine fait réellement, dans ses couches logicielles plus profondes dont la plupart des utilisateurs ne sont pas même conscients. Même les étudiants des écoles d'informatique préfèrent pour la plupart « *faire du web* », des choses "faciles" plutôt que d'apprendre à descendre dans ces couches « machine », remarque Franck Grammont.

À la limite de la pensée magique, l'interface homme-machine n'a ici, commente Simon, quasiment aucune importance et son amélioration n'est pas l'objet de la matrice. Éric Picholle reconnaît plutôt dans cette intuition directe de leur fonctionnement une forme de revendication du statut d'objet technique, au sens de Simondon, des systèmes de manipulation de l'information à propos desquels « *l'intention esthétique* »²⁶ cyberpunk permet d'échanger des idées, plutôt que de les réduire à un simple concept ou même à une porte vers un monde virtuel indépendant de la réalité commune.

25. Il y a bien sûr des exceptions notables. Ainsi, *Le Samouraï virtuel* de Neal STEPHENSON (*op. cit.*) est capable de composer des lignes de code en même temps qu'il explore l'univers virtuel.

26. Gilbert SIMONDON, *Du mode d'existence des objets techniques* (1958) ; Paris, Aubier éd., 2001, p. 197. « *Plus une pensée devient sociale, collective, plus elle sert de moyen de participation des individus au groupe, plus, aussi, cette pensée se particularise, se charge d'éléments historiques et devient stéréotypée ; c'est alors une seconde fonction du jugement esthétique que de préparer la communication entre les groupes sociaux qui représentent la spécialisation des différents types de pensée. Nous avons jusqu'ici présenté les différentes modalités comme si le sujet humain était individu et non collectivité ; en réalité, dans la mesure où le sujet est un être collectif, l'art joue un rôle de préparation à une mise en commun des attitudes les plus accusées dans leur diversification. Il y a des techniciens et des prêtres, il y a des savants et des hommes d'action : la charge de magie originelle qui permet à ces hommes d'avoir quelque chose en commun et de trouver une manière d'échanger leurs idées réside dans l'intention esthétique.* »

En un sens, remarque Simon, on est plus proche ici du conte de fées ou du Vaillant-petit-tailleur que des géniaux savants fous qui concevaient les vaisseaux spatiaux de la SF de l'âge d'or. Peut-être pour des raisons d'équilibre scénaristique et de sympathie du lecteur, les « *athlètes du hacking* » sont d'ailleurs plus souvent des individus *a priori* relativement faibles que « *des héros mâles, blancs, dominants, pleins de muscles qui seraient par surcroît des génies de l'informatique* », à la limite du superpouvoir – la liaison étant en partie réalisée dans *Matrix*²⁷. Après le cyberpunk, l'enjeu du perfectionnement de la machine sera transféré vers celui de la Singularité, à partir de laquelle les machines se développent toutes seules...

Underachievers

On pourrait chercher dans cette représentation d'une capacité intuitive à interagir avec la machine une métaphore d'un changement de paradigme accompli. La naissance d'une science ou d'une technologie nouvelles s'accompagne le plus souvent d'une tension entre « *les vieux de la vieille qui ont sué sang et eau pour s'approprier les outils de leur art* », dont ils mesuraient l'importance, et une nouvelle génération de « *gamins* » pour laquelle ces outils n'exigent plus vraiment d'attention et court-circuite ces difficultés. Ainsi, souligne Éric, être informaticien ne suppose plus nécessairement aujourd'hui de maîtriser le « langage machine » des microprocesseurs, ni même de nombreux outils logiques, etc. Plus généralement, on observe souvent dans les premières générations à l'origine d'une discipline un respect un peu excessif pour un certain formalisme, voire une certaine lourdeur, quand les suivantes réalisent leurs propres avancées en rejetant ces oripeaux et en allant plus directement à l'essentiel.

Dans sa préface à *Mozart en verres miroir*, Bruce Sterling remarquait lui-même que la génération cyberpunk était « *sans doute la première à avoir grandi non seulement dans le bain littéraire de la tradition SF, mais dans un monde véritablement science-fictionnesque* ».²⁸ Pour Richard Saint-Gelais,²⁹ du point de vue littéraire d'une histoire des formes de la SF plutôt que de ses idées, le cyberpunk est donc ainsi caractérisé par son

27. *Matrix (The Matrix)*, 1999, réalisation : L. & A. WACHOWSKI, Warner Bros prod., U.S.A.

28. Bruce STERLING, préface à *Mozart en verres-miroir*, *op. cit.*

29. Richard SAINT-GÉLAIS, *L'Empire du pseudo. Modernités de la science-fiction*, Québec, éd. Nota Bene, 1999.

affranchissement de la nécessité de « segments didactiques » explicitant ou expliquant toutes sortes d'inventions particulières, alors que ceux-ci restaient pratiquement inévitables lorsqu'on n'avait pas encore mis au point les techniques narratives, énonciatives en particulier, efficaces pour écrire des histoires qui se passent dans le futur³⁰ ou, ici, dans un monde informatique, rappelle Irène Langlet.

Le rapport à l'objet lui-même n'est plus dans le cyberpunk sur le mode de l'invention, caractéristique la SF de l'Âge d'or, mais plutôt du détournement, du bricolage qui construit des choses nouvelles à partir d'éléments préexistants. Jean-Louis Trudel évoque un aphorisme souvent cité extrait de *Gravé sur chrome*³¹ qui résume assez bien cette attitude : « *the Street finds its own use for things* ». Au-delà de la manière de représenter l'usage de la technologie, celle-ci a aussi eu un effet sur l'esthétique cyberpunk, ainsi tirée vers une forme de post-modernisme, de récupération de motifs et de procédés littéraires, entre *cut-up* et « cinécriture » de la « Nouvelle Vague » cinématographique, explique Daniel Tron. Il retrouve encore aujourd'hui, par exemple dans *Ready Player One*,³² l'influence d'un tel manifeste du bricolage et du recyclage à la fois technologique, esthétique et même politique d'une forme de culture.



30. Paul K. ALKON, *Origins of Futuristic Fiction* (1987) ; U.S.A., Univ. Georgia Press, 2010 (inédit en français).

31. William GIBSON, « Gravé sur chrome » (« Burning Chrome », 1982) ; repris dans le recueil de même nom en 1986 ; in *Neuromancien et autres dérives du réseau*, J'ai Lu, coll. Grand Format, 2007.

32. *Ready Player One*, 2018, réalisation : Steven SPIELBERG, Warner Bros prod., U.S.A.

L'aspect un peu « magicien » du motif de la prise de contrôle du monde par un simple bricoleur, voire un jeune enfant³³ ou un adolescent virtuose du clavier, qui permet de sérieux raccourcis scénaristiques, a également perduré indépendamment du cyberpunk. L'archétype presque caricatural en est le protagoniste de *Wargames*,³⁴ d'abord suspecté d'être un agent russe parce que c'est un mauvais élève, un *underachiever* au lycée, mais qui dispose dans sa chambre d'ado d'une quantité impressionnante de matériel coûteux. Dans les années 1990, note Daniel, ces « machines qui font bip » à la Monty Python seront remplacées par des ordinateurs portables.³⁵

De la 2 CV au BrainPal

Claude Lobry s'inscrit en faux contre cette chronologie. Pour lui qui, à vingt ans, « vivait dans le monde de L'Île mystérieuse³⁶ de Jules Verne », le monde du bricolage était celui de sa jeunesse, lorsqu'il comprenait comment marchait sa 2 CV et savait la démonter pour la réparer, bricolait des postes à galène, etc. Le bagage scientifique d'un bachelier, correspondant aux connaissances scientifiques de la première moitié du XIX^e siècle, suffisait largement à maîtriser les objets techniques de l'époque et à résoudre les problèmes techniques qui se posaient à lui. Cinquante ans plus tard, ses petits enfants vivent dans un monde de techniques tellement sophistiquées qu'ils ne les comprennent pas plus que lui, en dépit d'une éducation poussée, même s'ils en maîtrisent parfaitement les interfaces-utilisateur.

Il s'agit pour Claude d'une évolution inédite de la société qui, d'une certaine façon, pourrait justifier l'idée qu'une meilleure compréhension des choses conférerait une réelle supériorité à un jeune héros sur les simples utilisateurs. En un sens, un regard neuf, susceptible de renouveler en partie les problématiques d'une équipe, est bien ce que l'on

33. Idéalement une petite fille asiatique qui reprogramme en quelques secondes, sous pression, le robot japonais renégat et en prend le contrôle, comme dans *Robocop 3* (1993, réalisation : Fred DEKKER, Orion Pictures prod., U.S.A.), film que Daniel déconseille absolument en dépit de cette évolution favorable aux minorités...

34. *Wargames*, 1983, réalisation : John BADHAM, United Artists prod., U.S.A.

35. ... et leurs ports USB. Daniel évoque en particulier la scène d'*Independence Day* (1996, réalisation : Roland EMMERICH, XXth Century Fox prod., U.S.A.) où Jeff Goldblum, génie juif informaticien doté d'un ordinateur portable, connecte celui-ci sur le port USB du vaisseau spatial extra-terrestre qu'il détruit à l'aide d'un virus foudroyant...

36. Jules VERNE, *L'Île mystérieuse* (1874) ; Livre de Poche Jeunesse, 2002.

attend en sciences de l'arrivée de thésards, concède Franck Grammont. Mais « *trop d'intelligence tue l'intelligence* » : l'intelligence qui crée trop d'aides à l'intelligence finit par se rendre elle-même inutile... Il s'agit d'ailleurs d'un thème très classique, remarque Daniel Tron, qui le retrouve dans la projection science-fictionnelle de la relation du maître et de l'esclave qui fait tout pour lui, de « Les Bras croisés »³⁷ de Jack Williamson à *Wall-E*³⁸ — voire, sourit Simon Bréan, déjà chez Platon, qui craignait que la généralisation de l'écriture ne nuise à la mémoire de ses jeunes contemporains.

Pour Daniel Hennequin, toutefois, c'est plutôt une volonté délibérée des industriels de protéger leurs produits qui a conduit à la multiplication de « boîtes noires » empêchant de les « bidouiller » : au risque de l'anachronisme, « *la 2 CV était open source* » alors que les voitures actuelles ne le sont pas plus que les codes de Windows™ ou d'Apple™ — mais rien n'interdit de préférer des codes ouverts comme ceux d'Android™. L'histoire ne s'arrête pas là : Irène Langlet constate que, si la possibilité d'agir directement sur le code pour modifier l'allure de son site web et le sentiment de le contrôler un peu que lui offraient à la fin des années 2000 des logiciels ouverts comme WordPress™ ont en effet disparu depuis, la complexification même des logiciels l'a en revanche amenée à développer un dialogue interdisciplinaire extrêmement riche avec les ingénieurs de la DSI de son université : sur le plan humain, plus d'intelligence aurait dans son expérience plutôt augmenté l'intelligence...

La logique ergonomique des interfaces actuelles est de restreindre la maîtrise des opérations de l'opérateur moyen, présumé incompetent, pour limiter les possibilités de dérapage, analyse Simon Bréan : lorsque son ordinateur lui demande un mot de passe administrateur, il sait qu'il doit vérifier sa propre compétence, s'assurer qu'il comprend vraiment ce qu'il est en train d'essayer de faire. On est ici aux antipodes d'une logique de transitivité absolue, de totale superposition possible entre l'humain et l'interface qui parcourt le cyberpunk, de *Neuromancien* à des représentations plus contemporaines du type *Ready Player One* : l'interface, c'est nous !

37. Jack WILLIAMSON, « Les Bras croisés » (« With Folded Hands », 1947) ; in *Millions de soleils*, Pocket, coll. Le Grand Temple de la SF, 1988, pp. 189-242.

38. *Wall-E*, 2008, réalisation : Andrew STANTON, production : John LASSETER, studios Pixar, U.S.A.

Une idée similaire se retrouve d'ailleurs également dans nombre de récits de voyages spatiaux qui postulent une sorte de symbiose, de continuité totale entre un vaisseau et l'individu qui le commande, comme dans *Le Vaisseau qui chantait*³⁹ d'Anne McCaffrey, suggère Claude Ecken, ou encore dans *La Stratégie Ender*⁴⁰. La représentation commune d'un pilote humain hors pair supprime un maximum d'interfaces et le montre «*tout faire à la main*», alors même que le mouvement naturel, intuitif, des jeunes d'aujourd'hui serait plutôt de manipuler une interface tactile, souligne Franck Grammont – ce qui n'est pas moins daté, «*5000^e siècle*», et ne transcende pas plus la notion d'interface, constate Daniel Tron : dans le cyberpunk, si l'on se câble, c'est directement à la matrice, ou à sa voiture...

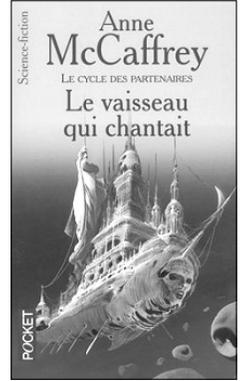


Illustration de Wojtek SIUDMAK

Plus récemment, observe Claude Ecken, on a également vu apparaître des histoires d'implants, d'assistants personnels intelligents comme le *BrainPal* de la série du *Vieil homme et la guerre*⁴¹ de John Scalzi, capables d'identifier les interlocuteurs de leur utilisateurs et de renseigner ceux-ci sur leurs allégeances et leurs intentions probables, d'interpréter leurs gestes, voire de reconnaître en temps réel leurs mensonges ou leurs tentatives de les mener en bateau... Peut-être, en effet, leurs porteurs pourront-ils se permettre d'être moins intelligents ; mais tant que l'on n'aura pas développé de telles intelligences artificielles, ou au moins les modèles du comportement humain sur lesquels elles reposeraient, on aura toujours besoin d'être intelligent pour accéder à la connaissance et pouvoir l'utiliser. Ainsi, Neal Stephenson met-il en scène dans *L'Âge de diamant*⁴² l'ascension sociale d'une fille des rues qui grimpe les échelons de la connaissance et devient un personnage puissant, rendue possible non seulement par sa découverte d'un programme d'éducation des jeunes filles de la haute société, mais aussi, et

39. Anne McCaffrey, *Le Vaisseau qui chantait* (*The Ship Who Sang*, 1969) ; Pocket, coll. SF / Fantasy, 2003.

40. *La Stratégie Ender* (*Ender's Game*), 2013, réalisation : Gavin HOOD, MWM prod., U.S.A.

41. John SCALZI, *Le Vieil homme et la guerre* (*Old Man's War*, 2005) ; Bragelonne Poche, 2018.

42. Neal STEPHENSON, *L'Âge de diamant* (*The Diamond Age*, 1995) ; Livre de Poche SF, 2004.

surtout, par son propre besoin d'apprendre et de progresser, sa réactivité et l'intelligence qui lui permet de s'approprier cet outil.

Hackers de cinéma vs hackers cyberpunk

Peut-être pourrait-on reconnaître une annonce de la nouvelle réalité des technologies « fermées » dans l'évolution de la figure du *hacker*. Aujourd'hui encore, le *hacker* de cinéma reste d'une certaine façon, plus qu'un bricoleur, l'héritier du mécanicien cher à la SF de l'âge d'or, les mains dans le cambouis, et même de Tom Swift et des inventeurs géniaux du XIX^e siècle américain,⁴³ ou encore des ingénieurs de *Star Trek* ou de *Black Mirror*,⁴⁴ parfaits connaisseurs de leurs machines qui se dévouent pour aller changer à mains nues une pièce essentielle de la propulsion du vaisseau... De même, le cinéma nous montre souvent le *hacker* faisant apparaître tout d'un coup des lignes de code ou une structure de boîte à l'écran et les modifier, sinon à mains nues, du moins avec son seul clavier, sans outils additionnels. Jean-Louis Trudel reconnaît dans cette vision fantasmée une sorte de volonté de réappropriation de la matière, des machines qui nous entourent et qui nous sont énigmatiques.

Inversement, le *hacker* cyberpunk lui apparaît porteur d'une sorte de résignation à une nouvelle réalité de technologies fermées ; son entreprise de libération des données ressortit du bricolage. Dès la nouvelle « *cyberpunkish* » de William Gibson,⁴⁵ « Gravé sur chrome », après que le *hacker* a hérité d'un module viral russe, le cyberspace apparaît comme une assistance cybernétique qui lui permet de se guider, comme par exemple un horizon artificiel qui permet à un pilote à corriger sa trajectoire. On retrouve ici le sens étymologique de la racine *cyber* (gouvernail, gouverner...) de la cybernétique comme théorisation des boucles

43. Tom Swift est le personnage principal adolescent d'une série de romans pour la jeunesse, publiés de 1910 à 1941 (pour la première série) sous le pseudonyme collectif de Victor APPLETON. Tom Swift est un inventeur génial dont les aventures ont inspiré de nombreux auteurs de SF, comme Robert Heinlein, mais aussi d'autres inventeurs, comme Steve Wozniak, qui le revendique comme l'une de ses influences... ou celui du Taser, dont le premier nom était TSER, pour *Tom Swift and His Electrical Rifle* (1911). Quelques uns ont été traduits en français, comme *Tom Swift et sa fusée spatiale*, Charpentier éd., coll. Lecture & Loisir, 1961.

44. « USS Callister », *Black Mirror*, saison 4, ép. 1, 2017, réalisation : Toby HAYNES, Zeppotron prod., Royaume-Uni.

45. Lui-même *drop-out* américain qui a fui la guerre du Viêt-Nam pour se réfugier au Canada, note Jean-Louis Trudel.

de rétroaction qui permettent de gouverner, ce qui suggère à Jean-Louis qu'il conviendrait peut-être de complexifier la figure du *hacker* de cyberpunk, littérature de surface...

Il est souvent possible de faire ainsi ressortir des périodes dans le rapport de la littérature de science-fiction à la technique et à la science ; c'est même un facteur classique de datation, même s'il n'a rien d'absolu, le propre d'un bon auteur et d'une grande œuvre étant d'échapper aux règles du genre auquel on cherche à les rattacher, remarque Daniel Tron. Les écrivains de demain qui, constate Franck Grammont, auront grandi, dans le monde réel, avec ces systèmes bloqués à interfaces, inventeront leurs propres représentations du cyberspace et des *big data*, bien loin de l'esprit cyberpunk – genre dont on situe parfois la fin dès 1992, avec la sortie du *Samourai virtuel*.

Les auteurs cyberpunk comme Gibson n'en ont pas moins eu une forme de ressenti intuitif, faisant écho à un mouvement technologique alors encore largement souterrain, que les chercheurs n'identifieront et ne préciseront que dans un second temps, parfois d'ailleurs en s'emparant des mots du cyberpunk, estime Ugo Bellagamba. Cette dimension intuitive en est pour lui, y compris en tant qu'auteur, une dimension essentielle de la science-fiction. Il regrette les *a priori* trop souvent négatifs de certains critiques au regard des tentatives, certes parfois imprudentes et rarement fondées sur une véritable analyse rigoureuse et scientifiquement étayée, et même parfois maladroites, d'exprimer une forme de résonance, de concordance avec l'imagination créatrice de l'auteur qui, pour lui, constitue un accès alternatif et souvent précoce à des tendances encore masquées par le bruit des idées dominantes, mais qui n'en constituent pas moins une information qui, par la suite, peut s'avérer importante pour la modélisation de ces tendances émergentes.



Le Sphinx et l'Automaticien

Claude Lobry

L'automatique est une science de l'ingénieur qui s'est développée à partir du milieu du XIX^e siècle pour faire face à de nombreux problèmes posés par les systèmes mécaniques de plus en plus sophistiqués. C'est une science fortement mathématisée mais qui possède ses concepts propres, en particulier un concept spécifique de modèle : le *système entrée-sortie* (*input-output system* en anglais). Le « modèle » au sens des automaticiens n'épuise pas, loin de là, toute la richesse que la polysémie de ce mot contient, mais son éclairage peut clarifier certains débats.

En raison de l'importante implication des mathématiques dans leur définition, les concepts de l'automatique sont peu connus en dehors des spécialistes. C'est dommage, car les automaticiens réfléchissent depuis longtemps d'un point de vue pratique sur ce qui différencie un modèle de la réalité (par exemple un simulateur de vol d'un avion réel) et ce qui les unit (par exemple comment laisser piloter un avion, donc un objet réel, par un pilote automatique, c'est à dire un modèle de pilote).

Le texte qui suit essaye de clarifier pour la plus large audience possible la distinction *modèle de comportement* versus *modèle de connaissance* et en quoi, pour l'automatique, la « Vérité » ne sera jamais complètement dévoilée. La première partie a la forme d'une fable et la seconde essaye d'en tirer la morale. Quelques informations mathématiques complémentaires sont apportées en annexe.

1. Une énigme du Sphinx

Le Sphinx qui, comme chacun le sait, est égyptien, est passionné par les problèmes d'irrigation et toutes les questions d'hydraulique qui peuvent s'y rapporter. Ainsi, il adore fabriquer des dispositifs de laboratoire dans lesquels des bassins qui ont des fuites se déversent les uns dans les autres. Le Sphinx est donc un expert en « problèmes de robinets » sophistiqués.

Le dispositif...

Il a préparé un jeu qui se présente comme un robinet qui contrôle le débit d'eau. En tournant vers la droite, on augmente le débit ; vers la gauche, on le diminue, ce qui a pour effet de modifier la position d'un stylet sur un rouleau enregistreur. Le dispositif qui relie le débit à la position du stylet (FIGURE 1) est le suivant :

- Une canalisation dont le débit est réglable alimente avec un débit D un premier réservoir cylindrique de surface de base $S_1 = 1$
- ... qui se déverse dans un réservoir de surface de base $S_2 = 10$
- ... qui lui-même fuit avec un débit δ .

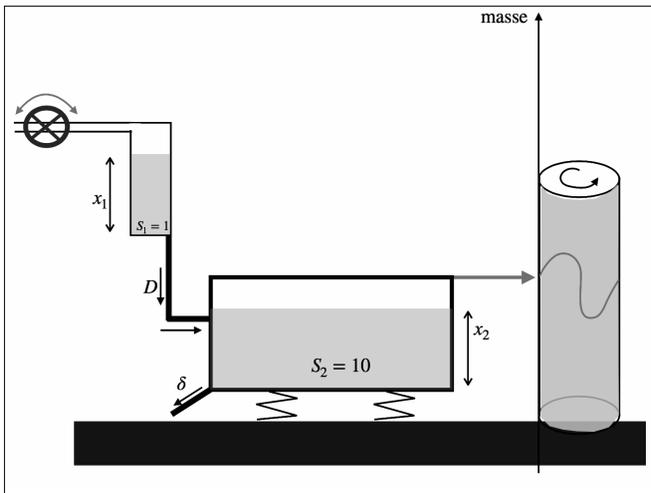


FIGURE 1 :
La « mécanique »
du Sphinx

Ce dernier réservoir est supporté par des ressorts ; la hauteur du stylet est donc proportionnelle à la masse d'eau. Pour toute position du robinet, on observe une position d'équilibre qui est atteinte après un transitoire. Sur le cylindre sont enregistrées les valeurs du poids

du second réservoir en fonction du temps. Pour toute manipulation du robinet autour de sa position nominale, on observe la variation correspondante de la masse.

... et son modèle

Cette correspondance peut être prédite grâce à un modèle mathématique que le Sphinx a établi sur la base de connaissances élémentaires (pour nous) en hydraulique et qu'il possédait déjà (il n'est pas un Égyptien ordinaire).

Il procède à la « mise en équation » de son dispositif, ce qui donne :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = -rx_1 + 1 + u \\ \frac{dx_2}{dt} = 0.1 rx_1 - 0.1 r x_2 \\ m = 10x_2 \end{array} \right. \quad (1)$$

où :

- u est la différence (exprimée en m^3/s) entre le débit nominal de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (le débit lorsque le repère du robinet est sur 0) et celui imposé par le robinet.
- x_1 et x_2 sont respectivement la hauteur de l'eau (exprimée en m) dans le petit réservoir (un cylindre de surface égale à 1 m^2) et dans le grand (un cylindre de surface égale à 10 m^2)
- Le débit D qui quitte le petit réservoir est égal à rx_1 , où r est la résistance de la conduite en aval (loi de Poiseuille), de même que la résistance de la fuite du gros réservoir est dix fois plus petite, d'où le débit de fuite : $(r/10)x_2$.
- Pour un même débit entre le gros et le petit réservoir, la hauteur x_2 dans le gros varie dix fois moins vite que celle dans le petit, d'où le coefficient 0.1 qui apparaît en facteur de x_2 dans la seconde équation.

On suppose de plus que la résistance r est égale à 1.

Le modèle du Sphinx est donc :

$$\Sigma^{\text{Sphinx}} \left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = -x_1 + 1 + u \\ \frac{dx_2}{dt} = 0.1 x_1 - 0.1 x_2 \\ m = 10x_2 \end{array} \right. \quad (2)$$

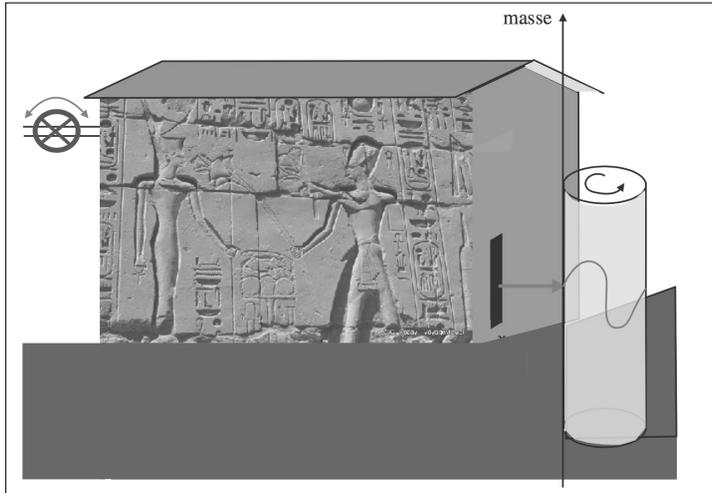


FIGURE 2 :
Le jeu
du Sphinx

L'étude mathématique de ce modèle est élémentaire et à la portée du Sphinx.¹

Si $t \rightarrow u(t)$ représente une manipulation possible du robinet de contrôle, l'intégration de la première équation à partir d'un état initial x_{10} donne l'expression :

$$x_1(t) = e^{-t} \left\{ x_{10} + \int_0^t e^s (1 + u(s)) ds \right\}$$

qu'il est possible de reporter dans la seconde, ce qui donne, à partir d'un état initial x_{20} :

$$x_2(t) = e^{-0.1t} \left\{ x_{20} + \int_0^t e^{0.1s} 0.1x_1(s) ds \right\}$$

soit pour le poids :

$$m(t) = 10x_2(t) = 10e^{-0.1t} \left\{ x_{20} + \int_0^t e^{0.1s} 0.1x_1(s) ds \right\}$$

Nous pouvons donc, par deux quadratures successives, prédire le comportement du poids de l'eau contenue dans le gros réservoir. Le calcul des intégrales peut se faire «à la main» où encore à l'aide d'un ordinateur. À un système Σ est donc associé une correspondance entre $u(t)$ et $m(t)$ qui peut être calculée. Réciproquement, cette correspondance étant donnée, saurons nous retrouver le système Σ qui l'a produite ? C'est là l'énigme que le Sphinx propose à Œdipe.

1. Le Sphinx sait « résoudre » une équation différentielle linéaire du premier ordre (cf. Annexe).

2. Dialogue d'Œdipe avec le Sphinx

Le Sphinx tient à Œdipe le discours suivant :

« Mon cher Œdipe, tu sais que je suis passionné par toutes les techniques qui permettent de profiter au mieux des crues du Nil et que je suis devenu un assez bon expert en dispositifs hydrauliques. Tu as devant toi un volant grâce auquel il est possible de choisir le débit de l'eau qui pénètre dans un tel dispositif. Il s'agit d'un premier réservoir qui se déverse dans un second. À droite, tu peux observer un stylet qui indique le poids de l'eau contenue dans le réservoir. Le dispositif est caché dans cette grande pièce dans laquelle tu n'as pas le droit de pénétrer. Si tu veux la vie sauve tu auras à relever deux défis.

1. Je te proposerai une loi $t \rightarrow u(t)$ de manipulation du volant, et tu devras prédire le comportement du stylet.
2. Je te demanderai ensuite de me dire quel est le système différentiel de deux équations – tu vois, je t'aide un peu – qui modélise le dispositif.

Je te laisse expérimenter autant de fois que tu le désireras ; je sais que tu es bon mathématicien, je t'autorise à utiliser toutes les théories que tu voudras et à faire usage d'un ordinateur, si nécessaire. Bonne chance ! »

Le Sphinx demande donc à Œdipe de « deviner » quelles sont les équations (2). Or, il se trouve qu'Œdipe n'est pas un mathématicien, mais un ingénieur automaticien diplômé d'une grande école française et que ce que lui demande le Sphinx est précisément ce que l'on appelle un travail d'identification de modèle pour lequel on lui a enseigné des techniques très efficaces. Il se met au travail et, rapidement, se retrouve en possession d'un modèle qui lui permet de faire des prédictions. Il retourne vers le Sphinx.

ŒDIPE : — Sphinx je suis prêt à t'affronter. Vas-y, donne-moi une fonction d'entrée.

LE SPHINX : — Voici $u(t)$.

Œdipe fait fonctionner son ordinateur et propose sa « sortie » comme prédiction. Le Sphinx fait fonctionner son dispositif hydraulique. On compare ; la prédiction est parfaite.

LE SPHINX : — Je pense que tu as eu de la chance. Voici un autre $u(t)$.

ŒDIPE : — Comme tu voudras...

On recommence plusieurs fois l'expérience avec succès.

LE SPHINX : — Bravo. Tu as donc bien trouvé le système d'équations de ma mécanique. Quel est-il ?

ŒDIPE : — J'ai pris le système :

$$\Sigma^{\text{Edipe}} \quad \begin{cases} \frac{d\xi_1}{dt} &= -\xi_1 + 1 + u \\ \frac{d\xi_2}{dt} &= \xi_1 - 0.1\xi_2 \\ m &= \xi_2 \end{cases} \quad (3)$$

LE SPHINX : — Ce n'est pas la bonne réponse ! Le bon système est :

$$\Sigma^{\text{Sphinx}} \quad \begin{cases} \frac{dx_1}{dt} &= -x_1 + 1 + u \\ \frac{dx_2}{dt} &= 0.1x_1 - 0.1x_2 \\ m &= 10x_2 \end{cases} \quad (4)$$

Tu t'es trompé sur le coefficient de ξ_1 dans la seconde équation et celui de ξ_2 dans le calcul de m . Tu vas donc mourir.

ÉDIPÉ : — Attends un instant, Sphinx. Tu sais bien qu'il y a une infinité de systèmes possibles qui donnent la bonne réponse. J'en ai choisi un. Le tien se déduit certainement du mien par un simple changement de variable linéaire.

LE SPHINX : — Qu'est-ce que c'est que cette histoire ? Je ne suis qu'un pauvre constructeur de machines hydrauliques. N'essaye pas de me rouler avec des trucs de mathématiques modernes que je ne comprendrai pas. Explique-moi clairement. Si tu me convaincs je te ferai grâce.

ÉDIPÉ : — Ton dispositif est constitué de deux réservoirs, le premier s'écoulant dans le second qui à son tour s'écoule vers l'extérieur. Le modèle général de ce type de dispositif, lorsqu'on ne précise pas les valeurs des résistances à l'écoulement ni la taille des réservoirs est le système de deux équations :

$$\Sigma \quad \begin{cases} \frac{d\xi_1}{dt} &= -r_1\xi_1(t) + 1 + u(t) \\ \frac{d\xi_2}{dt} &= r_2\xi_1(t) - f\xi_2(t) \\ m &= c\xi_2 \end{cases} \quad (5)$$

Supposons que je change de notation et que je pose $\eta_2 = \lambda\xi_2$ et que je reporte dans la seconde équation ; je ne change rien sur la correspondance entre $u(t)$ et $m(t)$, mais un calcul immédiat montre que les équations deviennent :

$$\Sigma^\lambda \quad \begin{cases} \frac{d\xi_1}{dt} &= -r_1\xi_1 + 1 + u(t) \\ \frac{d\eta_2}{dt} &= \lambda r_2\xi_1 - f\eta_2 \\ m &= c\eta_2/\lambda \end{cases} \quad (6)$$

ce qui montre qu'il n'est pas possible de déterminer r_2 et c autrement qu'à une constante multiplicative près. Si r_2 et c conviennent pour faire des prédictions correctes, il en sera évidemment de même avec $r'_2 = \lambda r_2$ et $c' = c/\lambda$.

Tu vois bien que pour passer de mon modèle au tien il suffit de prendre $\lambda = 0,1$.

LE SPHINX (ébranlé) : — Ce calcul me semble convaincant, mais j'ai encore quelques doutes.

ŒDIPE : — Montre moi ton dispositif, je te dirai comment le modifier pour obtenir mon modèle.

Le Sphinx lui montre le schéma de la figure 1. Après un peu de réflexion, Œdipe le transforme en celui de la figure 3.

ŒDIPE : — Vois-tu, Sphinx, dans ton système hydraulique, la surface de base du second cylindre ne change rien au résultat. Seule change la hauteur de l'eau dans le réservoir mais comme cette dernière est cachée on ne peut pas faire la différence entre les deux dispositifs : ils ont exactement le même comportement.

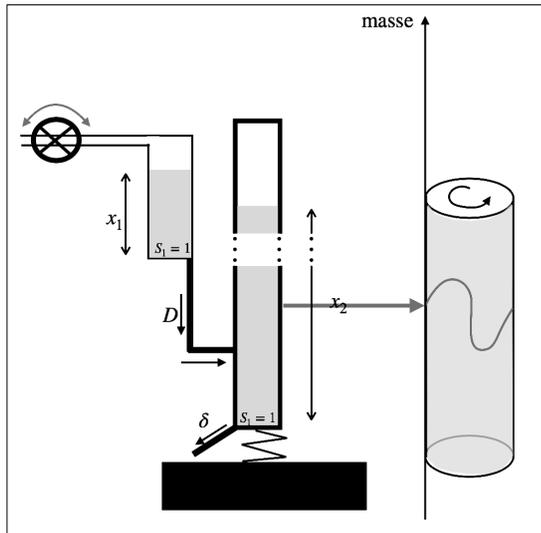


FIGURE 3 :
La « mécanique »
d'Œdipe

À la vue de ce dernier schéma le visage du Sphinx s'éclaira.

LE SPHINX : — Mais oui, Œdipe, tu me convaincs tout à fait. La demande de découvrir mon système hydraulique à partir de son comportement était impossible à satisfaire. Tout au plus pouvais-tu trouver un dispositif qui produise des effets identiques au mien. C'est clair, des mécaniques différentes peuvent avoir le même comportement. Toutes les montres indiquent l'heure de la même manière, mais à moins de les ouvrir pour

voir ce qu'elles ont dans le ventre, impossible de savoir de quel mécanisme elles sont munies. Œdipe tu m'as fait comprendre quelque chose d'important. Pour cela tu auras la vie sauve. Mais dis-moi, comment as-tu pensé à me répondre comme tu l'as fait ? Ce n'était pas évident.

ŒDIPE : — Erreur, Sphinx, pour un ingénieur automaticien de la seconde moitié du xx^e siècle ton énigme était assez évidente. Ce sont des choses qui, parmi d'autres, sont enseignées dans le cours d'automatique théorique. On appelle cela la théorie de la réalisation (linéaire). Je voudrais bien t'en dire un mot, ce n'est pas très difficile, mais comme cela utilise des propriétés du calcul matriciel que tu ne connais pas, je pense que tu ne pourra pas suivre.

LE SPHINX : — Explique moi quand même cette merveille Œdipe. Je me laisserai bercer par tes calculs. J'aime la musique des mathématiques, même quand je ne les comprends pas.

ŒDIPE : — O.K., Sphinx, je vais te faire un petit cours d'automatique linéaire.

3. Modèle de comportement/modèle de connaissance

Rappel sur la notion de fonction

Tu es évidemment familier avec le concept mathématique de fonction : Une fonction f est un "mécanisme" (un procédé, une procédure) qui permet d'associer à tout nombre x un nombre $f(x)$ bien déterminé, une fois pour toutes. Par exemple la fonction que l'on note :

$$x \mapsto f(x) = x^2$$

est la «procédure» qui consiste à multiplier x par lui même. Un peu plus compliquée, la fonction :

$$x \mapsto f(x) = x^2 + 2.75x + 7$$

est la «procédure» qui consiste en :

1. Multiplier x par lui même.
2. Multiplier x par 2,75.
3. Ajouter les deux nombres obtenus.
4. Ajouter 7.

Les fonctions trigonométriques comme ($x \mapsto f(x) = \sin x$) peuvent être définies de façon géométrique comme l'ordonnée du point du cercle trigonométrique correspondant à l'angle x , mais aussi comme la somme de la série de nombres (série entière) :

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots$$

Ainsi des « procédures » très différentes comme *mesurer avec soin sur un dessin la valeur du sinus de x* ou *ajouter des nombres en grande quantité*, comme dans le calcul de la somme ci-dessus, peuvent donner un résultat identique : la valeur de $\sin x$.

La nature fournit de nombreux exemples de correspondances entre grandeurs que l'on cherche à représenter par des fonctions (dans ce cas on dit des *lois*) :

- *Le phénomène de dilatation fait qu'à une température T correspond la longueur d'une tige métallique $l(T)$.*
- *Dans une réaction enzymatique, à une concentration de substrat s correspond une vitesse de réaction $\mu(s)$.*
- *Dans une pompe à un volume V correspond une pression $P(V)$.*

Ce dernier exemple est intéressant car il met en évidence une dissymétrie qui est dans la notion de fonction : à la variable x correspond la valeur de $f(x)$, mais pas l'inverse. Ce n'est pas comme une relation qui lie deux variables, comme par exemple la loi des gaz parfaits :

$$PV = \text{constante}$$

La pression que multiplie le volume est égal à une constante ; ici P et V jouent un rôle symétrique d'où nous pouvons déduire P en fonction de V , mais aussi le V volume en fonction de la pression.

Dans ton dispositif il y a une dissymétrie : tu peux agir sur le débit en entrée, ce qui entraîne une modification de la position du stylet, mais l'inverse n'est pas possible : le stylet n'agit pas sur le débit d'entrée.

Pratiquement il n'est pas possible de consigner I (resp. μ ou V) pour toutes les valeurs de la variable T (resp. s ou P) ; on ne peut faire qu'un nombre fini d'expériences ! L'expérimentation fournit un « nuage » de points par lesquels on fait passer un graphe. Par un nombre fini de points, on peut faire passer une infinité de courbes différentes ; il existe donc une infinité de fonctions susceptibles de coïncider avec un nombre fini de points expérimentaux. C'est pourquoi on fixera *a priori* une classe de fonctions – par exemple un polynôme de degré donné – dont on choisira les paramètres pour ajuster au mieux les données expérimentales.

J'ai fait ce petit rappel de faits très élémentaires et bien connus pour mettre en évidence ce que la notion de « système » apporte d'original. On peut n'y voir qu'une sorte de généralisation de la notion de fonction : ce n'est plus à un nombre (ou plusieurs) que l'on fait correspondre un autre nombre, mais à une fonction $U(.)$ (l'entrée : un signal temporel) une autre fonction $Y(.)$ (la sortie : un autre signal temporel).

Mais en réalité il s'agit de beaucoup plus qu'une simple généralisation du concept de fonction. La théorie des systèmes distingue :

1. Les variables d'entrée $U=(u_1, \dots, u_p)$ au nombre de p ($p=1$ dans ton système), qui doivent être pensées comme des entités matérielles connues et manipulables, auxquelles sont associés des « nombres » (l'angle que fait le volant de la fable par rapport à la position neutre).
2. Les variables de sortie Y qui sont des grandeurs observables (la position du stylet sur le rouleau), c'est à dire des nombres associés à certaines entités matérielles (l'écart du stylet à sa position d'équilibre).
3. Des variables *intermédiaires* $X=(x_1, \dots, x_n)$ ($n=2$ dans la fable), appelées *variables d'état*, qui vont permettre de définir quel type de relation doit exister entre « entrées » et « sorties ».

La relation doit être dynamique. La fonction d'entrée $U(\cdot) = (t \mapsto U(t))$ doit être conçue comme une *action dans le temps* d'un expérimentateur ou l'évolution d'une contrainte naturelle (d'où le choix du temps t pour la variable) ; et $Y(\cdot) = (t \mapsto Y(t))$ est la *réaction* observable du système, le lien se faisant à travers les variables d'état X et le système différentiel :

$$\Sigma^{A,B,C} \begin{cases} \frac{dX}{dt} = AX + BU(t) \\ Y = CX \end{cases} \quad (7)$$

(où A , B et C sont des matrices de taille *ad hoc*) que l'on intègre à partir de la condition initiale 0.² Un système est donc entièrement spécifié par la donnée d'un triplet de matrices :

$$A(n \times n) ; B(n \times p) ; C(q \times n) \quad (8)$$

auquel est associée l'application « entrée-sortie ». Les automaticiens représentent un système entrée-sortie par le schéma :

$$U \rightarrow \boxed{\Sigma^{A,B,C}} \rightarrow Y$$

Un exemple parlant, pour toi qui t'intéresses à l'irrigation, est celui de l'écoulement de l'eau dans le bassin versant d'une rivière. Un certain nombre de pluviomètres sont situés en amont qui mesurent des entrées (les quantités d'eau reçues) et, en aval, on mesure la hauteur de la rivière. La relation est dynamique en ce sens qu'une certaine durée

2. Comme le système est linéaire, on peut montrer que ce choix, qui peut sembler particulier, ne diminue pas la généralité de l'étude.

est nécessaire pour que l'eau reçue en amont parvienne au point de mesure de la hauteur.

Par rapport à la notion statique de fonction $x \mapsto f(x)$ qui ne fait intervenir que les grandeurs x et y du monde accessibles à l'expérimentateur-observateur, la théorie des systèmes introduit les variables d'état X qui peuvent être connues ou inconnues. Connues dans ton cas, Sphinx, lorsque tu établis les équations de ton système : tu sais que les variables pertinentes sont x_1 et x_2 qui représentent la hauteur de l'eau dans tes deux réservoirs ; inconnues dans mon cas, puisque j'ignore quel est le dispositif à l'œuvre.

Maintenant, dans le système (7), faisons le changement de variable $Z = PX$ où P est une matrice inversible. Le système (7) devient le système :

$$\begin{cases} \frac{dZ}{dt} = PAP^{-1}Z + PBU(t) \\ Y = CP^{-1}Z \end{cases}$$

mais comme le nom Z de la variable d'état est évidemment arbitraire, ceci montre que le système

$$\Sigma^{PAP^{-1}, PB, CP^{-1}} \begin{cases} \frac{dX}{dt} = PAP^{-1}X + PBU(t) \\ Y = CP^{-1}X \end{cases} \quad (9)$$

a exactement le même comportement entrée-sortie que le système $\Sigma - A, B, C$.

En d'autres termes, pour toute matrice inversible P , les triplets de matrices (A, B, C) et (PAP^{-1}, PB, CP^{-1}) sont équivalents en ce sens que les systèmes entrée-sortie qu'ils définissent sont identiques. La théorie des systèmes officialise donc le fait qu'une même relation entrée-sortie peut être produite par des mécanismes différents à l'intérieur d'une grande classe de systèmes, celles des systèmes différentiels linéaires. Cette théorie ne rendra donc pas compte de ce que la valeur de $\sin \pi/3$ s'obtient en mesurant soigneusement sur un cercle trigonométrique ou en calculant la somme d'une série, mais son champ d'application reste quand même très vaste.

Un triplet (A, B, C) dont l'application entrée-sortie correspondante est égale à une relation donnée Σ s'appelle *réalisation de Σ* . Une *réalisation minimale* est une réalisation dont le nombre de variables d'état est le

plus petit possible. Ce sont donc les réalisations les plus économiques possible par le nombre des variables dont l'interaction est nécessaire pour reproduire la relation. On peut alors démontrer le théorème de la réalisation minimale, qui dit que deux réalisations minimales d'une même relation entrée-sortie sont équivalentes.

Ainsi les ingénieurs automaticiens distinguent-ils deux grandes classes de modèles :

- Les *modèles de connaissance* qui sont les modèles obtenus par la « mise en équation » du mécanisme qui est connu comme le tien (le mécanisme est connu, mais des paramètres comme le diamètre des conduites ou la taille des réservoirs peuvent être inconnus).
- Les *modèles de comportement* qui sont les modèles obtenus quand, comme moi, on n'a pas accès au mécanisme, ou encore quand on ne souhaite pas représenter le mécanisme. Un modèle de comportement appartient à la classe de tous les modèles équivalents qu'il est impossible de différencier et dont l'existence est affirmée par le théorème de réalisation minimale.

4. Une interprétation de la fable du Sphinx et de l'automaticien.

La fable du Sphinx et de l'automaticien est très concrète en ce sens que l'on peut remplacer le Sphinx par un professeur d'automatique qui fournit à un étudiant (Edipe) un « exécutable »³ qui produit sur un ordinateur un certain comportement entrée-sortie et qui lui demande de trouver un code produisant le même comportement. Mais on peut la considérer aussi (sans aller trop loin toutefois) comme une métaphore de l'activité scientifique.

Remplaçons le Sphinx et sa machine par Dieu et le monde.

Dieu, qui sait tout, savait évidemment que l'homme ferait assez de mathématiques pour comprendre un jour le sens de l'indication :

Le « Monde matériel » est régi par un (très) grand système d'équations différentielles Σ .

que plusieurs prophètes de la religion de la science nous ont transmise.

Donc, dans un premier temps, les hommes se sont donné pour tâche de connaître Σ puis, comprenant la vertu des changements de variables

3. Un « exécutable » est le résultat de la compilation d'un programme. Il n'est pas possible de retourner au programme source.

(ou si l'on préfère des changements de points de vue) ils ont compris qu'une telle ambition n'était pas réalisable et, retournant à Platon, ils ont réduit leur ambition à proposer des théories qui ne font que « *Sauver les apparences* », c'est à dire trouver un triplet particulier de la classe des réalisations minimales. C'est la thèse soutenue par Duhem dans *Sauver les apparences*.⁴ Devons-nous conclure que l'automaticien est un relativiste pour qui tous les modèles se valent ? Certainement pas. Le gros avantage du modèle de connaissance du Sphinx sur le modèle trouvé par Œdipe est que le premier est déduit des lois de la physique et que de ce fait il contient toute une culture : le modèle du Sphinx contient implicitement tout ce que la physique nous a enseigné sur les écoulements. Cela ne sert à rien tant qu'il s'agit uniquement de reproduire un comportement entrée-sortie, ce qui était la devinette du Sphinx ; mais ça permet d'aller bien plus loin.

Je vais illustrer ce dernier point par une histoire pratique bien réelle.⁵

Un pont à l'embouchure d'un fleuve est régulièrement submergé par les eaux lors d'épisodes pluvieux importants. Pour des raisons de sécurité (fermer l'accès au pont), on désire prévoir la hauteur de la crue avec un peu d'avance à partir de pluviomètres installés en amont dans le bassin versant. L'agence d'aménagement du bassin versant du fleuve avait soumis ce problème comme un challenge à une communauté d'ingénieurs. L'agence fournissait un grand nombre de données passées de la relation entre les mesures enregistrées par les pluviomètres et la hauteur de la crue et gardait pour elle quelques enregistrements pour évaluer la qualité de prédiction des modèles proposés.

C'est, toutes proportions gardées, exactement ton énigme, Sphinx. Ton débit d'entrée est connu, c'est l'eau mesurée dans les pluviomètres, l'eau circule dans tes réservoirs et produit un effet comme l'eau qui ruisselle.

Une première équipe avait utilisé un modèle numérique du bassin versant particulièrement détaillé, faisant la différence entre les zones construites où l'eau ruisselle et les zones où l'eau s'infiltre dans la terre.

4. Pierre DUHEM, *Sauver les apparences. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée* (1908) ; Paris, Vrin, 2005.

5. L'auteur de l'article la raconte de mémoire, faute malheureusement d'en avoir retrouvé les traces écrites.

À l'aide d'un ordinateur puissant, elle calculait dans le détail le parcours de l'eau et en déduisait la hauteur de la crue. Une autre équipe procédait simplement par identification d'un modèle de comportement. Le modèle obtenu était très simple et pouvait être mis en œuvre avec un simple ordinateur personnel. Les deux modèles donnaient des résultats satisfaisants du point de vue de la prédiction. Le modèle de comportement était efficace, mais ne donnait pas d'informations sur les raisons de la montée des eaux. Le modèle de connaissance basé sur la représentation du terrain permettait lui, par simple manipulation de paramètres, de mettre en évidence la part de responsabilité des zones commerciales et industrielles dans la hauteur des crues. Il donnait donc, en plus de sa fonction prédictive, des «explications» utiles sur le phénomène. Deux modèles ayant même comportement entrée-sortie ne sont équivalents *que* du point de vue de la définition mathématique. Pas plus.

Toutefois, ce qui fait la force du modèle de connaissance basé sur des lois de la nature, ce n'est pas que ces lois seraient une «vérité ultime». Il faut bien voir que, du point de vue de la théorie de la réalisation, les lois de la nature ne sont elles aussi que des modèles de comportement. Seul Dieu a accès à la «vérité ultime». La différence entre une théorie physique et le modèle de l'ingénieur est que ce dernier est conçu dans un but précis et que, une fois le but atteint, il est oublié ; alors que la théorie physique est perpétuellement remise en cause et s'enrichit continuellement de l'expérience humaine.

COMPLÉMENT MATHÉMATIQUE

C-1. Marche à (très) petits pas et équations différentielles

Imaginons une grande surface plane (un parking de super marché) sur laquelle on aurait tracé des axes OX et OY permettant de repérer la position d'un point par ses coordonnées (x,y) . Donnons nous deux fonctions $F_x(x,y)$ et $F_y(x,y)$ qui permettent d'associer à chaque point de coordonnées (x,y) le couple de nombres $(F_x(x,y), F_y(x,y))$ et le paramètre $h > 0$. Ces données nous permettent de définir le pas hF d'origine (x,y) comme le couple $(hF_x(x,y), hF_y(x,y))$ et d'effectuer le h -pas comme passer du point de coordonnées (x,y) au point de coordonnées $x + hF_x(x,y), y + hF_y(x,y)$. Si l'on recommence indéfiniment l'opération, on définit la h,F -marche de pas hF .

Exprimé dans un langage de programmation libre (que tout le monde comprend), une h,F -marche est le programme (les commentaires sont en bleu) :

Programme

- 1. $X \leftarrow x_0 ; Y \leftarrow y_0 ; N \leftarrow 0$
On charge les mémoires X et Y des coordonnées du point initial ; la mémoire N compte les pas.
- 2. repeat : On recommence les opérations qui vont être décrites...
 - (a) $Pas_x = hF_x(x,y) ; Pas_y = hF_y(x,y)$ On calcule le pas à faire.
 - (b) $X \leftarrow X + Pas_x ; Y \leftarrow Y + Pas_y$ On effectue le pas.
 - (c) $N \leftarrow N + 1$ On ajoute 1 au compteur de pas...
- 3. Until $N = 6$... jusqu'à ce que 6 pas aient été effectués.

Illustrons ceci avec les valeurs particulières :

$$h = 0,4 ; F_x = 1 ; F_y = \sin 2x ; x_0 = 0 ; y_0 = 0,2$$

Nous avons tout ce qu'il faut pour effectuer les opérations prescrites par le programme et le résultat est consigné dans le tableau ci-dessous :

N	0	1	2	3	4	5	6
X	0	0.4	0.8	0.12	0.16	2.0	2.4
Y	0.2	0.2	0.48	0.88	1.15	1.13	0.83

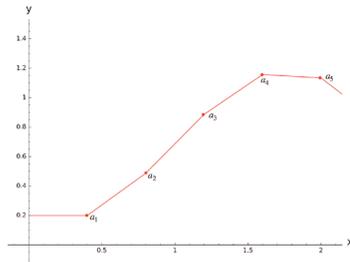


FIGURE 4 : Marche de « pas » 0.4

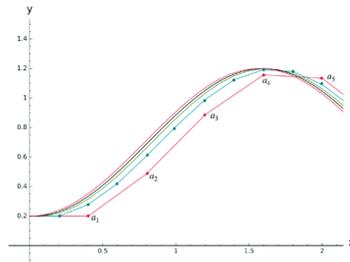


FIGURE 5 : Marches de « pas » de plus en plus petits

Mais il est beaucoup plus parlant de remplacer la liste de coordonnées (X,Y) du tableau par la liste des points du plan correspondants et de les relier comme dans la figure 4. Sur la figure 5 on a consigné en rouge la marche précédente de pas 0,4 ; puis la marche de pas 0,2 en bleu ; puis de pas 0,1 ; en vert ; puis 0,05 en noir ; et enfin 0,025 à nouveau en rouge. Les angles observés pour les pas de 0,4 et de 0,2 sont difficilement visibles pour le pas 0,1 (courbe verte) et disparaissent pour laisser place à des courbes (noire et rouge) qui semblent lisses.

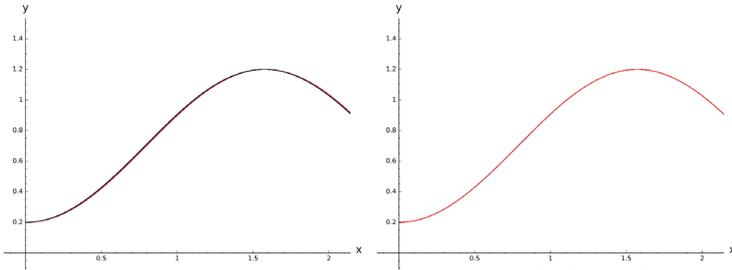


FIGURE 6 : Marches de pas « infiniment » petits

Sur la figure 6, nous continuons à diviser le pas par deux quatre fois de suite à partir de 0,025 (à gauche). Les courbes sont difficilement discernables, seule la couleur indécise nous indique de petites fluctuations. À droite nous faisons quatre divisions successives par 2 à partir de 0,001. Cette fois la couleur franche rouge indique que toutes les courbes sont recouvertes par la dernière courbe tracée en rouge, donc que la trajectoire de la marche est devenue indépendante de la taille du pas. Ceci est un fait absolument général que nous énonçons sous la forme d'un théorème.

Théorème : *Pour tout ordinateur, il existe une valeur seuil du pas en dessous de laquelle la trajectoire d'une marche est « lisse » et indépendante du pas.*

Ce résultat (qui suppose quelques hypothèses heureusement très générales pour qu'elles soient toujours vérifiées dans la pratique) est « ordinateur dépendant », en ce sens que le seuil dépend de l'ordinateur : il sera d'autant plus petit que l'écran possède plus de pixels. Mathématiquement on peut « idéaliser » ce résultat en donnant un sens aux expressions « infiniment petit » et « dérivable » et en énonçant :

Théorème : *Lorsque le pas est « infiniment petit », le programme définit une courbe dérivable :*

$$t \rightarrow (x(t), y(t))$$

Cette courbe satisfait pour chaque valeur de t :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt}(t) = F_x(x(t), y(t)) \\ \frac{dy}{dt}(t) = F_y(x(t), y(t)) \end{cases}$$

On dit que la courbe est solution de l'équation différentielle ci-dessus.

C-2. Équation différentielle contrôlée du premier ordre

L'équation différentielle du premier ordre :

possède la solution :

$$x(t) = x_0 e^{at}$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt}(t) = ax(t) \\ x(0) = x_0 \end{cases}$$

On peut le vérifier si l'on se souvient que la dérivée de la fonction exponentielle est la fonction exponentielle elle-même. À partir de là, on peut également vérifier que, $t \mapsto u(t)$ si est une fonction arbitraire, la solution de :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt}(t) = ax(t) + bu(t) \\ x(0) = x_0 \end{cases}$$

est :

$$x(t, u(\cdot)) = e^{at} \left\{ x_0 + \int_0^t e^{-as} bu(s) ds \right\}$$

formule qui permet d'obtenir la réponse au contrôle par une simple intégration.

Un système de n équations différentielles du premier ordre à coefficients constants est (ici avec $n = 3$) :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt}(t) &= ax(t) + by(t) + cz(t) \\ \frac{dy}{dt}(t) &= a'x(t) + b'y(t) + c'z(t) \\ \frac{dz}{dt}(t) &= a''x(t) + b''y(t) + c''z(t) \\ x(0) = x_o \quad y(0) = y_o \quad z(0) = z_o \end{cases}$$

et le même système contrôlé sera :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt}(t) &= ax(t) + by(t) + cz(t) + \alpha u(t) \\ \frac{dy}{dt}(t) &= a'x(t) + b'y(t) + c'z(t) + \beta u(t) \\ \frac{dz}{dt}(t) &= a''x(t) + b''y(t) + c''z(t) + \gamma u(t) \\ x(0) = x_o \quad y(0) = y_o \quad z(0) = z_o \end{cases}$$

On voit que les écritures commencent à prendre du volume et que l'alphabet sera rapidement épuisé si nous considérons des systèmes de plusieurs dizaines d'équations, ce qui peut se présenter dans la pratique. C'est pour résoudre ce problème qu'au cours du XIX^e siècle on a inventé le calcul matriciel.

C-3. Matrices

Les matrices ($n \times m$) sont des tableaux de nombres :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix}$$

Le nombre n est le nombre de ligne et m celui des colonnes. Voici un exemple de matrice (2×3), à 2 lignes et 3 colonnes :

$$\begin{bmatrix} 0 & -3 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

On peut noter une matrice $A = \begin{bmatrix} a_{ij} & i = 1..n \\ & j = 1..m \end{bmatrix}$

où a_{ij} désigne le nombre situé à l'intersection de la i -ème ligne et de la j -ème colonne. Les matrices s'ajoutent ; pour cela il faut qu'elles aient exactement le même nombre de lignes et de colonnes et on ajoute les éléments qui se correspondent.

Elles se multiplient aussi, mais c'est un peu plus compliqué : lorsqu'on multiplie $A(n \times m)$ par $B(p \times q)$ il faut que le nombre de colonnes de A soit égal au nombre de lignes de B : $m = p$ et le résultat de l'opération est une matrice ($n \times q$).

$$\begin{bmatrix} a_{ij} & i = 1..n \\ & j = 1..m \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} b_{ij} & i = 1..m \\ & j = 1..q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{ij} & i = 1..n \\ & j = 1..q \end{bmatrix}$$

où le nombre c_{ij} est obtenu en ajoutant les produits terme à terme de la i -ème ligne de A et de la j -ème colonne de B soit :

$$c_{ij} = a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + \dots + a_{ik}b_{kj} + \dots + a_{im}b_{mj}$$

Ainsi les matrices se comportent-elles comme des nombres, on peut les ajouter et les multiplier ; on peut pratiquer toutes les opérations de l'algèbre avec elles, mais avec quelques précautions : le produit n'est pas commutatif, généralement $A \times B \neq B \times A$ et le produit $A \times B$ peut être nul sans qu'aucun des facteurs

A ou B le soit. On apprend généralement l'art de pratiquer l'algèbre des matrices en première année de l'université.

Grâce à ces techniques on peut écrire un système différentiel linéaire de n équations comme :

$$\frac{dX}{dt}(t) = AX(t)$$

avec : $X = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ $A = \begin{bmatrix} a & b & c \\ a' & b' & c' \\ a'' & b'' & c'' \end{bmatrix}$

et le système linéaire contrôlé :

$$\frac{dX}{dt}(t) = AX(t) + Bu(t)$$

avec : $X = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix}$

Toute la théorie des systèmes *entrée-sortie* évoquée dans la section 3, élaborée dans les années 1960, repose sur la théorie des matrices.

Caveat

Basée sur une expérience personnelle, l'approche décrite dans cet article n'a pas été publiée dans une revue avec comité de lecture et n'engage que les auteurs. Ceux-ci conseillent donc au lecteur inexpérimenté qui voudrait commencer à investir en Bourse de suivre plutôt, dans un premier temps, les avis de professionnels reconnus de l'analyse technique.

Rallyes boursiers : les arbres ne montent jamais jusqu'au ciel !

Jean Picholle & Anne Rosfelter

Institution-phare des marchés financiers, la Bourse a un rôle économique vital dans les sociétés occidentales actuelles. Elle permet notamment aux particuliers de participer à la vie économique et aux entreprises de se financer^{1a}. C'est en effet le lieu où l'on peut, légalement et publiquement, négocier des titres financiers, mais aussi des matières premières et même des entreprises,^{1b,2} à un prix résultant d'une libre confrontation de l'offre et de la demande. C'est une alternative équitable et publique, d'une part, aux accords de gré à gré (qui, eux, ne le sont pas toujours autant qu'on le voudrait...) et d'autre part aux diktats des banques. Les États eux-mêmes y participent.

Sensible à toutes les influences, elle est sujette à de brusques retournements. En période d'euphorie, elle permet des gains importants et rapides, mais des très réalistes *La Maison Nucingen*³ de Balzac ou *L'Argent*⁴ de Zola jusqu'aux «Dominos»⁵ de Kornbluth ou à *Au-delà du crépuscule*⁶ de Heinlein, la littérature n'a pas tardé à mettre aussi en

-
1. (a) En émettant des actions, des obligations, etc. (b) La Bourse facilite le financement des entreprises, leur mutation, leur regroupement et leur cession, *via* par exemple des Offres Publiques d'Achat (O.P.A.).
 2. Voir bien d'autres choses encore, comme dans «Le Prix du pardon» de Matthieu WALRAET (2000 ; in *Les Passeurs de millénaire*, Le Livre de Poche SF, 2005, pp.220-229).
 3. Honoré de BALZAC, *La Maison Nucingen* (1891) ; Folio Classique, 1989.
 4. Émile ZOLA, *L'Argent* (1891) ; Garnier-Flammarion, 2009.
 5. Cyril KORNBLUTH, «Les Dominos» («Dominoes», 1953) ; in *Histoires de voyages dans le temps*, Livre de Poche, coll. Grande Anthologie de la science-fiction, 1987, pp.31-43.
 6. Robert A. HEINLEIN, *Au-delà du crépuscule* (*To Sail Beyond the Sunset*, 1987) ; J'ai Lu SF, 1989.

scène les déconvenues qu'elles peut apporter, voire les tragédies que la difficulté notoire à prévoir ses humeurs peut induire.

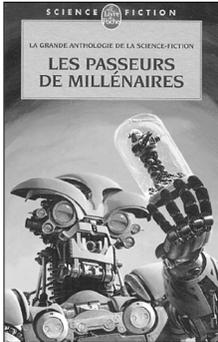


Illustration de MANCHU



Illustration de Philippe ADAMOV

En dehors des grandes crises,⁷ qui remettent en question les bases même du système économique mais restent très rares (trois ou quatre au cours du xx^e siècle) et que même les outils d'analyse mathématique les plus pointus peinent encore à anticiper,⁸ des *traders* professionnels, dotés d'énormes moyens dans des *salles de marché* suréquipées, arrivent néanmoins, sinon à gagner à tous les coups, du moins à réunir beaucoup d'atouts dans leur jeu. Ils y suivent en effet les cours de tous les titres, et sur tous les marchés du monde, travaillant en temps réel, à la vitesse des télétransmissions (soit de l'ordre de la milliseconde), alors que les cours n'ont que très peu de chances de se retourner à aussi court terme. Ce sont eux qui transmettent les ordres de leurs clients aux bases de données boursières qui les exécutent ; mais ils spéculent aussi pour le compte de leurs employeurs, le monde financier.

L'objet de cet article n'est pas de décrire les modèles financiers sophistiqués utilisés par ces professionnels, ni *a fortiori* leurs conséquences sur l'économie mondiale, mais de montrer comment une approche personnelle et opportuniste peut permettre, à l'aide d'outils d'analyse technique relativement simples, de développer des modèles permettant de tirer néanmoins son épingle d'un jeu dynamique aussi complexe à court terme.

-
7. Comme le vendredi noir de 1929 qui marque le début de la grande dépression, la crise des « obligations pourries » (*Junk bonds*) en 1989, ou l'éclatement de la bulle internet en 2000.
 8. Par exemple Didier SORNETTE, *Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems*, Princeton Univ. Press, 2017 (inédit en français).

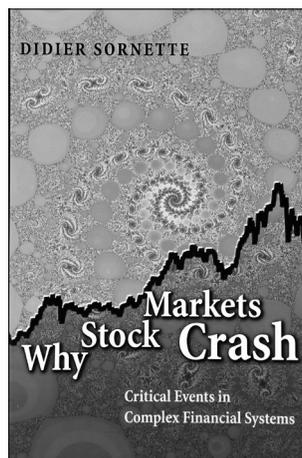
1. Les particuliers et la Bourse

Une approche par délégation

Les particuliers n'ont ni les moyens matériels ou financiers, ni l'expérience nécessaire pour rivaliser avec les professionnels.^{9,10} La démocratisation des ordinateurs et le développement des télécommunications leur permet néanmoins aujourd'hui d'entrer dans le monde de la Bourse.

Ils n'approchent toutefois celle-ci que par délégation. Tout se passe à distance et, concrètement, ils ne sont informés du résultat de leurs opérations que très longtemps après, par des rapports sur l'évolution annuelle de leurs comptes, sans même toujours savoir de quelles opérations particulières elle résulte.

Même dans ces conditions, le jeu des actions s'avère potentiellement captivant, sinon envoûtant, et il est impératif de bien définir ses objectifs, leurs termes, ainsi que les moyens qu'on veut (et que l'on peut !) y consacrer, et surtout *de s'y tenir* pour ne pas se laisser entraîner dangereusement.



-
9. Du moins dans un monde assez peu étendu pour que ceux-ci puissent répondre quasi-instantanément à tout événement. Ce n'était clairement pas le cas par le passé, lorsque l'information voyageait à la vitesse des bateaux, ou même du télégraphe, comme peuvent en témoigner les ennemis du *Comte de Monte-Christo* (Alexandre DUMAS, 1844 ; Folio Classiques, 1998) ; cela ne sera plus nécessairement non plus le cas lorsqu'on envisagera de commercer à l'échelle interstellaire et que, même à la vitesse de la lumière, l'information mettra des années à voyager d'une étoile à l'autre, comme l'a démontré le (alors futur) prix Nobel d'économie Paul KRUGMAN (« The Theory of Interstellar Trade », 1978 ; accessible en ligne : <http://www.princeton.edu/~pkrugman/interstellar.pdf> [mars 2020])...
10. ... voire simplement quelques minutes ou quelques heures, à l'échelle du système solaire : Jean-Baptiste CAPDEBOSCO, « Le Retour du Caméléon », *News Bourse* 44, 30 sept.-6 oct. 2001, p.28.

Un parcours personnel

JEAN PICHOLLE : Je ne suis pas un professionnel de la Bourse. Je l'ai découverte pour la première fois en 1988, lorsque j'ai introduit ma société, *Forum International*, au second marché. Ce fut une aventure passionnante, qui a dépassé toutes nos espérances, même si, beaucoup trop occupé à cette époque par la direction et la gestion de mon entreprise, je n'en ai en fait pratiquement été qu'un spectateur. J'étais alors conseillé par la BANEXI et la BNP, et c'est la Société de Bourse Ferri, que j'avais chargée de cette introduction, qui a fait l'essentiel du travail.

Ce n'est que plusieurs années après, partiellement retiré des affaires, et en tant que particulier, que j'ai voulu comprendre plus précisément comment cela fonctionnait. J'ai alors consacré un peu de mon temps à la Bourse, au jour le jour, à partir de mon ordinateur personnel.

Des objectifs et des stratégies très divers

Les approches seront très différentes, et la durée des engagements financiers variera de quelques jours à plusieurs années, selon que l'on utilise la Bourse pour préserver un avoir, pour investir en minimisant les risques, ou pour spéculer à court terme.

- Dans le cadre d'un placement, on s'engagera souvent pour des années en recherchant la sécurité. Plutôt que des actions, on choisira donc typiquement des « Obligations d'État » ou des « Bons du Trésor », en se contentant d'un revenu faible, souvent proche du taux d'inflation.
- Pour un investissement, recherchant une plus-value à moyen ou long terme, on choisira les supports qui apparaissent les plus porteurs d'avenir (« *Pays émergents* », *valeurs « Technologiques* », etc.). Pour lisser les risques, on passera généralement par des OPCVM (*Organisme de Placement Collectif de Valeurs Mobilières*) en déléguant la gestion de son portefeuille à des professionnels, moyennant des frais de gestion.
- Enfin, on pourra rechercher des plus-values à court terme en jouant directement sur le marché des actions.

2. Le cours des actions

Un système multifacteur

Pour le Béotien, le cours des actions en Bourse devrait traduire une valeur objective et raisonnablement stable d'une entreprise, déterminée par des paramètres économiques objectifs comme son capital, ses profits ou l'évolution du chiffre d'affaires. Une telle vision s'avère toutefois naïve, voire dangereuse pour des investisseurs par trop idéalistes. Nous avons en tout cas, après bien d'autres, échoué à trouver des corrélations directes entre les variations des cours et de tels éléments.

Le cours des actions est en effet structurellement instable. Ils peuvent typiquement varier de 30 % – et parfois bien plus – en quelques mois, ce qui est considérable comparé aux variations de l'économie sur la même période. Ces variations résultent d'un très grand nombre de facteurs, objectifs mais aussi subjectifs, avec des poids et des temps caractéristiques très différents, et que l'on peut regrouper en trois grandes familles :

- *La conjoncture économique* est une tendance lourde, de plus en plus mondialisée, que l'on peut considérer comme une porteuse relativement stable du cours de l'action, à court terme du moins. En dehors des crises majeures⁵ auxquelles elle est sujette, elle n'évolue en effet que lentement et ses variations sont globalement du même ordre de grandeur que l'évolution du PIB, ou que l'inflation : soit quelques pourcents par an.
- *L'image de l'entreprise*, le potentiel perçu de son secteur d'activité, ses promesses de croissance et de résultats sont autant de données subjectives qui ont une très forte influence sur les cours. Là encore, ces attentes n'évoluent que relativement lentement.
- Enfin, la *loi de l'offre et de la demande*, dont nous allons tenter d'élucider un peu plus précisément les mécanismes d'évolution.

Un corollaire immédiat de cette complexité est qu'il n'y a **pas de « Juste prix »** en bourse. Il n'y a que l'offre confrontée à la demande.

Un marché transparent

Une « séance » de la Bourse de Paris correspond à une journée d'ouverture des transactions, typiquement de 9h à 17h30 (les différentes Bourses du monde ayant des horaires comparables à New York, Tokyo, etc., il y a donc toujours une séance ouverte quelque part...).

Les cours sont publics et publiés en temps réel. À la clôture de la séance (*End of Day*), la Bourse récapitule en outre l'activité du jour et publie, pour chacun des titres cotés sur la place :

- le volume des transactions (*Nombre de titres échangés*) ;
- le cours à l'ouverture de la séance ;
- le cours à la clôture ;
- le plus bas cours du jour (« plus-bas ») ;
- le plus haut cours du jour (« plus-haut »).

Ce sont les résultats objectifs de l'affrontement entre les différents intervenants.

3. Valeurs objectives ou psychologie boursière ?

Deux constats

Une observation des cours sur une assez longue période permet un premier constat : en dehors des rares périodes de crise, la tendance générale de la Bourse est relativement stable. Sur le long terme, son taux de croissance reflète l'évolution de la situation économique du pays. Proche de celui du P.I.B., il varie typiquement de quelques pourcents par an.

On peut donc considérer cette tendance générale comme une « porteuse » lentement variable, et de peu d'importance à court terme.

Pour autant, on constate également que le cours des actions individuelles passe cycliquement, en quelques mois, d'un « plus haut » à un « plus bas », avec des variations qui peuvent atteindre 30 %, voire 50 %, sans que la valeur économique intrinsèque de l'entreprise qu'il représente ait significativement changé.

Le cours des actions est donc structurellement instable. C'est ce qui crée des opportunités : il est possible de dégager de belles plus-values en achetant au point bas et en revendant sur un point haut. Pour le spéculateur à la recherche de telles plus-values à court terme, tout l'enjeu de la modélisation boursière sera donc d'anticiper précocement les retournements à la hausse comme à la baisse pour se positionner en conséquence, sans rester piégé faute d'acheteurs s'il ne revend pas en temps utile.

C'est un risque bien réel. Mais si on l'accepte, les gains potentiels sont tels qu'ils relativisent fortement l'importance des autres composantes économiques du cours des actions.

Si l'on admet que la valeur économique intrinsèque d'une entreprise n'est pas le facteur déterminant de son cours, ou du moins des variations à court terme de celui-ci, la question se pose en fait largement en termes de psychologie boursière : *comment « le marché » – c'est-à-dire les autres acteurs – va-t-il anticiper l'évolution de la situation actuelle ?*

Il convient ici de distinguer les « Grosses Mains », qui ont les moyens financiers de peser sur le marché, de la masse des investisseurs. Le comportement des derniers est en partie prévisible, dans la mesure où il apparaît assez stable (sur le court terme du moins), voire panurgique. Celui des Grosses Mains ne l'est pas : non seulement elles se donnent les moyens d'être les premières informées et les premières à réagir, mais leurs interventions sont souvent délibérément brutales et sans préavis. De telles interventions massives génèrent en revanche des signaux que l'on peut s'efforcer de détecter, d'analyser et d'expliquer.

Une première lecture des cycles boursiers

Les différents acteurs du marché disposant *a priori* tous des mêmes données sur cette situation,¹¹ même si leurs temps de réaction et leurs moyens peuvent être très différents, et étant assez nombreux pour qu'il s'en trouve toujours suffisamment pour se saisir d'une opportunité de plus-value lorsqu'elle se présente, la loi de l'offre et de la demande impose structurellement une évolution cyclique des cours, qui passent successivement par plusieurs phases distinctes.

Soulignons toutefois que, si l'ordre de succession de ces phases apparaît immuable, la durée et l'amplitude de chacune de leurs phases est variable. La durée totale d'un cycle boursier complet, pour une action donnée, est typiquement de l'ordre de 7 mois à un an.

*Première phase : le rallye*¹² **baissier**

Lorsque le cours d'une action approche de son plus haut, ses acheteurs potentiels sont de plus en plus nombreux à comprendre qu'ils n'ont plus beaucoup de plus-values à espérer : ils désertent donc ce marché.

-
11. L'utilisation par un investisseur d'informations sensibles et confidentielles dont ne disposent pas les autres investisseurs est constitutive d'un « délit d'initié ». Ainsi, les dirigeants et les administrateurs d'une entreprise n'ont pas le droit de spéculer en Bourse sur ses actions. L'usage d'informations résultant d'une analyse technique des cours publiés ne constitue évidemment pas un délit d'initié, même si l'analyse elle-même et les décisions d'investissement qui en dérivent restent secrètes.
 12. On parle de « rallye boursier » lorsqu'une action suit une même tendance soutenue, à la hausse ou à la baisse, pendant un temps significatif, de quelques jours à quelques mois.

Dans le même temps, ses vendeurs sont de plus en plus nombreux, entraînant les cours à la baisse. Le phénomène est cumulatif, et les cours finissent par s'effondrer.

Deuxième phase : le retournement

Inversement, en baissant, le cours de l'action se rapproche progressivement de ses plus bas historiques. Une « Grosse main » finit alors par anticiper son prochain retournement à la hausse : elle ramasse à bon prix les invendus du « Carnet de commandes ». ¹³ Dans les jours qui suivent, le marché prend conscience de la situation, il y a de moins en moins d'ordres de vente, et de plus en plus de demandes d'achat : le titre se retourne à la hausse.

Troisième phase : le rallye haussier

C'est à ce niveau que l'action a son plus fort potentiel de hausse. Ce rallye haussier sera généralement deux à trois fois perturbé par les « Prises de bénéfices » des premiers acheteurs ; mais son cours va continuer à monter jusqu'à ce qu'il atteigne un nouveau « Plus haut ».

En s'approchant de ce nouveau plus haut, elle s'essouffle progressivement : l'offre et la demande s'équilibrent, et les cours plafonnent : *les arbres ne montent jamais jusqu'au ciel.*

Un retournement à la baisse se prépare et il est temps de vendre.

Lorsque le titre se retourne de nouveau, un nouveau cycle commence.

4. Des indicateurs d'opportunité

Un indicateur est un modèle mathématique de l'évolution des cours. Appliqué à une valeur particulière, il permet d'en visualiser l'évolution sous forme de courbes, d'en rendre les tendances évidentes et, dans une certaine mesure, d'en faciliter l'anticipation.

S'efforçant d'être complets, les principaux logiciels boursiers intègrent plus de cent indicateurs distincts, déclinant les différentes méthodes d'analyse développées par les « gourous » de l'analyse technique. Pour autant, construits à partir des mêmes données de base – les cours – la plupart de ces indicateurs ont un air de famille : toutes les méthodes d'analyses techniques reposant sur la projection du passé

13. Il se peut aussi qu'elle régularise des « ventes à découvert » massives en prenant ses profits, nous n'avons pas les moyens de le vérifier.

dans le futur, les indicateurs analysent l'historique et en tirent une tendance qui est matérialisées par une projection de la courbe.

Par ailleurs, l'analyse traditionnelle évalue l'approche d'un retournement par le croisement de moyennes mobiles. Les MACD (*Moving Average Convergence Divergence*) qui en dérivent mettent bien en évidence le phénomène d'érosion des cours, mais introduisent des retards qui ne leur permettent pas de bien anticiper le moment où interviennent les retournements.

Quoi qu'il en soit, il est important de comprendre que de telles projections ne sont en aucun cas certaines, surtout à court terme : au mieux, elles intègrent les évolutions probables des cours mais, leurs algorithmes reposant tous, à des degrés divers, sur des moyennes mobiles, les tendances qu'elles affichent sont toujours, structurellement, en retard de plusieurs jours sur les faits.

Il revient donc à chaque utilisateur non seulement de choisir la méthode et la version de ces indicateurs qu'il préfère pour l'aider à anticiper l'évolution des cours et à se positionner sur le marché, mais aussi d'extrapoler le futur immédiat sur lequel il va se positionner : différents acteurs réagiront différemment aux mêmes données de base et aux mêmes indicateurs.

Des événements-clefs

Les cycles boursiers apparaissent en effet ponctués, sinon conditionnés, par des événements-clefs potentiellement identifiables dans l'évolution des cours, et la vocation d'un indicateur est de se « déclencher » lorsque survient un tel événement.

La question est alors de savoir si ceux-ci sont détectables en temps utile. L'existence même et la prospérité des *traders* montre assez que c'est le cas lorsqu'on dispose de bons indicateurs en temps réel et que l'on peut réagir immédiatement.

Mais certains de ces événements-clefs – pas nécessairement tous, ni les mêmes que ceux qu'exploitent les professionnels les mieux connectés – correspondent à des évolutions relativement lentes du marché, avec des temps caractéristiques de l'ordre de deux ou trois jours, compatibles avec un traitement simplement quotidien du déclenchement de leurs indicateurs – typiquement le soir même, après la clôture du marché, à la réception des cours « *end of day* ».

Quelques indicateurs originaux

Aux indicateurs classiques, d'inspiration mathématique, on peut en ajouter quelques autres, plus orientés vers la psychologie des acteurs, et qui ne figurent dans aucun manuel d'analyse technique :

- Indicateur de « Ramassage des titres »

Vers la fin d'un rallye baissier les acheteurs sont rares et les volumes très faibles. C'est donc l'occasion pour un « investisseur avisé » (et doté de moyens suffisants...) de ramasser tous les titres offerts à la vente ; mais sans faire de surenchère.

On pourra alors observer ponctuellement un très fort volume d'échanges (souvent plus de 4 fois le volume moyen), mais sans augmentation des prix.

On peut alors s'attendre à un retournement du cours à la hausse dans les jours qui suivent.

- Indicateur de « Réaction haussière »

Si suffisamment d'opérateurs se persuadent qu'un rallye baissier déjà bien engagé arrive à son terme, une réaction haussière peut se former en deux ou trois jours.

Elle est susceptible de se déclencher lorsqu'une pression baissière – là particulièrement forte – apparaît simultanément sur les plus-hauts et des plus-bas, avec des volumes d'échange exceptionnellement élevés.

L'indicateur de réaction haussière est **un signal avancé et fiable**.

Ainsi, sur une période de 18 mois, il ne s'est déclenché que 8 fois sur le marché du CAC 40, annonçant chaque fois, sans aucun faux signal, le début d'un rallye haussier après une correction baissière.

Titre	Déclenchement	Observation
LEGRAND	18 déc. 2014	Reprise du rallye haussier
VINCI	17 déc. 2014	Début de rallye haussier
AIRBUS	30 juil. 2014	Fin du rallye baissier ; prémices du rallye haussier
GDF	17 août 2014	Fin du rallye baissier ; début correction haussière
ST GOBAIN	17 oct. 2014	Début de rallye haussier
SCHNEIDER	17 oct. 2014	Début de rallye haussier
AXA	18 déc. 2014	Reprise du rallye haussier après correction baissière
L'ORÉAL	18 déc. 2014	Reprise du rallye haussier

Une réaction inverse, parfois encore plus forte que la poussée baissière à laquelle elle répond, est alors enregistrée le lendemain ou le surlendemain : on observe de nouveau une forte pression sur la cote, avec des volumes d'échange encore exceptionnellement forts, les plus-hauts et les plus-bas tirant tous deux simultanément mais cette fois à la hausse.

- Indicateur de « Réaction baissière »

Pendant du précédent en fin de rallye haussier ; lorsque le titre approche de son plus-haut.

Cette situation est toutefois nettement moins fréquente que les réactions haussières (4 occurrences en un an sur les valeurs du CAC 40).

L'indicateur alerte sur la fin prochaine du rallye haussier. Il est toutefois peu fiable, car le retournement n'est pas immédiat, et le risque de rester piégé assez grand.

À l'approche du plus haut, on assiste à une érosion progressive des plus-values potentielles : les acheteurs se raréfient, les vendeurs se multiplient et les volumes diminuent progressivement. Par ailleurs, le cycle haussier est pratiquement toujours perturbé, à deux ou trois reprises, par des prises de positions de Grosses Mains qui prennent leurs profits sans attendre le plus haut.

- Indicateur de « Forte pression haussière ou baissière »

Une forte variation (*largement supérieure à la moyenne*), simultanée et de même sens, sur les plus-hauts et les plus-bas d'un cours indique une forte pression sur le titre.

Cet indicateur permet de confirmer une tendance.

Un signal prédictif isolé a toujours besoin d'être confirmé. La valeur prédictive de ces indicateurs devient en revanche particulièrement forte lorsque leur déclenchement s'inscrit dans une *séquence d'événements-clefs attendus*, qui viennent chacun confirmer le diagnostic inféré du précédent. En particulier, la probabilité d'un retournement des cours est très forte lorsque ces événements se produisent dans l'ordre et dans les délais attendus, les prémices du retournement à la hausse sont engagés. On peut alors s'engager pratiquement sans risque, dès le début du rallye, et profiter de la totalité de son potentiel de hausse.

5. Des stratégies boursières pour les particuliers ?

Si l'on choisit de jouer soi-même sur le marché des actions, plutôt que de s'en remettre à un professionnel pour la gestion tranquille d'un portefeuille d'investissements, il convient de se doter d'une part d'un logiciel boursier assez sophistiqué – on en trouve aujourd'hui d'excellents, fiables et sélectifs – et d'autre part d'un abonnement (le plus souvent chez l'éditeur même du logiciel) permettant de l'alimenter quotidiennement avec les cours du jour des différentes places sur lesquelles on souhaite jouer, qui permettra de recevoir ces cours le soir même, après la clôture, par internet sous une forme directement exploitable par le logiciel.

Mémoriser ces informations permet de se constituer un historique des cours. Un ordinateur personnel standard permet aujourd'hui sans difficulté de disposer en permanence de 10 ans d'historique sur un millier de titres.

On peut s'accorder sans risque quelques mois d'accoutumance à des outils et à des types de raisonnement un peu inhabituels.

Un prérequis minimal

Pour intervenir en Bourse en tant que particulier, il faut disposer au minimum :

- d'un ordinateur connecté à internet.

Les machines actuelles peuvent sans difficulté stocker des masses considérables de données boursières, assez peu exigeantes en termes de mémoire, et effectuer en quelques minutes le traitement quotidien de milliers de titres.

- d'un logiciel de bourse.

Il en existe plusieurs sur le marché. Jean Picholle utilisait *Waldata*, qui propose un langage de programmation adapté à la Bourse et accessible aux particuliers (waldata.fr/ – autour de 1 000€ à l'achat).

- d'un abonnement à un serveur de données boursières.

Un téléchargement quotidien («*end of day*») est *a priori* suffisant. Pour environ 30€ par mois, il donne par exemple accès au règlement mensuel (RM), au comptant, au second marché et aux indices de la Bourse de Paris, d'Euronext, de Wall-Street et de Londres, soit un bon millier de valeurs. On peut aussi opter pour un accès « temps réel ».

- d'un compte chez un courtier, qui transmettra les ordres aux salles de marché.

Une fois choisis (et maîtrisés) les indicateurs, standard ou personnels, avec lesquels on souhaite travailler, complétés par les outils fiables et sélectifs intégrés aux logiciels commerciaux qui se chargent automatiquement de sélectionner les valeurs se trouvant actuellement dans les conditions intéressantes. Ces logiciels sont devenus pratiquement indispensables pour gérer convenablement un portefeuille d'action.

Une approche personnelle opportuniste

À titre d'exemple, nous présentons ici notre approche, qui vise à minimiser les risques économiques liés à la méconnaissance des valeurs ou de secteurs particuliers en s'intéressant prioritairement aux variations cycliques des cours. Leur influence supplante en effet, du point de vue financier, toutes les autres considérations, que l'on peut alors, ponctuellement, considérer comme secondaires.

Nous nous sommes donc intéressés en priorité aux titres volatils, susceptibles de varier de 20 à 30 % au cours d'un rallye haussier, soit typiquement sur une période de un à trois mois. Pour profiter au mieux de ces opportunités, il convient d'une part d'identifier les points bas, pour s'y placer à court ou moyen terme lorsque le potentiel de hausse du titre est maximum ; et d'autre part de ressortir bien avant le plus haut.

Pour cela, nous avons entrepris de développer des indicateurs personnels fiables de fin d'un rallye baissier et de retournement à la hausse. Les uns confirmant les autres, ils constituent autant de signaux d'achat. Relativement rares, ces signaux ne sont pas systématiques. De nombreuses opportunités de bonnes affaires leur échappent. Cette limitation n'est *a priori* pas un problème : on ne peut investir partout et, surtout, *on ne perd rien à ne pas être engagé*.

Pour limiter les risques, nous ne cherchons pas à nous approcher du maximum,¹⁴ mais à vendre dès que le titre s'essouffle, alors qu'il y a encore des acheteurs. Le retournement à la baisse est en effet difficile

14. Lorsqu'un titre approche de son sommet, ses volumes et son cours s'érodent progressivement, souvent sans émettre de signaux clairs et ponctuels ; dans le même temps les acheteurs se raréfient et il devient vite tard pour sortir : on a des risques d'être piégé par manque d'acheteurs.

Par ailleurs, même s'il est possible de développer des signaux de vente fiables lorsqu'ils se déclenchent, ils ne sont pas plus systématiques que les signaux d'achat. Or si l'on ne perd rien à ne pas être engagé, on peut perdre beaucoup à le rester trop longtemps.

à anticiper précisément, et il est important de ne pas se laisser piéger : faute d'acheteurs, et il peut devenir impossible de sortir quel que soit le prix demandé.

Une règle impérative de ce jeu est donc de suivre son portefeuille tous les jours et avec beaucoup d'attention.

C'est un jeu dynamique à relativement court terme : quelques semaines. En restant investi au-delà sur les mêmes valeurs, on entre dans le domaine très différent de la Bourse à long terme, qui ne repose plus sur les seules lois de l'offre et de la demande, mais sur la valeur intrinsèque des entreprises, avec des aléas et des indicateurs entièrement différents.

Comment rédiger un ordre ?

En plus de la référence du titre (qui donne aussi le marché), il convient de préciser le cours d'achat ou de vente proposé, et la durée de validité de l'ordre.

On distingue ainsi des ordres :

- **À la meilleure limite** (aussi dit « *ordre au prix du marché* ») : il est exécuté au mieux de l'offre et de la demande, et ce quel que soit le cours.

Son exécution est prioritaire, mais il est peu sécurisant. Par ailleurs, il ne peut être fragmenté (et doit donc pouvoir être exécuté en totalité).

- **À cours limité** : il fixe le prix maximal auquel on souhaite acheter un nombre donné d'actions, ou inversement le prix minimal auquel on souhaite vendre celles qu'on possède déjà.

C'est le type d'ordre qui présente la plus grande sécurité, mais son exécution n'est pas prioritaire.

- **À seuil, ou à plage de déclenchement** (aussi dit « *ordre stop* ») : il n'est exécuté que si le cours franchit un niveau spécifié (seuil franchi à la hausse pour un achat, ou à la baisse pour une vente.)

Le fonctionnement des ordres à seuil est donc l'inverse de celui des ordres à cours limité. Ils protègent contre les renversements de tendance, mais avec un fort risque de non-exécution.

Par défaut, un ordre tombe à la clôture du jour. Mais on peut également passer un ordre valable jusqu'à une date déterminée (jusqu'à un an pour le comptant), ou encore jusqu'à sa révocation.

Un « Carnet d'ordres » récapitule en permanence les 5 meilleures offres d'achat et les 5 meilleures demandes de vente.

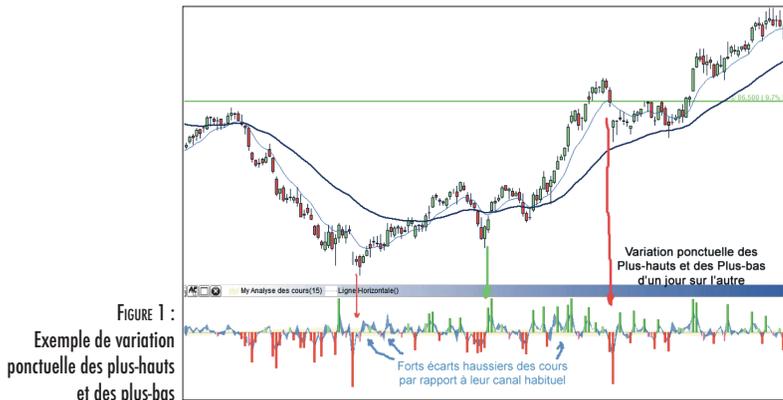
Greffer ses propres indicateurs...

Travaillant avec les cours du jour d'un millier de titres – sans compter plus de dix ans d'historique pour chacun – la masse des données exclut évidemment d'analyser chaque titre individuellement.

Il serait également peu productif de devoir se familiariser avec chaque valeur déclenchant un indicateur. Pour interpréter plus aisément les conditions et les performances de titres très divers, nous avons donc choisi d'en « normaliser » les historiques des cours en les exprimant en pourcentages (la conversion ne prend que quelques secondes sur un ordinateur personnel courant).

- Les volumes échangés sont exprimés en pourcentage du volume journalier moyen habituel, lui-même calculé sur une période au moins égale à la durée d'un cycle (typiquement 10 mois à un an) ; (*« 450 % du volume habituel » étant a priori beaucoup plus parlant que « 7800 titres échangés »*).
- Le cours d'ouverture est remplacé par sa variation, en %, par rapport au cours de clôture de la veille.
- De même, le cours de clôture est exprimé par sa variation en %, par rapport au cours d'ouverture, que l'on peut aussi interpréter comme « le gain (ou la perte) du jour ».
- De même encore, les plus-hauts et les plus-bas sont exprimés par leurs variations d'un jour sur l'autre (FIG. 1).

Cette normalisation permet de comparer aisément l'évolution relative de tous les titres, quelles que soient leurs cotations, mais aussi de s'affranchir des retards induits par les moyennes mobiles.



Une seconde étape consiste à calculer pour chaque titre son « Canal des transactions habituelles » dans lequel se sont réalisées la quasi-totalité des transactions, là encore sur une période au moins égale à la durée d'un cycle (FIG. 2).

L'occultation des transactions réalisées dans ce canal met alors en évidence les situations exceptionnelles, qui méritent une analyse approfondie.



FIGURE 2 :
Exemple de canal des
transactions habituelles

Il reste alors à automatiser la détection des opportunités associée à des événements, ou à des séquences d'événements intéressants sur des titres particuliers, en développant des indicateurs, c'est-à-dire concrètement les algorithmes de « fonctions » spécifiques dans le logiciel boursier, suffisamment sélectives pour qu'il ne s'en déclenche chaque jour que quelques-uns, qu'on aura donc le temps d'étudier en détail. Puis, à passer ses ordres en conséquence... (FIG. 3)



FIGURE 3 :
Exemple de
prises de positions

6. ... et la Bourse est faite du même bois

Trouvant sans doute plus noble « [d']*acheter au son du canon et de vendre au son du clairon* », selon la maxime fameuse attribuée à Nathan Rotschild, les professionnels de la Bourse aiment à qualifier de « caméléons » les petits spéculateurs individuels qui se contentent, comme on l'a vu dans cet article, de s'adapter au marché, saisissant l'opportunité de jouer à la hausse lorsqu'ils identifient le départ d'un rallye haussier.

De fait, il s'agissait moins ici de modéliser le fonctionnement de la Bourse dans toute sa complexité, et *a fortiori* du système politico-économique complet qui la sous-tend, que de se donner les moyens d'une multitude de petites décisions à court terme permettant d'y naviguer de façon à la fois sûre et profitable, à la manière d'un pilote automatique.¹⁵

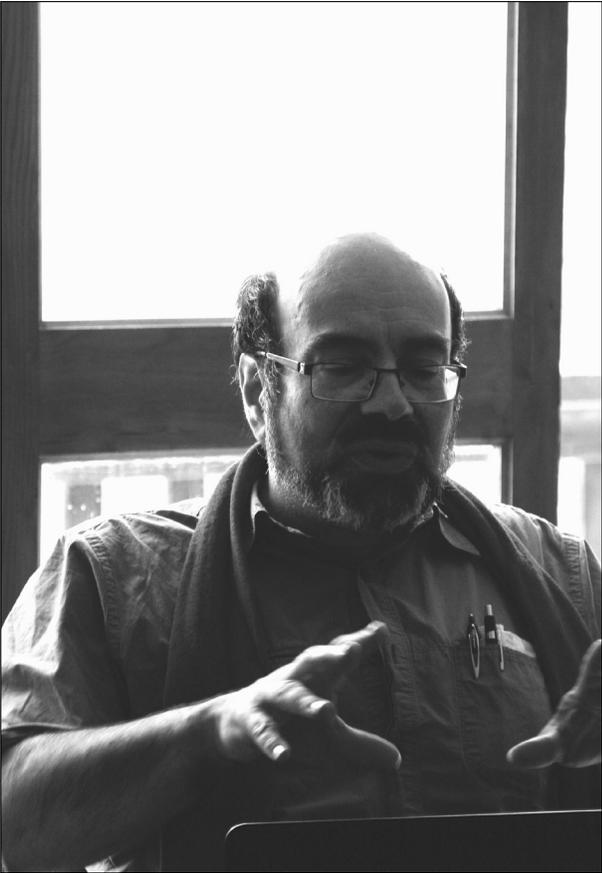
Pour autant, si cette vision réductrice de l'analyse technique peut s'appliquer à certains de ses indicateurs purement mathématiques, les indicateurs d'essence plus psychologique envisagés ici sont plutôt une tentative de traduire en termes de comportements collectifs prévisibles l'interaction et la compensation mutuelle d'une multitude de comportements individuels, chaque intervenant ayant ses propres motivations et ses propres objectifs qu'il adapte aux différentes phases de la bourse, entre espoirs de gains et besoin de sécuriser ses positions.

Cette approche d'essence « thermodynamique » participe d'une modélisation bien plus vaste et générale de la loi de l'offre et de la demande, qui reste en grande partie à construire.

Un cas particulier de psychohistoire,¹⁶ en somme ?

15. Pour une discussion de la notion d'automate, voir par exemple, dans le présent ouvrage, l'article de Claude LOBRY, « Le Sphinx et l'automaticien » (pp. 245-260).

16. La « psychohistoire » est une science imaginaire introduite par Isaac ASIMOV dans son cycle de *Fondation* (*Foundation*, 1942-1993 ; Folio SF, 2015, 2t.) et qui permettrait de prédire le développement futur d'une société galactique suffisamment vaste pour moyenniser les contributions individuelles, en ne considérant, à l'image de la thermodynamique, que des variables collectives. Voir aussi : Éric PICHOLLE, « De Trantor à Trantor », in *Bifrost* n°66, avril 2012, pp. 146-151.



SESSION 7

Villes-modèles

lancement : Jean-Louis Trudel

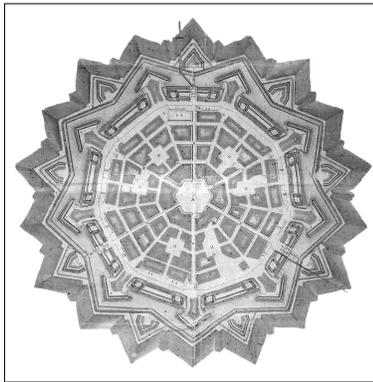
Villes idéales et villes-modèles sont souvent des villes imaginaires, des exercices artistiques et fantastiques. Pour devenir réalité, elles exigent l'aide du pouvoir, voire, dans les temps modernes, en deviennent un instrument, le plus souvent au nom de la rationalité et d'une bienveillance supérieure.

La première qu'a retenue l'histoire était déjà une conception artistique de la ville : une structure humanoïde, tenant une coupe dans laquelle se seraient rassemblés les fleuves, en laquelle Dinocrate voulait transformer le mont Athos. Cet architecte s'était présenté à Alexandre le Grand de façon assez bizarre, revêtu d'une peau de lion.¹ Par la suite, on pense qu'il a travaillé sur plusieurs des villes nommées Alexandrie créées par Alexandre et ses généraux pour quadriller le nouvel empire issu de ses conquêtes et étendre son pouvoir sur ce vaste territoire.

Ce sera également la motivation de la création des villes nouvelles romaines, sans doute dérivées de leurs camps militaires, avec plan en quadrillage, *cardo maximus* et *decumanus*² coupés à angles droits. Trêves, en Allemagne, en est un exemple. À l'époque médiévale, nombre de bastides et de villes neuves, parfois d'ailleurs appelées Villeneuve en France, sont également fondées en conservant le principe du quadrillage pour consolider le contrôle de territoires nouvellement acquis, voire pour le départ en croisade, comme Aigues-Mortes. Des artistes et

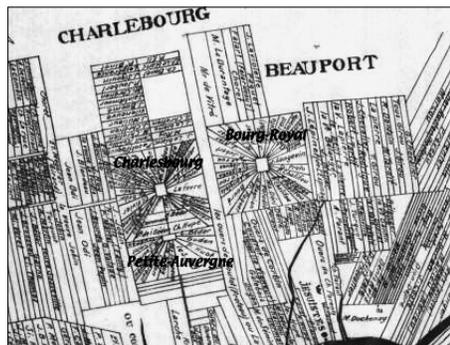
-
1. VITRUVÉ, *De Architectura*, II, 1-3. La citation complète est reproduite p. 301 de cet ouvrage, dans l'article de Jean-Louis Trudel, pp. 299-319.
 2. Axes principaux nord-sud et est-ouest, respectivement.

des architectes de la Renaissance commencent en revanche à proposer des plans différents, souvent inspirés par la géométrie. Celle-ci est par exemple radiale, avec des rues en étoile à partir d'une place centrale. La relation entre imaginaire et réalité reste forte, comme dans le cas de Palma Nova, ville vénitienne rayonnante inspirée par la Sforzinda,³ ou des plans de ville en forme d'oiseau.⁴ Au XVIII^e siècle, des architectes plus fantaisistes, comme Claude-Nicolas Ledoux, dont on connaît les salines royales d'Arc-et-Senans, proposent une adéquation de la forme et de la fonction des bâtiments dans une ville futuriste.



Plan de la forteresse
de Palmanova

On trouve de même en Amérique des plans de villes en rayons autour d'une place d'armes centrale, où les hommes valides pouvaient se regrouper en cas d'attaque pour pouvoir contre-attaquer dans n'importe quelle direction ; ainsi, le « Trait-Carré » de Charlebourg, au Québec, dessiné par des Jésuites à la fin du XVII^e siècle.

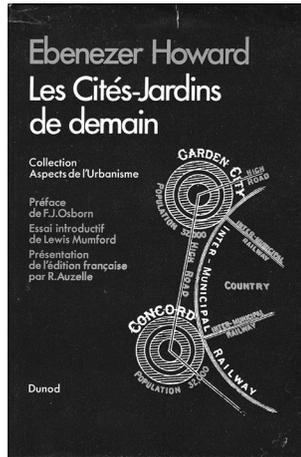


Carte parcellaire
de Charlebourg
(Gédéon de Catalogne,
1709)

3. Sforzinda est une ville imaginaire idéale imaginée au XV^e siècle par l'architecte Antonio di Pietro Averlino, en hommage au Duc de Milan, Francesco Sforza.
4. D'ailleurs pas entièrement démodés, si l'on pense par exemple au plan de Brasilia, conçu en forme d'avion dans les années 1960.

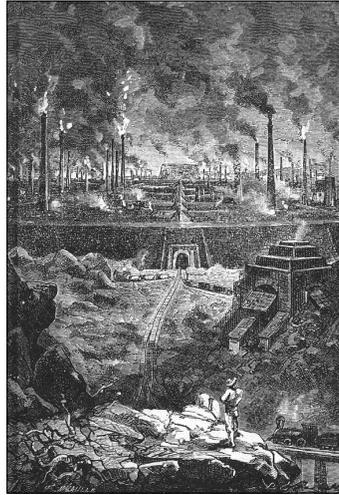
Au ^{xx}^e siècle, de nouvelles techniques – ascenseurs, béton armé, acier d'armature – permettent d'envisager de nouvelles formes urbanistiques. Pour autant, la généralisation des techniques sous-jacentes n'empêche pas une très grande diversité d'apparence des bâtiments, comme en témoignent deux gratte-ciels voisins de Winnipeg, le Sterling Building (ca. 1910) et le Kensington Building (1975). Différents architectes conçoivent des villages verticaux, comme le quartier des États-Unis de Tony Garnier à Lyon dans les années 1930, ou encore la Cité Radieuse de Le Corbusier à Marseille (1952).

Paradoxalement, c'est en Amérique que les cités-jardins connaissent une popularité précoce. Jean-Louis Trudel évoque les projets québécois de l'architecte français Jacques Greber, qui travaillera ensuite à la conception de la capitale canadienne, Ottawa. À l'époque du *New Deal*, la vogue y est aux banlieues vertes à la Ebenezer Howard,⁵ comme le *green belt* autour de Washington ; ces grandes banlieues résidentielles seront ensuite satirisées, par exemple, dans un film comme *The Truman Show*⁶.



Les enjeux de pouvoir ne sont pas absents pour autant. Jules Verne rêve dans *Les Cinq Cent Millions de la Begum*⁷ à des banlieues pavillonnaires aux maisons unifamiliales entourées de verdure. Inspirée par les préceptes britanniques, Franceville y apparaît comme une ville de

5. L'architecte anglais Ebenezer HOWARD (1850-1928) est l'auteur d'une utopie dans laquelle les hommes vivraient en harmonie avec la nature, *Les Cités-jardins de demain* (*Garden-cities of to-morrow*, 1898) ; Sens & Tonka éd., coll. Mémoire volontaire, 1999.
6. *The Truman Show*, 1998, réalisation : Peter WEIR, Paramount Pictures prod., U.S.A.
7. Jules VERNE, *Les Cinq cent millions de la Begum* (1879) ; Livre de Poche, 2002.



Illustrations
de Léon Benett
pour les *Cinq
cents millions*
de la Bégum
de Jules Verne

santé et de salubrité, par opposition à l'entassement et à la promiscuité des tissus urbains de l'époque. Dans le même roman, ce sont encore la science et la technique qui président à la conception de la ville allemande, *Stalstadt*, mais pour en faire cette fois une ville-modèle industrielle, où s'exprime le militarisme prussien. Dans la réalité de l'après-seconde guerre mondiale, au nom d'une bienveillance supérieure et peut-être d'une forme de récit sur leur propre devenir comme symboles d'un nouveau pays, même les exercices de refaçonnement et de reconception volontariste de villes comme Cambera, Brasilia ou même Ottawa incluent une dimension de contrôle de la population. John Brunner s'est fait l'écho dans *La Ville est un échiquier*⁸ d'une telle théorisation du zonage qui en exclut souvent les Noirs et les minorités raciales.

Les villes-modèles invoquent en effet souvent des principes supposément scientifiques qui en gouvernent la conception et veulent en justifier l'adoption. Elles peuvent également incarner un idéal esthétique, comme les nouvelles règles de pureté géométrique revendiquées par des architectes comme Antonio Sant'Elia et les Futuristes, qui semblent avoir inspiré le *Structura Maxima*⁹ d'Olivier Paquet. De même, on retrouve dans un jardin du Musée des Beaux-Arts de Québec les empilements apparemment aléatoires de cubes d'Habitat 67, exemple d'union

8. John BRUNNER, *La Ville est un échiquier* (*The Squares of the City*, 1965) ; Pocket SF / Fantasy, 1985.

9. Olivier PAQUET, *Structura Maxima* (2003) ; Nantes, L'Atalante éd., coll. La Dentelle du cygne, 2015.

entre expérience architecturale et artistique construit pour l'exposition universelle de Montréal de 1967.

Une ville-modèle, voire idéale, n'a pas *a priori* vocation à servir la connaissance. Pour autant elle pourrait bien être plus proche du versant prescriptif de la science-fiction que les autres modélisations qui alimentent le genre.

Une métaphore de l'évolution

La construction des villes est souvent proposée comme métaphore de l'évolution. Les biologistes en distinguent volontiers deux types, explique Franck Grammont : les villes de «l'ancien monde», pleines de charme mais peu efficaces, construites sans logique particulière, un premier foyer ici, un faubourg là, avec des redondances, de nouveaux éléments venant s'y ajouter là où ils le peuvent en fonction des besoins ; et celles du «nouveau monde», conçues d'entrée selon un modèle explicite, avec de grandes artères perpendiculaires, etc. Lorsque les étudiants s'étonnent de la faible efficacité de certaines solutions contre-intuitives sélectionnées par l'évolution, on peut ainsi leur expliquer que la biologie fonctionne comme ces villes européennes : l'histoire de l'évolution est celle d'une chaîne de solutions, chacune optimale à un moment donné, étant donné le passé, mais dont la somme ne l'est pas forcément *a posteriori*.

On peut toutefois considérer que, au-delà des contraintes matérielles, «l'ancien monde» implémentait lui aussi un modèle assez rigoureux, ne serait-ce qu'idéologique, avec une ségrégation, une répartition et un zonage social, une organisation avec l'église au cœur, etc., objecte Irène Langlet. Par ailleurs, remarque Jean-Louis Trudel, l'histoire suggère plutôt qu'une part de l'apparence de chaos d'un certain nombre de villes européennes, voire de colonies arrivées tôt dans l'histoire de l'Amérique du nord, comme Québec, au développement assez organique, viendrait plutôt de la décroissance, de la déconstruction d'une ville romaine initialement rigoureusement planifiée. Si l'on observe une ville comme Paris sur une période assez longue, de l'ordre de deux mille ans, on voit en fait des alternances de phases de construction/déconstruction/planification – et peut-être à terme de dégénérescence. Des phases de planification et de reconception concertée sont donc séparées par des phases beaucoup moins contrôlées, de croissance en un sens plus organique.

Pour Claude Ecken, la superposition s'ajoute à la déconstruction, de nouvelles architectures venant se greffer sur les villes anciennes. Ainsi, au XIX^e siècle, Vienne essaye d'étaler sa puissance avec de fausses façades de stuc et de plâtre ; elle se structure d'abord par cercles concentriques, avec le centre du pouvoir dans la vieille ville, puis l'activité bourgeoise, et enfin le monde ouvrier. Dans un second temps, des architectes comme Adolf Loos la repensent, avant les villes américaines, en termes de simplicité de forme et d'efficacité, l'architecture de chaque bâtiment participant à l'apparence générale de la ville. Il ôte ainsi les ornements des fenêtres des étages supérieurs de sa « maison sans sourcils » pour concentrer la décoration sur le rez-de-chaussée, où les commerces ont besoin d'exhiber un peu d'opulence.

Après l'étape de construction physique apparaît en effet une construction sociale. On arrive même aujourd'hui à la possibilité de villes en partie dématérialisées, *via* le numérique. Certains modèles actuels envisagent même des mélanges intéressants d'avatars virtuels dans les villes réelles, soit à des fins expérimentales, soit tout simplement pour enrichir la vie de tous. Jean-Louis Trudel jouait ainsi dans sa nouvelle « Les Derniers lecteurs »¹⁰ avec la vie entre un Paris encore matériel et son double numérique.

De telles représentations de l'occupation en quelque sorte non locale de l'espace apparaissent à Simon Bréan comme un avatar contemporain d'une logique très ancienne. L'interrogation sur la façon dont on peut faire coïncider l'espace et son occupation par l'humain trouve ses racines dans les logiques utopiques les plus anciennes. L'idée de quartiers différenciés pour les différentes catégories sociales, déjà présente dans *La République* de Platon, se manifeste encore en effet, quoique souvent avec une connotation dystopique de contrôle et de suspicion, dans la SF moderne. Ainsi, on rencontre dans *Structura maxima* des castes organisées à des endroits différents de la ville ; Ballard sépare clairement les classes sociales en fonction de leur localisation à différents étages des immeubles de grande hauteur d'I.G.H.¹¹ ; *Le Monde inversé*¹² de Priest propose encore une structuration différente... La question de

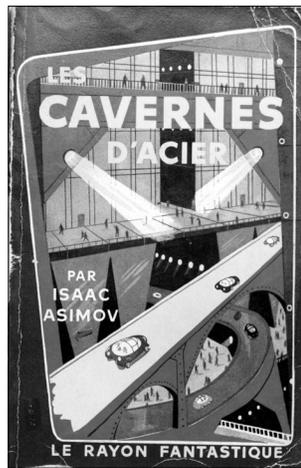
10. Jean-Louis TRUDEL, « Les Derniers lecteurs », in *Les Marées à venir*, Canada, Vermillon éd., coll. Parole vivante, 2009, pp. 157-205.

11. James J. BALLARD, *I.G.H. (High-Rise, 1975)* ; in *Crash/L'Île de béton/I.G.H.*, Denoël, coll. Des heures durant, 2006, pp. 357-558.

12. Christopher PRIEST, *Le Monde inversé (Inverted World, 1974)* ; Folio SF, 2004.

l'intersection entre le récit et le cadre de la ville se retrouve donc dans celle des usages, constate Simon, pour qui la ville peut difficilement être conçue comme un élément moteur ou de résolution du récit sans qu'on interroge la place qu'y trouve l'humain.

Inversement, Pascal Thomas envisage plutôt la ville comme une impression de l'humain sur le territoire et la nature, à laquelle il s'impose et à laquelle il impose quelque chose d'autre, volontairement ou non – y compris, le cas échéant, du point de vue biologique : historiquement, les maladies infectieuses naissent avec les villes...



La Ville, sujet ou enjeu du récit ?

Si certaines représentations de la ville se confondent pratiquement avec le récit qui s'y déroule, comme le *Metropolis*¹³ de Fritz Lang, sa structure constitue bien plus souvent un enjeu majeur d'une œuvre plutôt que son sujet proprement dit. Simon Bréan évoque ainsi *Les Cavernes d'acier*.¹⁴ Le modèle particulier de ville enfouie, totalement automatisée et maîtrisée, que présente Isaac Asimov y constitue un paramètre important des différentes étapes du récit ; mais son enjeu sous-jacent est de décider, au-delà de l'enquête policière ostensible, si les humains sont vraiment faits pour rester enfermés dans des cavernes et ne devraient pas plutôt partir à la conquête de l'espace. Ce New York du futur comporte en effet à la fois des éléments de ville-modèle, avec

13. *Metropolis*, 1927, réalisation : Fritz LANG, Universum Film prod., Allemagne.

14. Isaac ASIMOV, *Les Cavernes d'acier* (*The Caves of Steel*, 1953) ; J'ai Lu SF, 2002.

par exemple les trottoirs roulant que l'on voyait aux expositions universelles depuis 1900, et d'anti-modèle, puisqu'on envisage de quitter cet environnement contrôlé, analyse Jean-Louis Trudel. Dans son cycle de *Fondation*, Isaac Asimov proposera d'ailleurs avec la ville-planète de Trantor un autre exemple de ville souterraine qui n'est pas nécessairement présentée comme un idéal ou une ville-modèle.

Paradoxalement, remarque Simon Bréan, Asimov en fera tardivement,¹⁵ sinon un modèle réduit de l'univers, du moins l'échantillon représentatif sur lequel son personnage,¹⁶ Hari Seldon, fonde et éprouve sa théorie de la psychohistoire, et donc son modèle de la société galactique. Envisageant la ville dans son chaos, Asimov combine ainsi l'idée de croissance organique avec celle de modélisation. Elle évoque à Jean-Louis un dialogue imaginé par Italo Calvino¹⁷ dans lequel Marco Polo soutient à Kubilai Khan qu'un modèle de ville aberrant est préférable à une représentation trop simplifiée, dans la mesure où la suppression de quelques-unes de ses particularités et bizarreries permet de se rapprocher d'une ville réelle.

Jean-Luc Gautero propose pour sa part l'exemple de *The City & the City*,^{18,19} de China Miéville. Ce roman policier se déroule dans deux villes qui se partagent le même territoire, les habitants de l'une étant formés dès leur enfance à ne pas voir ceux qui sont dans l'autre. Lorsqu'on passe de l'une à l'autre, par un poste-frontière, on cesse brusquement de voir ce que l'on voyait précédemment, et l'on voit ce qu'on ne voyait pas. Au-delà de l'intérêt épistémologique d'un tel dispositif, il pourrait offrir un modèle de résolution du conflit israélo-palestinien, avec la coexistence quasi-parfaite de deux villes et deux États en même temps, suggère Jean-Luc. L'auteur s'est toutefois défendu d'avoir voulu présenter une métaphore politique de Jérusalem, remarque Irène Langlet. Pour Claude Ecken, il s'agit même plutôt d'un modèle d'exclusion. S'arrêter au mauvais étage d'un immeuble, regarder le trottoir d'en face, c'est risquer tous les ennuis liés à une incursion en territoire

15. Dans la préquelle *Prélude à Fondation* (*Prelude to Foundation*, 1989) ; Presses Pocket, coll. SF/Fantasy, 2014.

16. On pourrait même y reconnaître un élément d'autofiction, suggère Jean-Louis : Asimov, new-yorkais lui-même et phobique de l'avion, avait probablement trouvé dans sa propre ville le microcosme qui lui permettait de penser la société...

17. Italo CALVINO, *Les Villes invisibles* (*Le Città invisibili*, 1972) ; Folio, 2013.

18. China MIÉVILLE, *The City and the City* (2009) ; Presses Pocket, coll. Thriller, 2013.

19. Le roman a d'ores et déjà été adapté en mini-série TV : *The City and the City*, 2018, réalisation : Tom SHANKLAND, Mammoth Screen prod., Royaume-Uni.

étranger. L'interpénétration est réduite au minimum : même lorsqu'on doit traverser un carrefour en voiture, il faut prendre en compte les véhicules qui viennent de l'autre côté, mais par une sorte de vision périphérique, sans les regarder directement.

Irène parlerait plus volontiers de ville ségrégationniste que de ville excluante. L'enjeu du roman est pour elle sociologique et anthropologique plutôt qu'architectural, le bâti y étant *a priori* tout à fait ordinaire : c'est l'usage de la ville qui fait pour elle l'intérêt du roman, et la réflexion sur notre façon de ne pas voir certains quartiers, de ne pas aller dans certains lieux, de choisir des itinéraires qui correspondent à nos usages, nos classes sociales, nos représentations...

China Miéville réussit dans *Lombres*²⁰ un jumelage similaire entre deux villes, l'une plutôt magique, l'autre ordinaire. Pour Jean-Louis Trudel, ce genre de clivage, de villes superposées, n'a rien de neuf ; c'est même la réalité de plusieurs villes canadiennes. On retrouve par exemple dès les premières pages de *La Détresse et l'enchantement*,²¹ où Gabrielle Roy décrit la traversée de Saint-Boniface à Winnipeg, au Manitoba, et le passage du monde francophone au monde anglophone, la question de devenir visible d'un côté de la rivière alors qu'elle était invisible de l'autre. Il reconnaît toutefois dans certains ouvrages de Miéville quelque chose d'informé à la fois par le colonialisme et peut-être même par le post-colonialisme britannique.

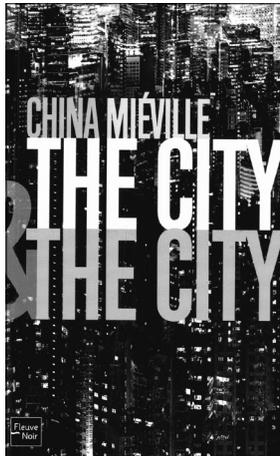


Illustration de
Marc BRUCKERT



Illustration de
China MIÉVILLE

20. China MIÉVILLE, *Lombres* (Un Lun Dun, 2007) ; Presses Pocket, coll. SF/Fantasy, 2012.

21. Gabrielle ROY, *La Détresse et l'enchantement* (1984) ; Canada, Boréal éd., coll. Compact, 2009.

Villes d'exposition

On retrouve dans les pays anciennement colonisés des exemples de telles dichotomies entre une ville ancienne et une ville moderne fabriquée *ex nihilo* par des architectes et des urbanistes. Jean-Jacques Régnier évoque Casablanca, dont une partie conserve une structure médiévale, aux rues très étroites rendant la circulation automobile quasiment impossible et, de l'autre côté de la rivière, une ville nouvelle pour les «européens», presque un conservatoire de l'architecture art déco. Daniel Tron pense pour sa part à Marrakech, avec également d'un côté la ville nouvelle de Guéliz, de l'autre la vieille ville... et au beau milieu de la médina, le Club Med, microcosme urbain entretenant des liens assez étranges de ségrégation et d'interpénétration avec les deux autres. Ce sont même les politiques de «préservation culturelle», sans véritable coexistence entre la ville-modèle et son contre-modèle qui mettent les médinas dans l'incapacité d'évoluer, voire en renforcent la stigmatisation, explique Ugo Bellagamba.²²

De fausses façades donnent à beaucoup de bâtiments californiens une apparence très différente de leur forme réelle, jusqu'à constituer des villes-décors, presque à la manière du *Truman Show*, constate Daniel Tron. On peut ainsi constater dès que l'on entre dans un magasin que l'architecture d'une fausse rue française est en fait à base d'armatures vides, de fermettes et de soutiens et qu'il s'agit d'une galerie marchande dans laquelle on n'a pas le droit de fumer ou de prendre des photos.

En France, on retrouve plutôt la démarche symétrique de transformation de centres-villes historiques en lieux essentiellement touristiques, habités principalement par des locataires de passage. Tours a ainsi entrepris la rénovation de tout son quartier médiéval, désormais appuyé sur un grand parvis, un centre d'art contemporain et deux grands hôtels 4 et 5 étoiles, regrette Daniel Tron. On reste toutefois encore loin de Dubaï, ville en construction permanente et pure caricature de ce processus, le rassure Daniel Hennequin. Ainsi, le premier tiers du plus haut building du monde, la tour Burj Khalifa, y est-il occupé par un hôtel de luxe, l'hôtel Armani. Le tiers intermédiaire est constitué de bureaux, et le tiers supérieur d'appartements privés.

22. Après un sous-préfet marocain : Laid MASMOUDI, *La réhabilitation du patrimoine architectural et urbain des médinas marocaines : cas des médinas de Fès et de Marrakech : pour une approche juridique et culturelle*, Thèse de l'Université d'Aix-Marseille, 30 avril 2018.

La ville elle-même peut ainsi se constituer en lieu d'exposition. Au cinéma, *Downsizing*²³ a récemment poussé cette logique à l'extrême, en faisant littéralement de la ville idéale, celle où il faut être, un parc d'attraction : pour régler le problème de l'épuisement des ressources naturelles, on a entrepris de réduire la taille des humains, ceux qui l'acceptent vivant dans une ville dotée de tous les services imaginables, où les habitations-type sont sur le modèle de maisons de poupées Barbie™... et que viennent observer de haut les humains de taille normale. À un niveau plus symbolique encore, Daniel Tron évoque le « fabuleux » *Synecdoche, New York*,²⁴ dont le héros veut recréer, au cœur de Manhattan, une maquette de Manhattan grandeur réelle, brouillant la frontière entre réalité et fiction.



Villes à contraintes

On constate en effet une forte interpénétration entre l'image que l'on souhaite donner de la ville, les démarches architecturales que l'on y promet, et les modèles s'imposant aux architectes qui suivront. Ainsi, de nombreux bâtiments conçus pour des expositions universelles sont devenus des parties iconiques des villes qui les abritaient, à commencer par notre Tour Eiffel. Dans *Pour des soleils froids*,²⁵ c'est toute une ville qui est une transposition d'une œuvre d'art que Jean-Louis Trudel avait vue dans une galerie de Toronto.

23. *Downsizing*, 2017, réalisation : Alexander PAYNE, Paramount Pictures, U.S.A.

24. *Synecdoche, New York*, 2008, réalisation : Charlie KAUFMAN, Sydney Kimmel Entertainment prod., U.S.A.

25. Jean-Louis TRUDEL, *Pour des soleils froids*, Fleuve Noir Anticipation, 1994.

Toutes les contraintes urbanistiques ne sont toutefois pas d'ordre artistique. Daniel Hennequin évoque ainsi les villages des îles grecques, comme Chora, dont le plan *a priori* désordonné et « *supercompliqué* », avec des rues étroites qui serpentent, aux antipodes des grandes villes-modèles très structurées, répondent en fait parfaitement à l'objectif bien précis de résister à l'envahisseur venu de la mer tout en s'ouvrant sur l'arrière-pays.

La science-fiction permet d'explorer toutes sortes de contraintes, suggère Estelle Blanquet. Celles-ci peuvent être d'ordre psychologique, comme dans *Les Cavernes d'acier*, ou d'ordre physique, comme l'absence d'air qui entraîne dans *Révolte sur la Lune*²⁶ la nécessité de compartiments potentiellement étanches, contraignant les déplacements. Luna City y est une ville hautement stratifiée, tridimensionnelle, et conçue pour pouvoir fonctionner en autarcie, sans oublier une « campagne » productrice aussi bien d'eau (minée dans des veines de glace) que de nourriture.

Là où une ville terrestre est conçue pour être aussi agréable que possible aux humains, sans sacrifier l'efficacité, une cité spatiale, voire un vaisseau-ville générationnel, seront conçus suivant un modèle d'ingénieur, accordant la priorité aux contraintes de l'espace et du voyage sur le confort de leurs habitants, remarque Claude Ecken. Simon Bréan souligne pour sa part l'importance des contraintes économiques. Il identifie deux familles de modèles : une organisation basée sur les besoins, voire la pénurie, avec par exemple le nomadisme stellaire de *Pour patrie l'espace*,²⁷ de Francis Carsac, ou *Les Villes nomades*²⁸ incarnant leur fonction marchande de James Blish ; ou au contraire une société d'abondance, l'espace devenant un gigantesque lieu de loisir dans lequel les individus circulent à leur gré, comme dans la *Culture*²⁹ de Iain Banks, avec une combinaison de logique anarchiste et individualiste et de logique technocratique centralisée.

26. Robert A. HEINLEIN, *Révolte sur la Lune* (*The Moon Is a Harsh Mistress*, 1966) ; Folio SF, 2008.

27. Francis CARSAC, *Pour patrie l'espace*, 1962 ; éd. Éons, 2006.

28. James BLISH, cycle des *Villes nomades* : (a) *Aux hommes les étoiles* (*They Shall Have Stars*, 1957) ; (b) *Villes Nomades* (*A Life for the Stars*, 1962) ; (c) *La Terre est une idée* (*Earthman, Come Home*, 1959) ; (d) *Un coup de cymbales* (*A Clash of Cymbals*, 1959) ; Denoël, coll. Présence du Futur, 1995, 1993, 1993 & 1993, resp.

29. Iain M. BANKS, cycle de la *Culture* (1987–2012). Par exemple, *Une forme de guerre* (*Consider Phlebas*, 1987) ; Livre de Poche SF, 2003.

Paradoxalement, une telle absence de contraintes externes pourrait bien s'interpréter en termes de contraintes statistiques internes, suggère Jean-Louis Trudel. Il reconnaît en effet dans les modélisations actuelles de croissance urbaine organique par des automates cellulaires des descriptions très familières au physicien, proches du modèle d'Ising ; ou encore, propose Pascal Thomas, à un Jeu de la vie appliqué aux villes pour modéliser la croissance d'un quartier, mais aussi sa dégénérescence.³⁰

La notion de « géosystème » a par ailleurs donné lieu, notamment en Russie, à une discipline spécifique, entre écologie et urbanisme, qui modélise la ville comme un super-organisme en jouant sur les intrants, les extrants,³¹ etc., remarque Anouk Arnal. D'un point de vue SF, on pourrait alors proposer une classification des villes alien, *a priori* adaptées à une culture et à des organismes non humains, en fonction de la façon dont elles répondent à la présence de l'homme : certaines lui resteront mortelles, comme dans les *Chroniques martiennes*³² ; d'autres s'adapteront à ses besoins, comme dans « Dans le palais des rois martiens »³³ de John Varley ; d'autres enfin, de manière plus drastique, pourront adapter l'humain pour pouvoir le servir comme l'imagine Van Vogt dans « Le Village enchanté »³⁴...

Villes-mondes et dystopies urbaines

Dans les années 1970 et 1980, à une époque où l'on se préoccupait beaucoup de la surpopulation de la Terre, la SF s'est également beaucoup inspirée de la notion d'arcologie, selon le terme de Paolo Soleri,

30. Modèle d'Ising : voir session 1, note 3, p.39. Le « jeu de la vie » est un automate cellulaire classique : on répartit sur une grille à deux dimensions des cellules « vivantes » et « mortes ». Au coup suivant, une cellule morte « renaît » si elle a exactement trois voisines ; une cellule vivante le reste si elle a deux ou trois voisines vivantes ; si elle en a plus ou moins, elle meurt. En dépit de la simplicité de ces règles, le jeu peut produire un grand nombre de configurations surprenantes, et constitue un exercice de programmation classique.

31. En agronomie, les intrants sont les différents produits (fertilisants, pesticides, etc.) apportés aux terres et aux cultures, et qui ne proviennent pas de l'exploitation agricole ou de son environnement immédiat ; inversement, les extrants sont les produits qui sortent de l'exploitation.

32. Ray BRADBURY, *Chroniques martiennes (The Martian Chronicles)*, 1950 ; Folio SF, 2008.

33. John VARLEY, « Dans le palais des rois martiens » (« In The Hall of the Martian Kings », 1977) ; in *Persistance de la Vision*, Folio SF, 2000, pp. 179-251.

34. Alfred E. VAN VOGT, « Le Village enchanté » (« The Enchanted Village », 1950) ; in *Les Archives du futur*, Livre de Poche Jeunesse, coll. Science-Fiction, 2007.

c'est-à-dire de ville où se rencontrent l'architecture et l'écologie, avec un souci d'efficacité maximale. Le plus souvent, il s'agissait de villes autarciques et autosuffisantes, voire isolées du monde ; on retrouve une idée de cet ordre dans le *Globalia*³⁵ de Jean-Christophe Ruffin, mais elle reste curieusement associée à une SF un peu vieillotte, voire facile. Elle inspire plutôt aujourd'hui des univers de fantasy, comme la Nouvelle-Corbuzon de China Miéville³⁶.

Le fantasme de la ville dont on ne sort jamais apparaît pourtant très naturel à Pascal Thomas. Certaines personnes ont en effet la campagne en horreur. Son expression SF ultime pourrait être « Millenium »³⁷. Ballard imagine une immense ville complètement souterraine qui est un piège topologique : essayant d'en sortir en voyageant le plus loin possible, le personnage revient à son point de départ. On peut également penser aux *Monades urbaines*³⁸ de Robert Silverberg et, plus généralement, aux nombreux récits dystopiques dans lesquels à la logique dystopique se superpose celle à l'espace urbain, qui l'empire encore. On retrouve souvent ce procédé chez Pierre Pelot dans les années 1970. Dans *Délirium circus*³⁹ par exemple, le monde de référence est organisé de façon circulaire, sans qu'il y ait vraiment de dernier cercle, et se confond avec ce qui est accessible. Faute d'extérieur, ce n'est donc pas vraiment une prison ...

Le travail sur la géographie urbaine se mêle à celui sur la langue dans *Épépé*,⁴⁰ de Ferenc Karinthy, qu'évoque Anouk Arnal : un linguiste n'arrive plus à trouver la sortie d'une ville faute d'en comprendre la langue, et jusqu'aux indications des plans.

Plus classiquement, de nombreux romans se déroulent entièrement au sein d'une même ville, dont on n'a pas besoin de sortir et qui en devient en quelque sorte le monde, que ce soit littéralement, ou sous l'aspect culturel, mental ou éducatif. Franck Grammont évoque ainsi la Los Angeles 2019 de *Blade Runner*,⁴¹ ou encore les aventures de nombreux superhéros, pratiquement confinées dans des mégapoles

35. Jean-Christophe RUFFIN, *Globalia* (2004) ; Folio, 2010.

36. China MIÉVILLE, *Perdido Street Station* (2000) ; Pocket, coll. SF/Fantasy (2 t.).

37. James G. BALLARD, *Millenium People* (2003) ; Folio, 2006.

38. Robert SILVERBERG, *Les Monades urbaines (The World Inside, 1971)* ; Livre de Poche SF, 2005.

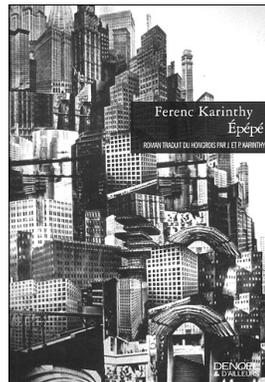
39. Pierre PELOT, *Delirium Circus* (1977) ; Denoël, coll. Lunes d'Encre, 2005.

40. Ferenc KARINTHY, *Épépé* (1970) ; Zulma éd., 2013.

41. *Blade Runner*, 1982, réalisation : Ridley SCOTT, The Ladd Company prod., U.S.A.

comme la Gotham City de Batman. Pour Daniel Tron toutefois, cette ville n'est que le principal théâtre des événements : il n'y a pas de problématisation du fait que l'on n'en sort pas, ce qui se produit d'ailleurs de temps en temps. On souligne souvent en revanche la gestion du passage de la lumière, encore moins assuré à Gotham City qu'à New York, par opposition par exemple à l'anti-modèle lumineux que pourrait constituer Métropolis. De même, Steven Spielberg obtient dans *Ready Player One*⁴² un effet « visuellement phénoménal » en repliant sur eux-mêmes les *trailer parks* américains qui s'étendent à l'horizontale et en les empilant dans des « stacks ».

La plupart de ces villes ont un extérieur, même si celui-ci peut apparaître hostile ou effrayant. Le protagoniste de *Les Cavernes d'acier* ressemble de ce point de vue à Asimov lui-même, incapable de prendre l'avion. Dans *Métro 2033*,⁴³ une catastrophe nucléaire empêche la vie en surface de Moscou, la logique de l'organisation et l'économie urbaines se trouvant projetées et réinterprétées en fonction des stations du métro ; on peut encore évoquer *13,5 km sous Montréal*⁴⁴.



Cités organiques

Quoi qu'il en soit, la ville science-fictionnelle doit rester reconnaissable par le lecteur en tant qu'habitat organisé à partir d'un ensemble de logiques architecturales et de techniques, ce qui introduit une contrainte conceptuelle, spéculer Simon Bréan. Une croissance littéralement organique pourrait fortement perturber cette reconnaissance.

42. *Ready Player One*, 2018, réalisation : Steven SPIELBERG, Warner Bros prod., U.S.A.

43. Dmitry GLUKHOVSKY, *Métro 2033 (Metro 2033, 2007)* ; Livre de Poche SF, 2017.

44. Jean-Louis TRUDEL, *13,5 km sous Montréal*, Québec, Marie-France éd., 1998.

Ainsi, Gérard Klein met en place dans *Le Temps n'a pas d'odeur*⁴⁵ une société technologique avancée, avec une biotechnologie appliquée, des produits, etc., vivant en symbiose avec les arbres. Incapables d'en comprendre la structuration, les visiteurs tendent à y confondre l'absence d'architecture avec une absence de technologie, et perdent tous leurs repères. Dans le même esprit, Pascal Thomas évoque la ville organique du *Monde du non-A*⁴⁶ de Van Vogt.

Laurent McAllister^{47a} s'est pour sa part inspiré des idées de l'architecte viennois Andrea Fraser pour proposer dans « Kapuzine et les loups »⁴⁷ une Vienne très organique dans laquelle les animaux se promènent en liberté et les arbres poussent dans les bâtiments, alors que les humains ont été hybridés avec les animaux.

La croissance organique d'une cité peut résulter d'une modélisation à différentes échelles spatiales et temporelles de la vie de ses futurs habitants, de leurs besoins et de leurs circulations. C'est par exemple ce qu'entreprend Le Corbusier, pour insérer géographiquement et géométriquement dans un espace idéalisé l'enchaînement d'actions qui constituent une vie normale, de la naissance jusqu'à la mort, puisqu'on s'attachera à penser aussi bien les cimetières que les maternités. *A contrario*, remarque Daniel Tron, elle peut résulter d'erreurs ou d'accidents de modélisation. Ainsi, jouant sur l'obsession planificatrice de l'Urbatech belge, Peeters et Schuiten imaginent dans *La Fièvre d'Urbicande*⁴⁸ le développement accidentel, à la fois géométrique et organique, de structures cubiques qui vont complètement transformer les communications et les présupposés de ségrégation sociale inscrits dans l'architecture.

Lorsqu'il est développé dans un univers virtuel, un tel modèle de la ville peut aussi bien viser à en régler les problèmes, comme dans *Futurs intérieur*,⁴⁹ de Christopher Priest, voire revendiquer des fins purement ludiques, comme dans *SimCity*TM, que dérapier vers la dystopie, comme

45. Gérard KLEIN, *Le Temps n'a pas d'odeur* (1963) ; Livre de Poche SF, 2004.

46. Alfred E. VAN VOGT, *Le Monde des non-A (The World of null-A, 1948)* ; in *Le Cycle du non-A, J'ai Lu*, 2010, pp.5-253.

47. Laurent McALLISTER, « Kapuzine et les loups : Une légende dorée » (« Kapuzine and the Wolf: A Hortatory Tale », 2003), in *Les Leçons de la cruauté*, Québec, Alire éd., 2009, pp.5-29. (a) Laurent McAllister est le symbionyme de Jean-Louis Trudel et d'Yves Meynard.

48. Benoît PEETERS & François SCHUITEN, *La Fièvre d'Urbicande* (1985), série des *Cités obscures* ; Paris, Casterman éd., 2009.

49. Christopher PRIEST, *Futur intérieur (A Dream of Wessex, 1977)* ; Folio SF, 2005.

dans *Simulacron 3*⁵⁰ où l'on comprend que la ville n'existe pas vraiment, qu'elle n'est qu'une simulation, lorsque le paysage, et la route, disparaissent quand on essaye d'en sortir, rappelle Pascal Thomas. Cette idée de manipulation de la vie comme projection mentale se retrouve également dans *Dark City*,⁵¹ avec des resynchronisations périodiques de la ville qui, visuellement, «*donnent des choses géniales*», assure Daniel

Inversement, lorsque Jean-Claude Dunyach propose le concept d'*animauxvilles*,⁵² il ne cherche pas à justifier le fait que la structure interne de l'animal qui sert d'habitat répond à des paradigmes urbains purement humains, remarque Simon Bréan. Pour Pascal Thomas, il s'agit simplement du procédé courant en SF de littéralisation d'un concept, en l'occurrence celui très répandu de développement organique de la ville.



Deux logiques de récit

Certains récits visent à convaincre des avantages de la ville-modèle que l'auteur a conçue, que ce soit avec une intention politique ou simplement pour la promouvoir, comme le feraient un architecte ou un promoteur. Robert Heinlein entremêle ainsi dans «*C'est bon d'être de retour*»⁵³ la promotion d'une ville spatiale modèle comme Luna-City et

50. Daniel F. GALOUYE, *Simulacron 3* (1964) ; Folio SF, 2010.

51. *Dark City*, 1998, réalisation : Alex PROYAS, Mystery Clock Cinema prod., Australie & U.S.A.

52. Jean-Claude DUNYACH, *Étoiles mortes* (1991) ; AYERDHAL & Jean-Claude DUNYACH, *Étoiles mourantes* (1999) ; Mnémos éd., coll. Intégrales, 2015 & 2014, resp.

53. Robert A. HEINLEIN, «*C'est bon d'être de retour*» («*It's Great to Be Back*», 1947) ; in *Histoire du Futur*, Mnémos, coll. Intégrales, 2020, pp.291-307.

celle de la conquête de l'espace proprement dite. D'une certaine façon, on se rapproche ici du versant prescriptif de la SF et il pourrait être intéressant de dresser une histoire des villes parfaites ou des villes-modèles, comme celles de *The City & the City*, suggère Irène Langlet, et d'explorer l'hypothèse d'histoire littéraire selon laquelle, après une certaine période peut-être confondue avec la modernité, le concept de ville idéale passe par une réflexion architecturale et de maîtrise de l'espace.

Certaines histoires de villes-modèles apparaissent toutefois plus proche de la SF de gadget, où l'on pose un nouvel objet pour le seul plaisir de jouer avec et de laisser le lecteur en découvrir les avantages et les inconvénients – voire, au cinéma, pour se laisser simplement emporter par la puissance de l'image.

Cette seconde logique de mise en récit de toute une série d'éléments qu'on met ainsi à l'épreuve, va largement à l'encontre de l'équation *modèle = simplification*, remarque Simon Bréan. La question centrale reste pour lui de déterminer quelle modélisation est *produite* par un récit.

Les villes imaginaires : de l'art à la technique

Jean-Louis Trudel

*Hop là ! courage ! debout !
J'ai deux montagnes à traverser, deux rivières à boire !
Ho donc ! ma hache et mes souliers : Payse veut nous voir !
J'ai six vieux lacs à déplacer, trois chutes neuves à mettre au lit,
dix-huit savanes à nettoyer,
une ville à faire avant la nuit !*
Félix Leclerc¹

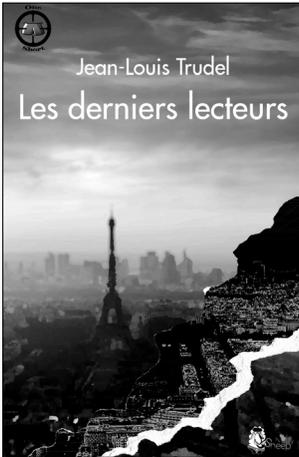
Une ville est presque toujours imaginée avant d'exister. Même quand on peut arpenter ses rues, dormir sur ses trottoirs et compter ses gratte-ciel, elle conserve une multitude d'existences imaginaires alors qu'elle n'a qu'un seul être objectif. Avant, il y a une ville rêvée, nommée, projetée, planifiée, organisée et vantée à ses futurs citoyens. Plus d'une agglomération coloniale a débuté avec la simple volonté de faire d'un rivage propice, d'un emplacement stratégique ou d'un village (qui n'avait rien demandé) la capitale d'un empire à venir.

Après, il y a une ville concrète, mais elle se noie dans la foule de ses congénères idéales ou idéalisées, rêvées ou craintes, déduites ou supposées. La ville acquiert cette pléthore de jumelles, cette surabondance de contreparties, en devenant le cadre des histoires racontées à son sujet, que celles-ci se fassent passer pour vraies ou non. Elle existe aussi sous forme de plans qui s'emparent du visible et révèlent l'invisible parce qu'ils tracent le réseau des rues, des égouts, des câbles électriques ou des canalisations d'eau et de gaz, et qui localisent les feux de signalisation, les interdictions de stationner et les transformateurs.

Il y a aussi la ville qui focalise les aspirations de ses futurs habitants, qui est le lieu de toutes les débauches et la scène des grandes espérances, tout comme elle matérialise les peurs de la perte ou de la déchéance, de la solitude et de la brutalité. Même pour les citadins, des parties de leur ville demeurent inconnues parce qu'ils n'ont jamais

1. Félix LECLERC, *Pieds nus dans l'aube* (1946) ; Québec, éd. Fides, coll. Biblio, 2015, p. 19.

emprunté cette ruelle trop sombre, remonté cette rue résidentielle trop tranquille ou exploré tel quartier bien trop cossu, ordinaire ou miséreux. Ils sont donc contraints et forcés de se faire une idée, peut-être fausse, des secteurs de la ville qu'ils ignorent, si bien que la ville prend dès lors la forme d'une mosaïque de lieux qu'ils connaissent et de lieux qu'ils imaginent. Mosaïque appelée à varier d'une personne à l'autre, aux contours presque toujours flous. (Qui donc peut se vanter d'avoir franchi les bornes de sa ville de toutes les manières possibles – à pied, à cheval, à vélo, à moto – pour jouir de tous les points de vue potentiels, en passant par tous les chemins disponibles ?)



Il y a enfin la ville où l'on vit, mais où l'on ne se trouve qu'à temps partiel parce que les télécommunications modernes nous projettent dans d'autres lieux physiques ou confèrent une existence à des lieux virtuels. Dans mon récit «*Les Derniers lecteurs*»,² on découvre ainsi une ville augmentée, où on vit à la fois dans Paris et dans son double numérique, plus proche des modélisations urbaines actuelles.

Cette nature imaginaire des villes, qui les imprègne d'un feuilleté de possibles et de possibilités, n'est pas sans rapport avec leur substance tangible.

Ce rapport entre l'imaginaire et la matière est si variable et labile qu'il mérite d'être approfondi. Même les villes planifiées en détail, dans les conditions les plus favorables, sont rarement reproduites trait pour trait dans la réalité. Les villes-modèles invoquent souvent une certaine scientificité, mais elles ne servent pas la recherche de la vérité. Elles incarnent souvent un récit, mais elles ne sont pas des histoires. Seraient-elles plus proches du versant prescriptif de la science-fiction que les autres modélisations qui alimentent le genre ?

Les villes imaginées de la fiction restent le plus souvent des univers virtuels, qu'il est plus intéressant de visiter que d'édifier. Néanmoins,

2. Jean-Louis TRUDEL, «*Les Derniers lecteurs*», in *Les Marées à venir*, Canada, Vermillon éd., coll. Parole vivante, 2009, pp.157-205.

elles sont proches voisines des villes imaginées par des architectes fous, des conquérants audacieux ou des planificateurs méthodiques. Dans cette catégorie, on compte un Hellène parmi les premiers auteurs d'une ville-concept. Selon l'architecte romain Vitruve, l'entrepreneur Dinocrate soumet son idée à Alexandre le Grand, moins sans doute dans l'espoir de la voir réaliser que d'entrer au service du roi macédonien :

[Dinocrate] déposa ses vêtements dans son hôtellerie, se frotta le corps d'huile, se couronna d'une branche de peuplier puis, se couvrant l'épaule gauche d'une peau de lion et armant sa main droite d'une massue, il se dirigea vers le tribunal où le roi [Alexandre] rendait la justice. La nouveauté de ce spectacle attira l'attention de la foule. Alexandre aperçut Dinocrate et, frappé d'étonnement, ordonna qu'on le laisse approcher et lui demanda qui il était. *« Je suis l'architecte Dinocrate, répondit-il ; la Macédoine est ma patrie. Les modèles et les plans que je présente à Alexandre sont dignes de sa grandeur. J'ai donné au mont Athos la forme d'un homme qui, dans la main gauche, tient l'enceinte d'une cité ; et dans la droite une coupe où viennent se verser les eaux de tous les fleuves qui sortent de la montagne, pour de là se répandre dans la mer. »*

Alexandre, charmé de cette idée, lui demanda si cette ville était entourée de campagnes capables de l'approvisionner en blé. Apprenant que l'approvisionnement ne pouvait se faire que par mer, Alexandre lui dit : *« Dinocrate, je conviens de la beauté de votre projet ; il me plaît ; mais je crois que qui s'aviserait d'établir une colonie dans ce lieu risquerait d'être taxé d'imprévoyance : de même qu'un enfant sans le lait d'une nourrice ne peut ni se nourrir ni se développer, une ville ne peut croître sans campagnes fertiles, avoir une nombreuse population sans vivres abondants, faire subsister ses habitants sans de riches récoltes. Tout en saluant l'originalité de votre plan, je désapprouve le lieu choisi ; mais je désire que vous demeuriez auprès de moi, parce que j'aurai besoin de vos services. »*³

Même s'il est clair que des cités antérieures, dont certaines colonies grecques et des villes de la civilisation de Mohenjo-Daro il y a plus de quatre mille ans, ont été tracées au cordeau ou planifiées en fonction de leurs réserves hydriques, l'anecdote relatée par Vitruve souligne des éléments récurrents de la tension entre la modélisation et la réalité.

D'emblée, Dinocrate cherche à capter l'attention de la personne qui détient le pouvoir de réaliser son projet. Le projet lui-même est anthropomorphe et subordonne la ville proposée à l'*humanisation* du relief du mont Athos. L'homme qui sera représenté n'est pas spécifiquement Alexandre le Grand, dans cet extrait, mais il n'échappe sans doute ni à

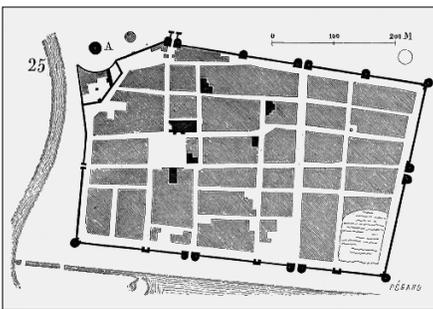
3. VITRUVÉ, *De Architectura*, II, 1-3.

l'architecte, ni au roi que la réalisation de cette conception monumentale immortaliserait son mécène. Malgré cette flatterie implicite de la vanité royale, Dinocrate se fait critiquer pour le manque de réalisme du projet. Son coût n'est pas en cause, assez étonnamment, mais plutôt la viabilité même d'une ville à cet endroit. (De fait, aujourd'hui encore, la montagne n'accueille qu'une constellation de monastères tandis que la ville la plus proche, établie par un héritier d'Alexandre, se trouve à une vingtaine de kilomètres.)

La cité sans nom de Dinocrate n'est pas encore une ville-modèle puisque c'est le cadre qui est parlant, et non le tissu urbain. Elle a été préfigurée dans une certaine mesure par l'Atlantide de Platon, qui décrit amoureusement la configuration physique d'une cité idéalisée, tandis que la République de Platon s'édifie plutôt sur la structure sociale et culturelle d'une ville idéale. Il est fréquent d'associer plus volontiers la tradition de l'utopie à la République qu'à l'Atlantide, mais les deux ont eu une postérité.

En Occident, les Alexandries décrétées par Alexandre le Grand succèdent aux colonies de l'expansion grecque antérieure. Dinocrate de Rhodes fait partie de l'équipe qui se consacre à la planification de l'Alexandrie égyptienne en reproduisant les formes de zonage ainsi que le plan en damier préconisés par Hippodamus de Milet, dont Dinocrate est un disciple.⁴ À l'époque romaine, un modèle semblable gouverne la conception des camps militaires et des villes nouvelles quadrillées par des rues à angle droit,

desservies par un *cardo maximus* nord-sud et un *déccumanus* est-ouest. Au Moyen-Âge, la construction de bastides dans le Sud-Ouest de la France – des villes neuves souvent dites Villeneuve – suit encore les préceptes gréco-romains, comme dans le cas d'Aigues-Mortes, fondation portuaire de Louis IX contenue par des remparts quadrangulaires.⁵



Plan de la cité médiévale d'Aigues-Mortes.
(*Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVIII^e siècle*, E. Viollet-Le-Duc, 1856)

4. Sara L. BACON, « Alexandria and the Construction of Urban Experience », Scripps Senior Theses. Paper 62 (2012) ; accessible en ligne : http://scholarship.claremont.edu/scripps_theses/62 (mars 2020) pp. 18-26.
5. Jean COMBES, « Origine et passé d'Aigues-Mortes », *Revue d'histoire économique et sociale*, 50, 3 (1972), p.310.

Au ^{xix}^e siècle, l'architecte espagnol Ildefonso Cerdá applique encore un quadrillage sans faille à l'extension de Barcelone, en standardisant la taille des îlots de manière à préserver des enclaves dégagées (et salubres) en leur centre et en l'équipant de voies diagonales pour améliorer la circulation.⁶ Le damier demeure un élément du vocabulaire des architectes.

Dès la Renaissance, ce plan en échiquier sera concurrencé par les plans en étoile. Vers 1465, le Filarète (*ca.* 1400-1469) imagine, dans un traité dédié au puissant duc de Milan, Francesco Sforza, une ville idéale baptisée Sforzinda pourvue d'une disposition en forme d'étoile à huit branches. La démarche n'est pas sans rappeler celle de Dinocrate et elle reste pareillement stérile, du moins dans l'immédiat. Un siècle plus tard, toutefois, la construction d'une place forte vénitienne, Palmanova (1593), représentera la culmination d'une théorisation par les ingénieurs militaires (souvent italiens) de la ville circulaire comme forteresse bastionnée optimale^{7,8a}. Une forme vulgarisée de ce plan rayonnant passe à la même époque de l'Europe aux Amériques où les conquérants européens construisent des villages centrés sur une place d'armes destinée à réunir les forces militaires en cas d'attaque.

Le Trait-Carré de Charlesbourg au Québec conserve des réminiscences de ce tracé, tout comme le quartier voisin de Bourg-Royal. Le dessin en étoile influencera encore la nouvelle capitale des États-Unis, Washington (même si les avenues diagonales se superposent à un quadrillage), ainsi que le quartier de l'Étoile à Paris, pour des raisons plus esthétiques que militaire. En 1912, l'architecte français Donat Alfred Agache s'en servira encore pour imaginer le plan de la nouvelle capitale projetée pour l'Australie dans le district de Yass-Canberra⁹.

L'anthropomorphisme demeure une référence pour les architectes. Pour Francesco Di Giorgio Martini (1439-1502), elle demeure plus proche de la métaphore quand il associe la citadelle d'une ville à la

6. Laurent COUDROY DE LILLE, « Ildefonso Cerdá (1815-1876) », in *Les Faiseurs de villes, 1850-1950*, dir. Thierry Paquot, Gollion, Infolio éd., 2010, pp. 114-119.

7. Horst DE LA CROIX, « Military Architecture and the Radial City Plan in Sixteenth Century Italy », *The Art Bulletin*, 12, 4 (décembre 1960), pp. 263-290.

8. Robert HARBISON, *The Built, the Unbuilt and the Unbuildable. In Pursuit of Architectural Meaning*, Cambridge, MIT Press, 1994. (a) pp. 84-86 ; (b) pp. 89-92 ; (c) pp. 164-166.

9. Catherine BRUANT, « Donat Alfred Agache (1875-1959) », in *Les Faiseurs de villes, 1850-1950*, dir. Thierry Paquot, Gollion, Infolio, 2010, pp. 52-53.

tête, les membres aux murailles et le reste du corps au tissu urbain.^{10a} Son *Traité d'architecture civile et militaire* et ses manuscrits de travail regorgent aussi de villes idéales et de forteresses idéalisées.^{10b} Il construit certaines de ses places fortes sur des plans zoomorphes, qui rappellent le scorpion ou la tortue¹¹. À plus petite échelle, des éléments architecturaux (colonnes, corniches, façades) sont rapportées aux proportions typiques du corps humain.^{10c} La ville-modèle de la Renaissance italienne sera donc humaine de bout en bout, à toutes les échelles, comme il sied à une création humaniste.

L'humanisation de l'habitation touche à son apogée dans les projets et les quelques réalisations de Claude-Nicolas Ledoux (1736-1806), qui fait correspondre la forme et la fonction de ses édifices, des symboliques multiples prenant le dessus sur l'esthétique ou l'utilité.^{8b} Du coup, l'imitation urbanistique de l'être humain ne se confine plus à un simple décalque de la forme humaine, métaphorique ou non ; ce sont les idées humaines que l'architecture de Ledoux tente de matérialiser. Toutefois, le niveau de spécificité des conceptions et même des narrations que Ledoux incorpore à ses plans troque l'universalisme abstrait de l'anthropomorphisme pour des fantasmes nettement plus individuels. Ainsi, sa maison de plaisir dénommée *Oikema*, en forme de phallus, correspond à une vision principalement masculine de la jouissance, tout comme son projet de théâtre incarne des préférences idiosyncratiques.¹² L'évolution subséquente d'une telle architecture aboutirait à des constructions entièrement personnelles, en fonction

-
10. Cassandra TAPINASSI, (a) «La trattatistica di architettura del Quattrocento. I disegni di Francesco di Giorgio Martini nel codice *Ashburnham* 361 della Biblioteca Medicea Laurenziana di Firenze», travail de fin d'études, Florence, Università degli Studi di Firenze, 2016, p. 80. L'architecte nazi de la ville nouvelle de Salzgitter, Herbert Rimpl, tentera également de concrétiser, dans un projet publicisé en 1939 et plus longuement exposé en 1953, la métaphore du « corps politique » en fournissant à sa ville une colonne vertébrale (la rivière Flothe), un cœur (le complexe sportif), des « poumons verts » (la vallée et les espaces verts du complexe sportif), des artères et des jambes (le carrefour des transports urbains) et une tête (le Volkhalle et le siège du parti Nazi), et ainsi de suite, y compris à l'échelle cellulaire des blocs résidentiels. Voir : Robert H. KARGON & Arthur P. MOLELLA, *Invented Edens : Techno-Cities of the Twentieth Century*, Cambridge, MIT Press, 2008, pp. 43-45. (b) C. Tapinassi, *idem*, pp. 72-77 ; (c) *idem*, pp. 65-66 & 94-96.
11. Francesco RICCI, *Francesco di Giorgio e il Castello aragonese di Taranto*, 2011 ; accessible en ligne : <http://www.castelloaragonesetaranto.com/sites/default/files/Francesco%20di%20Giorgio%20e%20il%20Castello%20Aragonese%20parte%203.pdf> (mars 2020), p. 51.
12. Maria José BUENO, « Le *Panopticon* érotique de Ledoux », *Dix-Huitième Siècle*, 22 (1990), pp. 413-419.

des idées et des caprices de chacun. La banlieue pavillonnaire actuelle, dont les résidences sont parfois individualisables mais uniquement en ce qui concerne une poignée de paramètres et détails, n'est qu'une réalisation très partielle d'une telle logique.

Si l'utopie de Ledoux est demeurée un cul-de-sac, la recherche par les architectes de principes susceptibles de les inspirer et de géométries susceptibles de les contraindre a relancé les *architectures de papier* que les ingénieurs de la Renaissance avaient déjà pratiquées. Avant l'ère contemporaine, la force expressive du dessin accouche de bâtiments impossibles à plusieurs égards, comme les *Carceri d'invenzione* de Piranèse. Harbison rappelle les gravures fantaisistes – d'une interprétation assez ardue – de l'*Hypnerotomacha Polifili* (1499) ainsi que les conceptions grandioses d'Étienne-Louis Boullée (1728-1799) dont le cénotaphe consacré à Sir Isaac Newton concurrencerait la taille des pyramides^{8c}. Le zoomorphisme a bénéficié d'une descendance plus concrète à Brasilia, ville nouvelle à laquelle Lucio Costa donne un plan en forme de croix, d'oiseau ou d'avion, selon les versions¹³...

Ce sont toutefois de nouveaux principes qui gouverneront la conception des villes occidentales à partir du XIX^e siècle. La Révolution industrielle a entraîné la construction de quelques « villes fermées » planifiées (New Lanark, ca. 1800), souvent pour accueillir dans les meilleures conditions la main-d'œuvre des nouvelles usines. Ce sont les ancêtres des « villes de compagnie » comme il y en eut quelques-unes en Amérique du Nord, dont Arvida au Québec, la « ville construite en 135 jours », peut représenter l'apogée un siècle plus tard, la planification par un groupe new-yorkais et la préfabrication sur place produisant une trame urbaine étonnamment diversifiée en 1926-1927.¹⁴ Néanmoins, les taudis ouvriers et les logements insalubres de nombreux citadins demeurent trop nombreux au XIX^e siècle, ce qui pousse

13. Neli Aparecida DE MELLO, François-Michel LE TOURNEAU, Hervé THÉRY & Laurent VIDAL, « Brasilia, quarante ans après », Paris, Institut des Hautes Études de l'Amérique Latine, 2004 ; accessible en ligne : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00007177> (mars 2020), pp.39-40 ;

Jean-Loup HERBERT, « Lucio Costa (1904-1998) », in *Les Faiseurs de villes, 1850-1950*, dir. Thierry Paquot, Gollion, Infolio, 2010, pp.151-166.

14. Lucie K. MORISSET, *Arvida, la ville construite en 135 jours*, Saguenay, Ville de Saguenay, 2002, pp.4, 13, 23-25, 37, 46 ; José E. IGARTUA & Marine de FRÉMINVILLE, « Les Origines des travailleurs de l'Alcan au Saguenay, 1925-1939 », *Revue d'histoire de l'Amérique française*, vol. 37, n°2 (septembre 1983), pp.291-294, 296, 299.

Voir aussi : José E. IGARTUA, *Arvida au Saguenay : Naissance d'une ville industrielle*, Montréal/Kingston, McGill-Queen's University Press, 1996.

des réformistes à proposer de nouveaux types de villes. Le souci de la santé s'impose à cette époque pour faire échec à la menace d'épidémies d'autant plus dévastatrices que les villes grandissent. La santé du corps sera assurée par le percement d'artères plus spacieuses et par de nouvelles infrastructures (aqueducs, caniveaux, égouts). L'importance du réseau d'égouts n'échappe pas à Hugo, qui leur consacre des pages lyriques dans sa trilogie *Les Misérables*.¹⁵

Jules Verne finira par s'intéresser à la propreté des villes, mais ce n'est pas encore sa priorité en 1863, quand il signe *Paris au xx^e siècle*. Dans ce roman grinçant resté inédit de son vivant, Verne s'était pourtant montré ambitieux en laissant un orateur faire le panégyrique d'une métropole transformée : « il énuméra à grand renfort d'épithètes les bienfaits de son temps, les communications rapides entre les divers points de la Capitale, les locomotives sillonnant le bitume des boulevards, la force motrice envoyée à domicile, l'acide carbonique détrônant la vapeur d'eau, et enfin l'Océan, l'Océan lui-même baignant de ses flots les rivages de Grenelle [...] oubliant que les merveilles du vingtième siècle germaient déjà dans les projets du dix-neuvième. »^{16a} L'ouvrage explicite ensuite les améliorations urbanistiques : l'éclairage électrique des rues, l'endiguement hydro-électrique de la Seine, un métro à air comprimé (appelé *railway*) en plusieurs réseaux, des voitures propulsées par des moteurs à explosion, des immeubles d'habitation en hauteur (douze étages sans « ascenseur », histoire d'héberger la main-d'œuvre de dix mille usines), des ballons armés de paratonnerres pour protéger les édifices et un canal de Paris à la mer.^{16b}

Dans son allocution « Une Ville idéale : Amiens en l'an 2000 »,¹⁷ Jules Verne restera plus modeste dans sa transformation d'Amiens – elle était idéale parce qu'elle n'existait qu'en idée, et non parce qu'elle était parfaite. Les nouveautés techniques étaient plus nombreuses que les nouveautés urbanistiques, qui se limitaient à des tramways filant sur des rails d'acier, de nouveaux édifices, des boulevards lavés à bon escient et des parcs plus beaux ou mieux aménagés. Ce dernier point correspond à un tournant contemporain dans la réflexion sur l'amélioration des villes.

15. Victor HUGO, *Les Misérables* (1862) ; Folio, coll. Classiques, 2017.

16. Jules VERNE, *Paris au xx^e siècle*, Paris, Hachette/Le Cherche Midi éditeur, coll. Le Livre de Poche, 1994. (a) p.33 ; (b) pp.38-43, 75-77, 110-115, 161-163

17. Jules VERNE, « Une ville idéale : Amiens en l'an 2000 » (1875) ; accessible en ligne : www.france-pittoresque.com/perso/Une-Ville-Ideale-Amiens.pdf (mars 2019).



Dans *Les Cinq Cents Millions de la Bégum*,¹⁸ Verne oppose deux villes modèles : Stahlstadt, bastion de l'industrialisme militaire prussien, et France-Ville, une ville verte dont le souci de salubrité s'inspire des principes du Britannique Benjamin Ward Richardson. La première des dix règles fixes gouvernant l'architecture résidentielle de France-Ville annonce les cités-jardins et les banlieues pavillonnaires : « *Chaque maison sera isolée dans un lot de terrain planté d'arbres, de gazon et de fleurs. Elle sera affectée à une seule famille.* » Quant au plan de la ville, il reflète les villes nouvelles de l'Amérique du Nord : « *Les rues, croisées à angles droits, sont tracées à distances égales, de largeur uniforme, plantées d'arbres et désignées par des numéros d'ordre.* » La monotonie potentielle du quadrillage est rompue par une avenue ou boulevard, à chaque demi-kilomètre, « *plus large d'un tiers* », qui « *présente sur un de ses côtés une tranchée à découvert pour les tramways et chemins de fer métropolitains. À tous les carrefours, un jardin public est réservé et orné de belles copies des chefs-d'œuvre de la sculpture* »^{18a}. Ce souci de verdure en pleine ville classe Jules Verne parmi les précurseurs, même s'il ne l'isole pas de ses contemporains.

À la fin du XIX^e siècle, la santé de l'esprit est – plus ou moins clairement – l'objectif du développement des bibliothèques publiques, de nouvelles institutions d'enseignement en pleine ville qui accueilleront des conférences le soir pour les ouvriers ainsi que des grands parcs ou petits squares qui restaurent l'équilibre physique et psychologique.

18. Jules VERNE, *Les Cinq Cents Millions de la Bégum*, Paris, J. Hetzel, 1879. (a) pp. 100-102.

Tant Napoléon III à Paris qu'Olmstead à New York comptent sur les parcs et les jardins publics pour sauver les citadins de ce qu'on n'appelle pas encore le stress de la vie moderne¹⁹.

En 1888, Bellamy conçoit une Amérique future dans son roman *Looking Backward*,²⁰ qui va jouir d'un retentissement immense. Si sa description de Boston en l'an 2000 se contente de mentionner au passage les jardins de la ville, il laisse facilement deviner le rôle qu'il attribue aux parcs, jardins et pelouses urbaines dans ce passage :

You say that land so poor that the product will not repay the labor of tilling is not cultivated. Nevertheless, much land that does not begin to repay tilling by its product was cultivated in your day and is in ours. I refer to gardens, parks, lawns, and, in general, to pieces of land so situated that, were they left to grow up to weeds and briers, they would be eyesores and inconveniences to all about. They are therefore tilled, and though their product is little, there is yet no land that, in a wider sense, better repays cultivation.

Dès 1892, électrisé par sa lecture de Bellamy, l'utopiste anglais Ebenezer Howard en arrive à subordonner la ville idéale à la verdure des jardins, parcs et campagnes en imaginant une « Cité-jardin ». Ses premiers écrits, dont il tirera plusieurs livres, jettent déjà les bases du concept qui veut harmoniser les impulsions matérielles et spirituelles de ses contemporains, car son projet, selon lui, mise sur le versant altruiste et religieux de la nature humaine, tout en misant aussi sur l'amour du beau et le désir inné des gens pour l'amélioration matérielle de leur sort, en plus de leurs espoirs d'avancement de leur situation personnelle.²¹ La cité-jardin tente de combiner les avantages de la vie à la ville et à la campagne. L'urbanisation occidentale peut se poursuivre et s'étendre, mais à la condition de fonder des banlieues distinctes au milieu des champs et des bois, en périphérie de l'agglomération centrale. La Grande-Bretagne donne suite avec la fondation de Letchworth, l'adoption d'une loi d'urbanisme en 1909, la parution

19. Karen R. JONES, « "The Lungs of the City": Green Space, Public Health and Bodily Metaphor in the Landscape of Urban Park History », *Environment and History*, 24 (2018), pp.50-53.

20. Edward BELLAMY, *Cent ans après ou l'an 2000 (Looking Backward, 1888)* ; Gollion, Infolio, 2008.

21. KARGON & MOLELLA, *Invented Edens, op. cit.*, pp.8-9 ; Thierry PAQUOT, « Ebenezer Howard (1850-1928) », in *Les Faiseurs de villes, 1850-1950*, Thierry Paquot dir., Gollion, Infolio, 2010, pp.253-266.

la même année d'un ouvrage fondateur, *Town Planning in Practice*²² de Raymond Unwin et la création quelques années plus tard du Royal Town Planning Institute.²³

La science-fiction urbaine de Verne et Bellamy n'était donc pas gratuite. Si *Paris au XX^e siècle* verse dans la satire en dramatisant l'échec d'un littéraire (semblable au jeune Nantais) dans un siècle industriel dont les prouesses techniques concourent surtout au progrès économique, les ouvrages subséquents font une place grandissante au bien-être des citoyens du futur. Dans *Travail*²⁴ d'Émile Zola, l'auteur s'inspire moins de Bellamy ou Howard que de Fourier afin d'imaginer Beauclair, une cité à la fois industrielle et humaine, qui fusionne les villes antagonistes des *Cinq Cents Millions de la Bégum* de Verne et où abondent les espaces verts : « *L'aspect général de la ville reconstruite était bien celui d'un immense jardin, où les maisons s'étaient naturellement espacées, parmi les verdure, en un grand besoin de grand air et de vie libre.* » Il anticipe lui aussi la banlieue pavillonnaire : « *Quelques milliers de mètres sont-ils donc de trop pour une famille, lorsque tant d'immenses contrées de la terre ne sont même pas habitées ? Chacun avait donc choisi son lot, puis s'était mis à bâtir à sa fantaisie. Aucun alignement, de larges avenues qui coupaient les jardins, pour la facilité des communications, et simplement des maisons dans les arbres, au gré de chaque ménage.* »²⁵

Le désir de convaincre qui transparaît dans ces textes en fait des hybrides, tout comme les conceptions et les dessins d'architectes qui, depuis Dinocrate, n'ont pas toujours servi à la réalisation immédiate d'une ville. De fait, si Bellamy inspire Howard, Zola semble avoir convaincu l'architecte Tony Garnier (1869-1948) qui entreprend de concevoir en détail une « cité industrielle » dès 1901²⁶. La ruralisation

22. Raymond UNWIN, *Town Planning in Practice* (1909) ; Princeton Architectural Press, 1996.

23. Stéphane SADOUX, « Patrick Abercrombie (1879-1957) », in *Les Faiseurs de villes, 1850-1950*, Gollion, Infolio, 2010, p. 41.

24. Émile ZOLA, *Les Quatre Évangiles : Travail* (1901) ; Paris, L'Harmattan, coll. Les Introuvables, 2000.

25. Cité par Alain MORICE, « Travail, roman de Zola, ou la « race » ouvrière entre malédiction et messianisme rédempteur », *Tumultes* 26 (2006), pp. 75-97.

26. « Une cité industrielle : Projet urbanistique, 1899-1917, Tony Garnier », 2017 ; accessible en ligne : https://www.citedelarchitecture.fr/sites/default/files/documents/2017-09/fo_citeindustrielle_def.pdf (mars 2020), p. 7. Voir aussi : Françoise MOIROUX, « Tony Garnier (1869-1948) », in *Les Faiseurs de villes, 1850-1950*, dir. Thierry Paquot, Gollion, Infolio, 2010, pp. 179-191.

de l'industrie alimentera au Québec un discours utopique dans des romans comme *Robert Lozé* (1903) d'Errol Bouchette, où une usine fondée en plein bois engendre une ville nouvelle, ou *L'Iris bleu* (1923) de Jules-Ernest Larivière. Le tournant du siècle voit d'ailleurs se préciser la mission de l'urbaniste, adepte d'une « science de la ville » chargé de gérer l'extension géographique, de prévoir les infrastructures et de sélectionner les équipements collectifs selon des cadres donnés, juridiques et financiers²⁷.

Dans la réalité, la ville-modèle a rapidement exigé une planification régionale, voire nationale, dans les pays les plus exigus. La science-fiction a en quelque sorte évoqué l'aboutissement logique de cette prise en compte d'environnements plus lointains en terminant l'escalade avec la cité-planète de Trantor d'Asimov, dont la gestion à l'échelle planétaire reste implicite mais présuppose précisément les schémas intégrateurs de plus en plus poussés des urbanistes étatsuniens du temps de la jeunesse d'Asimov.

Face à l'idéal d'une cité bucolique ou au moins d'un faubourg-jardin, le gratte-ciel devient au xx^e siècle l'autre enjeu de discussions passionnées quant à l'avenir urbain. De nouveaux moyens techniques (ascenseurs, béton armé, acier d'armature) permettent aux architectes de repenser la construction des grands édifices. Mais les gratte-ciel exigent-ils à eux seuls l'évolution de nouvelles villes ? Aux États-Unis, où leur développement et leur construction avançaient plus vite qu'ailleurs, Charles R. Lamb imagine une différenciation en hauteur de la construction dans Manhattan. Suite à sa publication dans le *New York Herald* en 1909, l'idée est reprise et développée par Harvey Wiley Corbett qui la présente dans le *Scientific American* en 1913. Les architectes français Eugène Hénard et Louis Bonnier expriment des idées semblables à partir de 1910, entre autres dans une communication d'Hénard intitulée « Les Villes de l'avenir ». En Italie, Antonio Sant'Elia (1888-1916) signe *La Città Nuova* (1914), le manifeste de l'architecture futuriste qui vante les mérites de la Cité verticale. En Allemagne, le débat autour d'une *Großstadt* idéale au cœur de Berlin suscite l'intervention du concepteur industriel Peter Behrens dans le *Berliner Morgenpost* en 1913²⁸.

27. Thierry PAQUOT, « Avant-propos », in *Les Faiseurs de villes*, op. cit., p. 10.

28. Le roman *Structura Maxima* (2003) d'Olivier PAQUET serait en partie inspiré par les visions de Sant'Elia et un de ses croquis sert de modèle pour un édifice du roman *Suprématie* (Paris, Bragelonne, 2009) de Laurent McALLISTER.

À partir de la Première Guerre mondiale, les projets sont plus susceptibles de connaître un début de réalisation, peut-être parce que l'ampleur du cataclysme a fait sauter certains verrous et ouvert la porte à des utopistes de toutes les tendances politiques. Tandis que Garnier impose le concept du zonage en publicisant, de 1917 à 1932, sa « cité industrielle » imaginaire de 35 000 habitants au moyen d'un album de plans et d'aquarelles, d'une maquette et d'autres communications, il conçoit pour Lyon un ensemble de logements sociaux appelé le « Quartier des États-Unis » (1920-1934)²⁹. Ses édifices de hauteur moyenne existent encore et sont toujours habités. Non loin de là, à l'instigation du maire Lazare Goujon, la commune de Villeurbanne fait construire le quartier des Gratte-Ciel (1934), dont les édifices comptent onze étages (et deux de dix-neuf), sous la direction de l'architecte Robert Giroud et du métreur Morice Leroux³⁰.

En Italie, la « Ville fonctionnelle » prônée par Le Corbusier et les Congrès internationaux d'architecture moderne (CIAM) inspire des plans d'aménagement urbain et régional, par exemple, pour Pavie (1933) ou le Val d'Aoste (1937), mais le régime mussolinien opte pour des solutions plus classiques. La *città di fondazione* de Sabaudia dans les anciens Marais pontins adapte aux conditions italiennes le projet de Broadacre City dont l'architecte Frank Lloyd Wright avait fait le pendant étatsunien de la cité-jardin de Howard. À Torviscosa, la « Città della Cellulosa », les espaces verts servent d'écrin aux édifices et un grand parc combine piscine, terrain de foot et cours de tennis. Quant aux maisons individuelles des ouvriers, elles comportent toujours un petit jardin derrière³¹.

En Russie, la révolution entraîne en 1918 la disparition de la société formée pour défendre et illustrer l'idéal de la cité-jardin, telle que Prozorovka en banlieue de Moscou, mais les urbanistes de l'Union

Voir : Jean-Louis COHEN, *Scènes de la vie future : L'architecture européenne et la tentation de l'Amérique, 1893-1960*, Paris/Montréal, Flammarion/Centre canadien d'architecture, 1995, pp.31-36 ; Ruth EATON, *Ideal Cities : Utopianism and the (Un)Built Environment*, Antwerp, Mercatorfonds, 2001 ; Londres, Thames and Hudson, 2002, pp.159-196 & 205-213.

29. « Une cité industrielle : Projet urbanistique, 1899-1917, Tony Garnier », pp.1-2 & 5-6.

30. Philippe VIDELIER, « Gratte-ciel, l'avenir pour horizon », *Maxi Viva* hors-série (nov. 2004), pp.6-7 ; Anne-Sophie CLÉMENÇON, « Les Gratte-Ciel, c'est Manhattan à Villeurbanne ! », *Maxi Viva* hors-série (novembre 2004), p. 9.

31. KARGON & MOLELLA, *Invented Edens*, *op. cit.*, pp.47-58, 65-66 & 91-95.

soviétique restent nombreux à défendre la « Cité-jardin, Cité du travail libéré », modèle de cités nouvelles d'après-guerre. Des urbanistes partisans de la « sotsgorod » (ville socialiste) proposent toutefois des villes plus peuplées et plus industrialisées tandis qu'un mouvement de « désurbanistes » envisage une répartition uniforme de la population du pays sur tout le territoire. En 1930, l'architecte soviétique Nikolaï A. Milioutine tente de mettre tout le monde d'accord en reprenant l'idée d'une « ville linéaire » (avancée par l'Espagnol Arturo Soria y Mata en 1882), qui doit assurer un accès égal pour tous aux usines, aux résidences, aux parcs et à la campagne, ce qui inspirera la construction de Magnitogorsk et Stalingrad³².

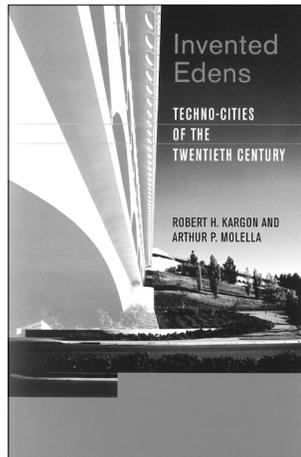
En Grande-Bretagne, le mouvement lancé par Howard avait déjà donné naissance à un premier prototype de la cité-jardin modèle, Letchworth (1903), et il est prolongé par des urbanistes comme Patrick Geddes (1854-1932) qui théorise l'intégration de la ville à sa région³³. Les idées de Geddes sont relayées et amplifiées aux États-Unis par Lewis Mumford au sein de la *Regional Planning Association of America* (RPAA) durant les années 1920, tandis que Henry Ford propose en 1922 de construire une agglomération longue de 75 milles dans la vallée de la rivière Tennessee. Après l'élection de Franklin Delano Roosevelt, le gouvernement fédéral adhère à l'idéal de régions planifiées afin de combiner l'agriculture, l'industrie et l'urbanisation, d'abord dans la vallée de la Tennessee où la cité-jardin de Howard prendra la forme d'une ville nouvelle appelée Norris. Quoique cette dernière n'ait pas connu le succès escompté, d'autres villes nouvelles, comme Greenbelt au Maryland en banlieue de Washington, profiteront de l'immense mobilisation de la Seconde Guerre mondiale. Si certaines villes prévues – comme Bomber City au Michigan qui devait héberger les ouvriers fabriquant des bombardiers – ne quittent pas la planche à dessin, le projet Manhattan engendrent des villes closes, entièrement vouées à l'exécution d'une mission particulière. Le mécontentement exprimé par les

32. Le projet « désurbaniste » est à rapprocher de la ville-modèle de WRIGHT, Broadacre City, à mi-chemin entre la banlieue et la campagne, tel qu'il la présente dans *The Disappearing City* (1932).

Voir : KARGON & MOLELLA, *Invented Edens*, *op. cit.*, pp. 26-29 ; Laurent COUDROY DE LILLE, « Arturo Soria (1844-1920) », in *Les Faiseurs de villes*, *op. cit.*, pp. 419-433 ; Catherine MAUMI, « Frank Lloyd Wright (1867[?]-1959) », *idem*, pp. 453-469.

33. Thierry PAQUOT, « Patrick Geddes (1854-1932) », in *Les Faiseurs de villes*, *op. cit.*, pp. 193-210.

habitants de Los Alamos, plus proche du camp militaire que de la ville, incitera les responsables à faire d'Oak Ridge au Tennessee une ville neuve nettement plus accueillante. Ironiquement, après Hiroshima, le résultat des recherches et des travaux du projet Manhattan poussera le sociologue William Ogburn à envisager une répartition moins concentrée de la population des États-Unis afin de priver de cibles atomiques les ennemis potentiels du pays. Un disciple de longue date des idées de Howard et membre de la RPAA, qui avait travaillé sur Norris, Bomber City et Oak Ridge, Tracy Augur en fera une justification de sa prédiction pour la décentralisation urbaine. Avant le développement de la bombe H, d'autres s'appuieront sur ce raisonnement pour privilégier le développement des banlieues (pavillonnaires)^{34a}.



Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, la toute-puissance des États a pris pour acquis que l'aspect matériel de la ville (l'agglomération urbaine, l'*urbs* en latin) était plus déterminant que son existence socio-politique (la *civitas* en latin)^{34b}. Garnier est un des architectes européens exemplaires de cette époque, tels Auguste Perret et Le Corbusier, dont les idées ont été marquantes parce qu'elles traitaient précisément de l'aspect sur lequel leurs commanditaires (privés ou étatiques) avaient la plus grande emprise. Du coup, l'imagination de l'architecte franco-suisse Le Corbusier, redevable à Garnier sur certains points, ne re-

34. KARGON & MOLELLA, *Invented Edens*, op. cit. (a) pp. 16-21, 29-37, 67-90 ; (b) p. 121 ; (c) pp. 123-126 ; (d) pp. 126-129.

cule devant rien, ni la reconstruction du cœur de Paris, ni la conception d'une « Cité radieuse » marseillaise en un seul édifice, ni la planification de la ville de Chandigarh³⁵.

Cette ivresse du pouvoir des concepteurs de modèles se heurte à des résistances à la fois politiques et populaires à partir des années 1960³⁶. Le zonage appliqué aux transports urbains isole ou concentre de manière excessive les flux de circulation, provoquant des manifestations opposées aux démolitions intrusives dans plusieurs villes étatsuniennes, à commencer par Boston³⁷. Le projet d'une ville expérimentale sous dôme au Minnesota, lancé en 1966 pour tester de nouvelles techniques urbaines, avorte au tournant des années 1970, entre autres parce que la facture potentielle effraie^{34c}. En 1967, la France programme une ville satellite d'importance en périphérie de Rouen, Le Vaudreuil, qui devait compter 140 000 habitants en l'an 2000. Malgré une planification souple et adaptative, la ville nouvelle inquiète la population rurale qui craint la pollution que l'usine associée pourrait générer et l'agglomération rebaptisée Val-de-Reuil est loin d'avoir en 2000 l'ampleur prévue à l'origine^{34d}. Dans la fiction, des formes hypertrophiées du gratte-ciel ou de tours d'habitation plus modestes suscitent des critiques plus ou moins larvées dans *Les Monades urbaines*³⁸ de Robert Silverberg ou *I.G.H.*³⁹ de J. G. Ballard.

Le reflux du pouvoir des gouvernements démocratiques depuis cette époque s'est traduit par une décade des projets les plus grandioses, qui doivent se contenter de hanter les récits de science-fiction et les recueils de projets scolaires d'architectes en herbe, ouverts les uns comme les autres aux jeux de l'imagination.

35. Rachel LINOSSIER, Gilles NOVARINA, Natacha SEIGNEURET & Gabriella TROTTA-BRAMBILLA, *Les Espaces économiques de la ville : spécialisation et intégration*, Grenoble, Association pour le développement de la recherche, 2014, pp. 14-18 ; Françoise CHOAY, « Le Corbusier (1887-1965) », in *Les Faiseurs de villes*, op. cit., pp. 267-289.

36. C'est le cas à Amsterdam, par exemple. Voir : Herman VAN DER WUSTEN, « La Ville Fonctionnelle et les modèles urbains qui lui ont succédé », *EchoGéo* [En ligne], 36 (2016), 2016 ; accessible en ligne : <http://journals.openedition.org/echogeo/14634> (mars 2020), p. 4.

37. Howard WEINGROFF, *Busting the Trust Unraveling the Highway Trust Fund, 1967-1978*, juin 2013 ; accessible en ligne : https://www.fhwa.dot.gov/highwayhistory/busting_the_trust.pdf (mars 2020), pp. 170-184.

38. Robert SILVERBERG, *Les Monades urbaines (The World Inside, 1971)* ; Livre de Poche SF, 2005.

39. James J. BALLARD, *I.G.H. (High-Rise, 1975)* ; in *Crash / L'Île de béton / I.G.H.*, Denoël, coll. Des heures durant, 2006, pp. 357-558.

Les Portes, les Passages,
 Les espaces mythiques.
 L'Homme crée des espaces
 mythiques par nécessité et
 par défi. Ils sont la réponse à
 l'imaginaire conscient ou
 subconscient d'un Univers.

João CHARTERS DE ALMEIDA, « La Ville imaginaire », 1997

Il y a toujours eu une part de jeu dans toutes les villes imaginaires. Elle touche à son paroxysme dans les villes de la science-fiction qui ne sont conçues que pour amuser ou étonner les lecteurs : dans *L'Île à hélice*,⁴⁰ Jules Verne décrit Milliard-City comme une féerie électrique d'un futur indéterminé, construite selon un plan en damier, équipée de trottoirs mouvants, pourvue de tramways et autres véhicules électriques, et fournie en pelouses, jardins et parcs de toutes sortes, mais dénuée de bars et dépourvue de mendiants ou de criminels.^{40a} La ville n'a de vraiment singulier que de se trouver sur une île flottante et d'être habitée par des millionnaires. Son excentricité n'en fait pas un modèle. Au mieux, un avertissement.

Mon roman *Pour des soleils froids*⁴¹ présente une série de villes-concepts, parfois retenus pour leur esthétisme. Dans le cas de Ringaring, les Aquariens « avaient rangé les tours d'habitation de Ringaring en cercles concentriques, les tours les moins hautes formant un cercle intérieur serré et des tours de plus en plus élevées et espacées les encerclant pour sculpter un relief pointilliste qui s'étageait dans l'espace et reproduisait la courbe caractéristique des cratères creusés dans le roc granitique d'Aquaria. »^{41a} En fait, cette disposition m'avait été suggérée par une sculpture d'art moderne sur laquelle j'étais tombée dans une exposition présentée dans le port de Toronto. L'architecture, l'urbanisme et les arts plastiques partagent un cousinage souvent visible dans les ébauches et les maquettes d'architecte.

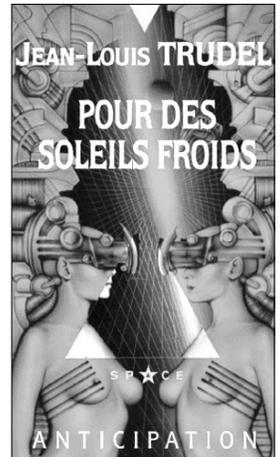


Illustration de Gilles FRANCESCO

40. Jules VERNE, *L'Île à hélice* (1895) ; in *Romans des îles*, Omnibus éd., 2010, pp.833-1079.

(a) *Première Partie*, pp.54-55, 58-61, 64, 80-84 & 93-116 de l'édition Hachette, 1916.

41. Jean-Louis TRUDEL, *Pour des soleils froids*, Paris, Fleuve noir, coll. Anticipation, 1994 ;

(a) p.76.

Le jeu peut aussi intervenir à un autre niveau. Dans *La Ville est un échiquier*,⁴² John Brunner s'inspire des plans en damier encore fréquents dans les villes nouvelles de son époque pour faire d'une telle agglomération non seulement une utopie résidentielle, mais un plateau de jeu dont les joueurs se disputent le pouvoir.

En revanche, la part de jeu est plus réduite quand la ville s'érige en modèle. Dans le roman canadien *Jean Rivard, le défricheur* (1862) d'Antoine Gérin-Lajoie, le héros fonde une nouvelle paroisse dans les bois appelée à devenir une petite ville nouvelle. Contrairement à plusieurs des villes planifiées notées précédemment qui nécessitaient un soutien étatique ou une organisation centrale, c'est l'initiative individuelle, l'entreprenariat et le libre marché qui permettent l'essor de «Rivardville». Dans la suite, *Jean Rivard, économiste* (1864), Rivardville est présentée comme un village (proche d'une petite ville) qui est un «immense jardin», se distingue par sa propreté (publique et privée) et intègre l'industrie légère à la vie rurale. Le réalisme du portrait est souligné par une référence à une bourgade bien réelle qui a connu un essor semblable⁴³. Véritable pamphlet en faveur de l'occupation du sol québécois et du développement rural, ce diptyque relève moins de la science-fiction que du prospectus publicitaire, mâtiné d'une dose d'utopisme. De même, la nouvelle «Le Carnaval à Québec en 1996 (Écrit à distance d'un siècle, en février 1896)» de Nazaire Le Vasseur énonce plutôt un programme d'améliorations pour la ville de Québec à la fin du XIX^e siècle⁴⁴.

Si toute ville est en partie imaginaire, il existe bien une ville réelle, connaissable en principe, sinon en pratique. À cette double nature des agglomérations où l'on vit correspondent au moins deux façons de les penser à l'avance. Il y a les modélisations urbanistiques, qui se servent d'équations, de programmes informatiques ou d'autres outils analogiques pour appréhender le fonctionnement (le plus souvent quantifié) de telle ou telle partie d'une ville, idéalement en fonction d'une théorie

42. John BRUNNER, *La Ville est un échiquier* (*The Squares of the City*, 1965) ; Pocket SF / Fantasy, 1985.

43. À l'époque de Gérin-Lajoie, le bureau fédéral des statistiques canadiennes classait les agglomérations comme urbaines à partir d'un seuil de mille habitants par localité. Voir : Antoine GÉRIN-LAJOIE, *Jean Rivard, économiste*, Montréal, J. B. Rolland & fils, 1876, pp. 156, 198-207.

44. Jean-Louis TRUDEL, *Petit Guide de la science-fiction au Québec*, Lévis, Alire, 2017, pp. 35-36.

donnée. Et il y a les modèles urbains qui se concentrent sur les « traits essentiels d'une ville idéale à réaliser », dont il a été question dans ce qui précède.^{45a}

Malgré le rationalisme de la Charte d'Athènes mise de l'avant par Le Corbusier et les CIAM, la ville-modèle du second type est d'abord un exercice fantastique qui exige l'aide du pouvoir pour devenir réalité, mais qui va devenir de plus en plus un instrument de pouvoir, au nom d'une rationalité et d'une bienveillance supérieures. Depuis 1960, toutefois, la *civitas* a retrouvé une place dans la réflexion urbaine, qui ne se passe plus d'une recherche des meilleures pratiques par les administrations municipales ainsi que d'un souci de gouvernance, d'inclusivité et de consultation.^{44b}

Dans les deux cas – modélisations mathématiques et modèles abstraits – affleure le fantasme d'une ville qu'il est possible d'appréhender et de contrôler, illusion contre laquelle des théoriciens de l'urbanisme comme Gaston Bardet s'élevèrent en rappelant que la ville réelle n'est jamais figée et qu'elle ne cesse d'évoluer qu'en cessant d'exister. Au lieu d'anthropomorphiser la ville, il s'agit de la considérer comme un être vivant en soi : « *La vie d'une cité est une évolution créatrice, autrement dit une création continue, échappant par conséquent au déterminisme. C'est dans le temps qu'il faut placer la ville et, par suite, sous l'angle du changement incessant qu'il faut la considérer.* » Les modèles urbains cités jusqu'ici ne seraient plus alors que des instantanés ou des finalités téléologiques de la ville dont l'ensemble de l'évolution devrait inspirer l'émulation. Bardet s'inscrivait dans la continuité de Geddes, dont la collecte de données socio-démographiques tendait à particulariser les villes existantes afin de tenir compte de leur personnalité.⁴⁶ Depuis 1960, l'évolution du vécu des villes a retenu l'attention des penseurs, entre autres, pour améliorer l'expérience au quotidien, voire pour instrumentaliser ces expériences afin de divertir les habitants ou d'attirer des touristes. La ville se donne pour but d'être écologiquement durable ou d'être créative, et elle s'en donne les moyens en devenant plus « intelligente »^{45c}.

À une planification serrée, l'urbanisme substitue de plus en plus des coups de pouce (ou d'accélérateur) qui doivent orienter l'évolution

45. Herman van der WUSTEN, « La ville fonctionnelle et les modèles urbains qui lui ont succédé », *op. cit.* (a) Sur cette distinction, voir : p. 1 ; (b) pp. 2-7 ; (c) pp. 7-12.

46. Jean-Pierre FREY, « Gaston Bardet (1907-1989) », in *Les Faiseurs de villes, op. cit.*, pp. 103-104, 105-107.

de la ville dans le sens désiré. L'édification d'un grand projet recule au profit du guidage avisé.

Conclusion

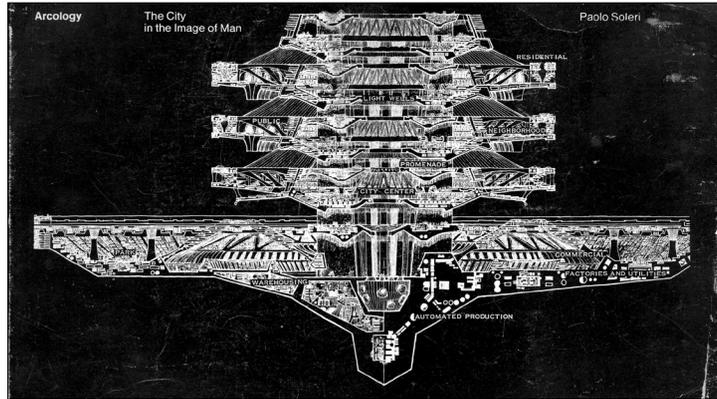
L'imaginaire exerce un certain pouvoir, mais la réalisation de ses conceptions exige l'exercice d'un pouvoir certain. Pour dessiner une nouvelle Barcelone à partir de 1860, Cerdá a bénéficié à la fois du soutien du pouvoir central madrilène et de sa reconnaissance dans un concours organisé par la commune.⁴⁷ Ce sont des autocrates comme Mussolini, Staline et Hitler qui ont rendu possibles la création de Torviscosa, Stalingrad ou Salzgitter. Aux États-Unis, la mobilisation en temps de guerre sous Roosevelt a permis de construire aussi bien Los Alamos qu'Oak Ridge. Aujourd'hui encore, les urbanistes et les architectes réclament souvent d'être affranchis des contraintes habituelles pour donner leur pleine mesure. En Floride, la construction d'EPCOT et de la ville de Celebration voulue par Walt Disney a nécessité une loi spéciale de la législature pour exempter l'entreprise des règles et des codes en vigueur. Robert H. Kargon et Arthur P. Molella font toutefois remarquer que la conception de Celebration a inversé le processus habituel qui commence par un modèle, imaginé par un architecte ou un urbaniste, et qui se termine par l'adaptation des habitants au tissu urbain résultant. Reprenant en partie la démarche à l'origine des films de Disney, la corporation a sondé les habitants potentiels de Celebration afin de découvrir leurs représentations d'une ville désirable pour ensuite réaliser ces fantasmes de la ville idéale⁴⁸. De ce point de vue, il s'agit d'un rare renversement du procédé d'humanisation de la ville appliqué par Ledoux à ses édifices : au lieu de faire appel aux marottes de l'architecte, ce sont les images archétypales des citadins qui sont matérialisées.

En l'absence de pouvoir ou d'influence, les villes imaginaires les plus séduisantes restent virtuelles. Disciple de Wright, Paolo Soleri (1919-2013) propose des villes écologiques et autonomes, qu'il désigne par le nom d'arcologie (mot-valise fusionnant « architecture » et « écologie »). Son ouvrage *Arcology: The City in the Image of Man*⁴⁹ (1969) multiplie les projets grandioses, du fond des mers à l'espace, tout en

47. Laurent COUDROY DE LILLE, « Ildelfonso Cerdá (1815-1876) », *idem*, pp. 117-119.

48. KARGON & MOLELLA, *Invented Edens*, pp. 134, 138-139, 144-146.

49. Paolo SOLERI, *Arcology: The City in the Image of Man* (1969) ; Bridgewood Press, 2001.



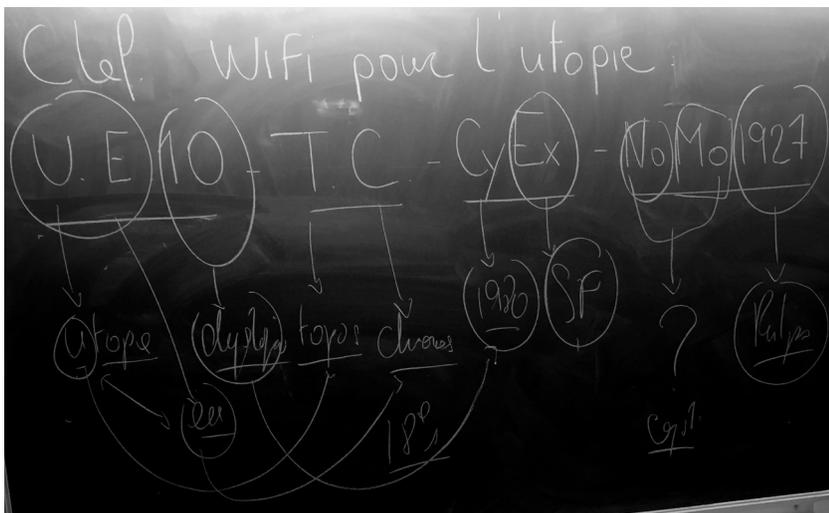
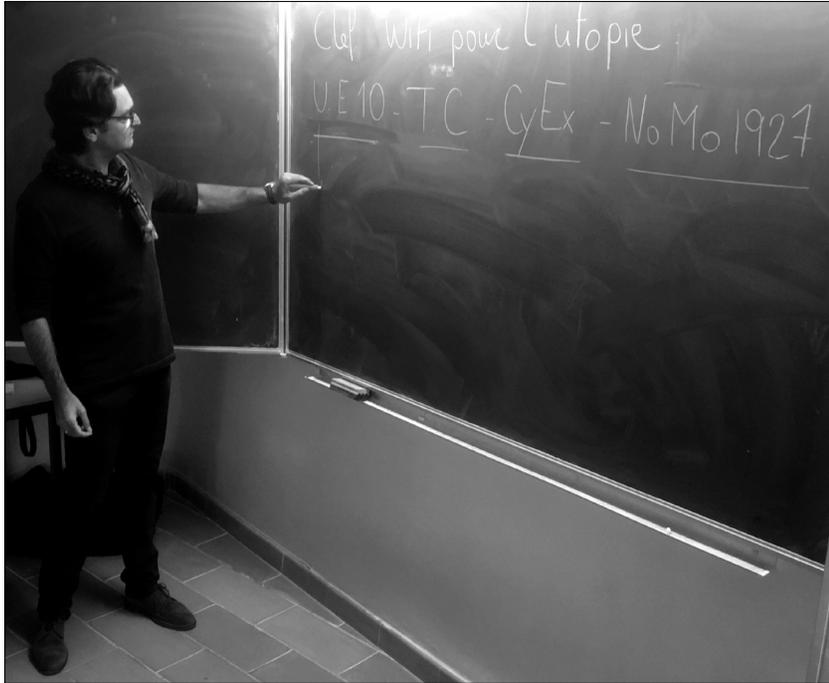
renouant (métaphoriquement) avec le projet de Dinocrate.⁵⁰ La science-fiction s'est emparée des idées de Soleri dès les années 1970. Par exemple, dans un texte de Jean-François Somcynsky (alias Somain) en 1975, un visiteur arrivé sur Terre découvre tour à tour Solériville et Solérigrad, immenses cités harmonieuses qui étouffent ou exacerbent la pulsion de liberté de leurs habitants humains.⁵¹ Même si Soleri finit par lancer la construction d'Arcosanti, une ville expérimentale à très petite échelle (moins de cent habitants) dans le désert de l'Arizona, il n'a jamais obtenu les soutiens étatiques, l'approbation des professionnels ou l'assentiment populaire qui auraient pu se traduire par des réalisations plus conséquentes.⁵² Faute peut-être d'en avoir fait une effigie de prestige, comme Dinocrate, ou l'incarnation d'un mode de vie plus enviable, comme Howard. La ville-modèle comme chaloupe de sauvetage ne devient attirante que lorsque le naufrage menace.

La science-fiction est une prise de pouvoir par ses créateurs, un pouvoir qui reste virtuel, mais qui a toujours la possibilité d'avoir une influence au-delà de l'univers fictif tant que l'imagination se cantonne dans le champ des possibles.

50. David GRIERSON, « Arcology and Arcosanti: towards a sustainable built environment », *Electronic Green Journal* 18 (2003), <https://strathprints.strath.ac.uk/5597> (mars 2020), pp. 5-11.

51. Jean-François SOMCYNKY, « Le Voyage du petit homme », in *Les Grimaces*, Montréal, Pierre Tisseyre, 1975, pp. 171-244.

52. À l'origine, Arcosanti devait compter plus de 5 000 habitants. Voir : Kathleen VANESIAN, « Paolo Soleri Is the True Legend of the Arizona Architecture Scene », *Phoenix New Times* (30 mai 2013). Accessible en ligne : http://www.grahamfoundation.org/system/grants/press/308/original/ScottsdaleMCA_MediaCov_PhoenixNewTimes_20130530.pdf (mars 2020).



SESSION 8

Utopies et modèles politiques : les cas-limite de la SF

lancement : Ugo Bellagamba

Ugo Bellagamba invite participants et lecteurs à rechercher dans leur WiFi mental le réseau Utopia, et à en taper mentalement le code d'accès :

UE10 - TC - CyEx - NoMo 1926

qui, pour peu que l'on se souvienne que l'utopie n'est ni un modèle, ni un système et qu'elle préfère généralement la simplification à la complexité, peut se décomposer ainsi :

U : c'est le u grec de l'absence, *u-topos*, c'est le lieu qui n'existe pas.

E : également une racine grecque, *eu*, qui est liée à ce qui est bon, ici à un équivalent du bonheur.

C'est la grande ambiguïté posée par Thomas More en 1516.¹ Dès sa création, l'utopie est dans son histoire soit le lieu impossible qui n'existe pas, soit le lieu du bonheur. En un sens, comprendre l'utopie, c'est d'abord comprendre l'intention de Thomas More, beaucoup d'autres utopies ne faisant que revenir sur cette première formulation et cette première ambiguïté.

TC : renvoient aux deux dimensions que l'utopie peut occuper, l'espace (*topos*) et le temps (*chronos*).

L'histoire des utopies est en effet celle d'un discours en perpétuelle adaptation pour répondre aux préoccupations et aux interrogations de ceux qui y avaient recours. Si elle a d'abord été un ailleurs, un lieu en

1. Thomas MORE, *L'Utopie* (1516) ; éd. Librio, coll. Littérature classique, 1999.

dehors de la réalité, elle est rapidement devenue également un projet d'émergence d'un monde meilleur, l'*utopie* devenant alors *uchronie*, au sens d'un temps qui n'existe pas encore, racontant une histoire au futur simple plutôt qu'au futur antérieur, comme celles qui reviennent sur le passé pour raconter des histoires divergentes.

Dès le XVIII^e siècle, pour ne pas dire dès Thomas More, l'utopie entretient un rapport avec la modélisation, dans la mesure où son projet est d'identifier les paramètres dont la modification pourrait fonder un futur meilleur. Ainsi, dans son *Petit guide de la SF au Québec*,² Jean-Louis Trudel explique que, même s'il n'a pas toujours été bien compris, l'auteur de *L'An 2440*³ était un visionnaire non prospectif, cherchant moins à prédire qu'à projeter des modèles de société dans le futur pour mieux comprendre son présent.

Cy : évoque le préfixe *cyber* de *cybernatus*, le pilote, mais aussi de cyberpunk, de cybernétique, et de tous leurs avatars.

Pour Ugo, le cyberpunk des années 1980 est la n-ième renaissance de l'utopie. Contrairement aux idées reçues, celle-ci n'a en effet pas disparu avec l'apparition de la SF : elle s'est transformée en science-fiction, héritière directe du processus utopique. Pour autant, la tension utopique du cyberpunk peut aboutir à des mondes terribles, *dystopiques* plutôt qu'*utopiques*.

Le 10 (dys) du code d'accès est donc une astuce mnémotechnique pour se rappeler qu'on peut définir une chose par son contraire, et que ce contraire même en fait pleinement partie.

Ex : évoque l'extérieur, l'exo-, l'extra-terrestre.

Beaucoup des civilisations exo- ou extra-terrestres, des exo-mondes de l'exo-littérature que constitue la SF sont en effet aussi des mondes meilleurs. Une bonne part de la littérature de space opera s'inscrit spontanément dans la tradition utopique de formuler des alternatives positives à la réalité, en partant du réel pour développer la complexité de l'altérité et de la rencontre avec l'Autre, *via* celle de civilisations extra-terrestres.

2. Jean-Louis TRUDEL, *Petit Guide de la Science-Fiction au Québec*, Québec, Alire éd., coll. Science-Fiction, 2017.

3. Louis-Sébastien MERCIER, *L'An 2440. Rêve s'il en fut jamais* (1770) ; Paris, éd. La Découverte, coll. Poche, 1999.

1926 : Date-charnière de la naissance des *pulps* SF, avec *Amazing Stories*⁴.

Il s'agissait là-encore de celle d'une renaissance de l'utopie sous une forme nouvelle, qui sera celle de la science-fiction d'expression américaine : 1926 répondant à 1516, on retrouve au travers des *pulps* et de leur naïveté la foi de More en la possibilité de penser un monde meilleur, une utopie.

Pour autant, ces histoires constituent surtout une sorte de répertoire de choses qui n'ont jamais été concrétisées : nous ne vivons pas dans l'Utopie de Thomas More, où il n'y a pas de propriété et où l'on ne travaille que six heures par jour, les visions du cyberpunk ne se sont pas réalisées, etc. Pour Ugo, l'utopie comme la SF sont donc plutôt des tentatives narratives d'établir des contre-modèles spéculatifs, des espaces textuels clairement délimités que l'on peut explorer à l'envi pour aider à modéliser la réalité, par exemple en identifiant des paramètres pertinents, qu'ils soient institutionnels et judiciaires ou même moraux, etc.

Le dernier terme du code est donc la conclusion plus personnelle d'Ugo Bellagamba, au terme de son introduction :

NoMo : *No-Modèle*, la science-fiction et l'utopie ne sont pas des modèles !

L'utopie, un système clos

Leur clôture est en effet ce qui permet aux utopies de fonctionner, assure Daniel Tron : quelle que soit la beauté de ses principes organisateurs, la magnifique mécanique d'êtres parfaits mettant en œuvre une forme de rêve exemplaire en remplissant leurs fonctions sociales dans un monde idéal tourne souvent au cauchemar dès lors que l'utopie se répand sur l'ensemble de la réalité. Une fois franchie la membrane de cette cellule parfaite, la pureté esthétique du système est confrontée à l'imperfection de la société et au chaos des émotions humaines – y compris la tendance très humaine à faire parfois le contraire de ce que l'on attend de nous – et la tentation de les maîtriser, comme on pouvait le faire du système fermé, mène rapidement à un contre-modèle dysto-

4. Créé par Hugo Gernsback, *Amazing Stories* est le premier magazine consacré entièrement à la science-fiction. Le premier numéro, paru en avril 1926, propose des nouvelles de H. G. Wells, Jules Verne et Edgar A. Poe. C'est un *pulp*, c'est-à-dire un magazine bon marché, tiré sur du papier de pulpe de bois de qualité médiocre.

pique. On en trouve d'ailleurs de nombreux exemples au cinéma, du *THX 1138*⁵ de George Lucas à *L'Âge de cristal*⁶.

Du point de vue littéraire, Irène Langlet souligne toutefois l'intense circulation des idées dans un imaginaire commun à ces mondes supposément isolés. Elle cite à l'appui un article de Patrick Bergeron⁷ qui fait la liste de toutes les fictions insulaires, déjà instructive en elle-même par son intertextualité, et montre que, aussi clôturées qu'elles puissent être, textuellement ou thématiquement, ces fictions se sont parlé dès le départ.

D'autre part, on a parfois tendance à tenir pour acquis les échos fragmentaires mais positifs dans notre réalité des utopies d'hier, remarque Jean-Louis Trudel. La réduction des privilèges d'oisiveté de la noblesse, un meilleur partage de la richesse, la résolution de ne faire que des guerres défensives, suggérées par l'Abbaye de Thélème de Rabelais⁸ ou par l'Utopie de More ont durablement inspiré les rêves de l'humanité.

Quelle(s) césure(s) entre utopie et SF ?

Au-delà du motif de l'île, la sérialité apparaît à Irène comme une différence essentielle entre 1516 et 1926, l'utopie originelle de More et l'entreprise de Gernsback : le texte n'étant pas tout, le mégatexte n'est plus seulement une potentialité, mais un moteur de production industrielle et massive de récits, et aussi d'inventions, et de modèles.

Pour Ugo, toutefois, l'intertextualité, sinon la sérialité, est déjà intensément présente dès le XVIII^e siècle. Même si l'on n'en a gardé qu'une poignée, comme le *Code de la nature*⁹ de l'abbé Morelly, *L'an 2440* de Mercier, et tout Simon Tyssot de Patot, il s'y était en fait publié environ 300 utopies qui s'échangeaient, se complétaient et souvent même se plagiaient, au sein d'une sorte de « famille » littéraire qui n'est pas sans évoquer celle que constituera la SF au XX^e siècle. *A fortiori*, au XIX^e, nombre d'utopies libertaires et scientistes paraissaient par épisodes dans les journaux grand public et étaient considérées comme une

5. *THX 1138*, 1971, réalisation : George LUCAS, Warner Bros. Prod., U.S.A.

6. *L'Âge de cristal (Logan's Run)*, 1976, réalisation : Michael ANDERSON, M.G.M. prod., U.S.A.

7. Patrick BERGERON, « Autarcie et filiation dans *Island* de Huxley et *L'Île de Merle* », in *Otrante* n° 40, Paris, Kimé éd., 2016.

8. François RABELAIS, *Gargantua* (1534) ; Garnier-Flammarion, 2016.

9. Étienne-Gabriel MORELLY, *Code de la nature, ou Le véritable esprit de ses lois de tout temps négligé ou méconnu* (1755) ; La ville brûle éd., coll. Mouvement réel, 2011. Accessible en ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/Code_de_la_Nature/Texte_entier (mars 2020).

forme plutôt légère et satirique. Pour Jean-Louis Trudel, l'intertextualité existait même déjà au ^{xvi}^e, à l'époque de Rabelais, et au ^{xvii}^e à celle de Campanella. En elle-même, la sérialité ne paraît donc pas justifier la césure traditionnelle entre utopies et science-fiction.

La véritable nouveauté de la SF par rapport aux utopies classiques pourrait alors être, suggère Jean-Louis Trudel, la part beaucoup plus élevée que la première accorde à la technologie, là où les secondes, chez More ou Campanella, peuvent plutôt être considérées comme un ensemble de règles. Or certains historiens de la technique tendent aujourd'hui à considérer cette dernière comme une forme de règle réifiée, concrétisée ; de ce point de vue, on pourrait sans doute penser comme leur continuation actuelle tout un pan de la science-fiction programmatique, qui imagine par exemple des sociétés différentes où l'on accède à la noosphère en s'implantant des machines dans la tête. L'équivalent des règles des utopies classiques serait alors à rechercher dans les objets techniques de la SF.

La distinction n'est donc pas la présence de la technique dans les récits en tant que telle. Celle-ci était en effet également très présente dans les utopies classiques, constate Ugo Bellagamba : ainsi, les Atlantes de Francis Bacon¹⁰ avaient déjà des laboratoires souterrains, créaient de nouvelles espèces, observaient le ciel avec des lunettes astronomiques, etc. ; mais l'on pourrait aussi bien remonter aux trépieds dorés automatiques de Vulcain, ou à la remarque d'Aristote selon laquelle on n'aurait pas besoin d'esclaves si les métiers à tisser fonctionnaient d'eux-mêmes. Celle-ci trouve en quelque sorte, selon Jean-Louis, sa réalisation parfaite dans le cycle de la *Culture*¹¹ de Iain M. Banks, dont les *Minds* « décident par bonté d'âme d'être les esclaves et les couteaux suisses des humains », permettant à ces derniers de déterminer ce qu'ils veulent faire. La véritable distinction réside dans la prise de conscience par la SF de la puissance transformatrice de la technique, insiste Jean-Louis, alors que la forme sociale des utopies classiques n'est *a priori* pas dictée par de nouveaux objets techniques, qui y apparaissent plutôt comme un signe de progressisme. C'est en partie différent au début du ^{xix}^e siècle, avec

10. Francis BACON, *La Nouvelle Atlantide* (1627) ; Garnier-Flammarion, 1997.

Ugo rappelle que la lunette astronomique, introduite par Galilée en 1609, est encore en 1627 un objet de haute technologie.

11. Iain M. BANKS, *cycle de la Culture* (1987–2012) ; Livre de Poche SF.

en particulier le *Catéchisme des industriels*¹² de Saint-Simon dont, rappelle Ugo, le parlement industrialiste fonctionne avec une « chambre d'invention », une « chambre d'examination » et une « chambre d'exécution » institutionnalisant la production de techniques ; puis chez Fourier une transformation sociale complètement liée à la puissance technique, jusqu'à la transformation de la Terre elle-même, le Sahara devenant un champ fertile, etc.

Le paramètre humain

Une troisième différence significative pourrait être le type de rapport que l'utopie entretient avec les humains eux-mêmes. Si les individus que met en scène la SF peuvent présenter une inquiétante étrangeté, voire une véritable rupture avec la condition humaine, jusqu'à remettre parfois celle-ci en question, comme dans *Le Meilleur des mondes*,¹³ on n'en reconnaît pas moins généralement chez eux un certain nombre de caractéristiques familières. L'entreprise utopique favorise en revanche, suggère Simon Bréan, un effet de distanciation cognitive sur l'humain lui-même : si ce sont incontestablement des humains au sens biologique, les Utopiens de More ne sont pas des individus tels que l'on peut effectivement en rencontrer. Le même effet est d'ailleurs également identifiable dans les utopies politiques.

Ainsi, on a pu reprocher de la même façon au modèle de société communiste comme à celui de la *Culture* de postuler que les hommes sont des anges – les seuls en fait à même d'entretenir une société parfaite –, les citoyens humains de la société post-pénurie de Banks n'ayant aucun problème et pouvant tout faire, y compris de leur corps. Il convient toutefois de noter, souligne Ugo Bellagamba, que ces derniers ne sont pas angéliques par nature, mais le produit d'une longue préparation, et notamment d'une éducation, qui ont décalé leurs valeurs, dans la tradition libertaire de l'*Humanisphère*¹⁴ de Déjacque pour laquelle la culture scientifique apparaît comme une sorte d'illumination permettant aux individus de dépasser les comportements aberrants que l'on observe

12. SAINT-SIMON, Claude-Henri de Rouvroy, *Catéchisme des industriels* (1822-1823) ; in *Œuvres*, Paris, Anthropos éd., 1966.

13. Aldous HUXLEY, *Le Meilleur des mondes* (*Brave New World*, 1932) ; Pocket, coll. Littérature-Best, 2013.

14. Joseph DÉJACQUE, *L'Humanisphère, utopie anarchique* (1859). Accessible en ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/L%E2%80%99Humanisph%C3%A8re,_utopie_anarchique (mars 2019).

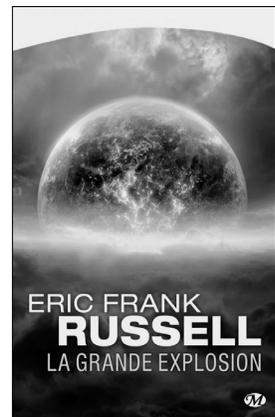
dans la réalité. Pour Pascal Thomas en revanche, Banks a dépassé le problème de l'angélisme dans la mesure où les véritables individus qui constituent la Culture sont les *Minds*, non les humains qui y tiennent plutôt un rôle comparable à celui des chats dans la nôtre : « *ils peuvent se battre en eux, ce n'est pas bien grave, on les sépare et on leur donne de la pâtée...* ».

Modéliser une société utopique suppose donc de reconstruire, en plus des traditionnels paramètres collectifs institutionnels et juridiques, une notion opératoire de ce que l'on entend par « humain », des individus effectivement impliqués dans les familles, les contrats, la propriété, les mariages, etc. Ce décalage spécifique est particulièrement difficile à interpréter, remarque Simon, dans la mesure où c'est en grande partie dans cette dimension que pourraient par ailleurs se jouer la reconnaissance et l'éventuelle identification du lecteur et son acceptation de la modélisation.

Utopies héréditaires

En admettant même qu'une génération humaine a réussi à bâtir une utopie concrète qui lui convient vraiment, on peut également s'interroger sur le statut des suivantes, nées dans cette structure choisie par leurs ancêtres et à la mesure de ces derniers. S'en trouveront-ils nécessairement aussi bien ?

Estelle Blanquet propose l'exemple d'une novella d'Eric Frank Russell, « La Grande explosion »¹⁵. La Terre y a essaimé, toutes sortes de communautés, des passionnés de culturisme à ceux de la féodalité, ayant eu la possibilité de fonder sur des planètes lointaines des colonies qui se sont développées isolément pendant quelques décennies. Ces différentes expériences ont plutôt réussi et le récit décrit la reprise de contact par un vaisseau militaire terrien – dont l'équipage humain, qui s'attend à être accueilli avec soulagement, se retrouve chaque fois en décalage : gringales en uniformes, ils sont mal vus sur la planète



15. Eric Frank RUSSELL, « La Grande explosion » (« The Great Explosion », 1962) ; in *Prisonniers des étoiles*, Bragelonne éd., 2010, pp. 249-398.

des Culturistes, qui ont fait de leurs corps un objet esthétique, etc., et finissent par s'enfuir de la dernière planète, celle des anarcho-libertariens, la micro-société hiérarchisée du vaisseau commençant elle-même à dégénérer...

Isaac Asimov avait à l'inverse fondé son cycle des *Robots*¹⁶ sur un jeu constant de conflit et de violation des règles imposées de l'extérieur, les « trois lois de la robotique » que John Campbell lui avait fait construire, remarque Pascal Thomas – pour finir dans un roman tardif par la réécriture d'une « loi zéro »¹⁷ par les robots eux-mêmes, dans une tentative d'établir une sorte d'utopie à l'échelle de la galaxie, souligne Anthony Vallat.

Les Éléments de mathématique, un récit utopique ?

Claude Lobry développe un parallèle entre utopie et mathématiques, dont certaines théories axiomatisées, comme celle de Bourbaki¹⁸ lui semble également répondre impeccablement à l'ensemble des critères discutés jusqu'ici. Ainsi de l'élégance formelle du système clos d'axiomes qui, selon lui, peut également tourner au cauchemar lorsqu'on le fait déborder sur le réel¹⁹...

« *Certainement mégalomaniaque* », l'entreprise de Bourbaki consistait à réécrire toutes les mathématiques pour en proposer un traité de base homogène sur lequel la science ensuite allait pouvoir se développer de façon harmonieuse. Si elle a joué un grand rôle dans le développement des mathématiques au milieu du xx^e siècle, elle a également souvent été qualifiée d'utopique, mais toujours sur un mode de critique informelle. Il serait sans doute intéressant, propose Claude, bien dans l'esprit peyrescan et en tout cas inédit que d'authentiques spécialistes de l'utopie, disposant de définitions sérieuses et d'outils d'analyse littéraire, interviewent des mathématiciens et se penchent plus sérieusement sur

16. Isaac ASIMOV, *Le Cycle des Robots (1939-1977)* ; J'ai Lu SF, 2015.

17. Isaac ASIMOV, *Les Robots et l'empire (Robots and Empire, 1985)* ; J'ai Lu SF, 2001.

18. Dans l'immédiate avant-guerre, puis dans les années 1950-60, un groupe de mathématiciens français issus de l'ENS a collectivement composé un énorme traité, nommé *Éléments de mathématique* (une trentaine d'ouvrages entre 1939 et 2016 ; Springer éd., 2006-2016), en référence aux *Éléments* d'Euclide, et signé « Nicolas Bourbaki ». La composition du collectif Bourbaki était en principe secrète, même s'il s'agissait, selon Claude, d'un « secret de Polichinelle ».

19. Un tel exemple de théorie mathématique axiomatisée pourrait selon Claude être la « théorie de la valeur » qui a valu un prix Nobel d'économie à Gérard Debreu et se trouve aujourd'hui utilisée comme caution du néolibéralisme.

les théories mathématiques axiomatisées pour déterminer si l'on peut, ou non, les considérer comme des utopies.

Si l'on comprend l'utopie comme un ensemble de règles, il convient de se souvenir que les mathématiciens qui en édictent pour définir un système le font rarement pour tenter de construire le meilleur système possible, mais plutôt pour mettre ces règles à l'épreuve et en explorer les conséquences. Jean-Louis Trudel propose donc d'inverser le point de vue de Claude et de s'interroger sur les utopies littéraires fondées, dans une approche de type « mathématicienne », sur la mise à l'épreuve de règles envisagées d'entrée comme non idéales.

C'est une approche qui semble encore assez rare en ce qui concerne les utopies, même si, suggère Jean-Louis, on pourrait sans doute considérer que l'espace de liberté ouvert par le cycle de la Culture ouvrait la porte à ce type d'expériences de pensée. Celles-ci sont en revanche assez fréquentes en SF, remarque Pascal Thomas, avec en particulier les « *one change stories* » changeant un unique paramètre, comme *Le Pavé de l'enfer*²⁰ où Damon Knight imagine que l'on peut dupliquer tous les objets industriels, ce qui, loin d'éradiquer la pauvreté, provoque évidemment une catastrophe, ou encore, dans le même esprit, « La Clef laxienne »²¹ de Robert Sheckley.

Si l'on peut en effet développer l'analogie entre certains discours mathématiques et les utopies, dépasser ce stade apparaît difficile à Irène Langlet, du fait de la différence irréductible liée à la présence ou non d'un récit : les utopies obéissent aux lois du récit, les mathématiques, non – ou du moins, on ne les lui a jamais présentées comme des récits dans toute sa carrière d'élève. Pascal Thomas s'inscrit en faux : pour sa part, lorsqu'il écoute un (bon) exposé réalisé par un mathématicien à l'usage d'autres mathématiciens, il y reconnaît sans difficulté les règles du récit. Il y a une situation de départ, un problème à résoudre ; puis, souvent, un *spoiler*, l'annonce d'un résultat, « *j'ai démontré tel théorème* », suivie d'une introduction progressive de cette démonstration, la motivant tout en ménageant un *suspense*, des questions ouvertes, sans généralement la présenter dans l'ordre chronologique de sa découverte.

20. Damon KNIGHT, *Le Pavé de l'enfer* (*Hell's Pavement*, 1955) ; Pocket coll. SF/Fantasy, 1982.

21. Robert SHECKLEY, « La Clef laxienne » (« The Laxian Key », 1954) ; in *Le Prix du danger et autres récits*, J'ai Lu SF, 1995, pp. 86-101.

Pour autant, souligne Irène, il s'agit plus là d'un « déroulement » que d'un récit, au sens technique de ce terme. Il existe des textes et des discours non narratifs, non fictionnels, qui méritent d'être distingués d'un récit. L'une des premières distinctions qu'un spécialiste serait enclin à déterminer sera le type de codes sémiotiques auxquels renvoie un discours. Ainsi, lorsque des physiciens se mettent à parler avec les mains à tracer dans l'air des courbes imaginaires pour appuyer leurs descriptions de fonctions ou d'autres objets mathématiques à l'usage d'autres physiciens, comme l'évoque Éric Picholle, on est d'après Irène plutôt dans le registre du théâtre ou du mime que dans celui du récit.

Sans doute serait-il intéressant d'étudier spécifiquement de ce point de vue le discours des mathématiciens lorsqu'ils décrivent oralement leurs raisonnements : on entend alors souvent des expressions comme « *alors, là, je le fais avec les mains* », ou encore des adverbes comme « *philosophiquement* », voire « *moralement* », pour justifier une transition, témoigne Franck Grammont. Mais une telle analyse littéraire, qui ne semble pas avoir jamais été tentée, suppose pour lui qu'on se donne les moyens de dépasser la seule forme de ces discours pour accéder également à une véritable compréhension mathématique de ce qui s'y joue.

Comme celui de Claude, un tel projet consisterait à étudier non pas les objets produits, *Éléments de mathématique* ou simple démonstration, mais les représentations développées à leur propos par ceux qui les ont produits, non pas l'objet mathématique lui-même, mais le récit qui en est fait, donc des objets de second degré, souligne Simon Bréan – et c'est probablement ce qui le rendrait réalisable, l'opération d'ajout poétique, de réinterprétation poétique de l'objet mathématique étant déjà faite, ou plus exactement laissée à la libre appréciation des individus qui l'ont composé.

L'alternative consistant à complètement sortir l'objet de premier degré de sa logique première pour l'analyser par des techniques littéraires impliquerait inévitablement aussi, de la part, cette fois, de l'observateur littéraire, une narrativisation, une reconstruction qui serait de l'ordre du processus poétique. Or si, relève Simon, l'analyse littéraire n'implique pas que l'objet analysé soit un récit, les spécialistes de littérature tendent à se caractériser par une prévention assez marquée contre la tentation de tout mélanger, conclut Irène Langlet.

Mathématiques pour tous

Pour Pascal, la limite de l'analogie entre discours mathématiques et utopies réside plutôt dans le caractère très technique, voire hermétique, du premier, sans doute même plus encore que celui d'autres domaines scientifiques. Mais la plupart portent sur des concepts qui ne sont pas immédiatement évidents et demandent un apprentissage important pour être appréhendés, au contraire de la littérature utopique qui, par nature, est un objet politique qui s'adresse à un vaste public pour l'amener à réfléchir sur le monde et manipule plutôt des concepts du domaine commun, même lorsqu'elle le fait de façon extrêmement sophistiquée. Si l'analogie peut être développée, c'est *a priori* plutôt avec des formes d'utopie « savantes », au sens d'une musique savante qui ne peut être appréciée que par des musiciens. Ou encore en imaginant un mathématicien doté de capacités littéraires suffisantes pour écrire une authentique utopie mathématique, ce qui paraît tout à fait envisageable dans l'absolu, persifle Ugo Bellagamba...

La science-fiction, en revanche, sait jouer avec les mathématiques, remarque Pascal, de Rudy Rucker, lui-même mathématicien et logicien, qui mélange dans ses romans un joyeux *melting pot* jusqu'à Greg Egan qui, sans être mathématicien n'hésite pas à mettre en jeu sur un mode plus *hard SF* des objets et des formalismes mathématiques qui ne sont pas compréhensibles par tout le lectorat, au point de voir ses romans parfois qualifiés « d'illisibles »²².

Le fait que certains termes mathématiques soient incompréhensibles pour le commun des mortels, ou évoquent un sens vulgaire sans rapport avec leur acception mathématique, ne les empêche pas de relever parfois de la poésie pure, indépendamment de tout récit, assure toutefois Jean-Jacques Régnier, que leur lecture enchante. Il propose ainsi trois exemples de conjectures « *piochées à droite ou à gauche* »²³ :

Conjecture de Hodge

« Toute forme différentielle harmonique (d'un certain type) sur une variété algébrique projective non singulière est une combinaison rationnelle de classes de cohomologie de cycles algébriques. »

22. Greg Egan, *la littérature au risque de la science*, Actes des 9^e Journées Sciences & Fictions de Peyresq, éd. Somnium, à paraître en 2020.

23. « Mathématiques pour tous », 30 mars 2006. Accessible en ligne : http://giangi.free.fr/humeurs_05-06.html#Mathematiques (mars 2020).

À propos de la médaille Fields de Laurent Lafforgue :

« Ses résultats établissent l'existence d'une unique bijection préservant les fonctions L entre, d'une part, les représentations l-adiques irréductibles de dimension r du groupe de Galois de ce corps et, d'autre part, les représentations automorphes cuspidales du groupe linéaire de rang r à coefficients dans l'anneau des adèles dudit corps de fonctions. »

Et enfin la conjecture de Poincaré,

plus courte et plus connue (démontrée depuis) :

« En dimension 3, la sphère est la seule variété compacte qui soit simplement connexe. »

Cet aspect poétique, avec un jeu sur les mots du discours mathématique, leur sens et les images qu'ils évoquent a d'ailleurs été largement abordé, en particulier par l'Oulipo.

Sortir du Modèle au nom de l'Idéal : le cas emblématique de *l'Utopie* de Thomas More (1516)

Ugo Bellagamba

Je présume que si nous ne prenions pour fantaisie ce qui est figure véridique, y voyant au contraire expressément les manière et mode de notre état, les hommes ne s'exalteraient pas dans leur cœur pour quelque pouvoir ou autorité qu'ils détiennent en ce monde et dont ils peuvent bien voir que ni l'un ni l'autre ne valent guère mieux que le gouvernement d'un prisonnier sur ces pareils...

Sir Thomas MORE¹

Toute personne, érudite ou curieuse, engagée dans une démarche de recherche, quelle que puisse être sa discipline (histoire du droit, des idées, des faits sociaux, de l'art, des sciences, sociologie, anthropologie, psychologie, et j'en passe...) ou dans une mission de pédagogie (au niveau scolaire ou universitaire), qui se penche sur la question des idéaux politiques forgés par l'humanité à travers l'Histoire, qui s'interroge sur les typologies des régimes politiques depuis Hérodote, est nécessairement familière avec ce rêve récurrent de la société parfaite qui paraît être inauguré, à la Renaissance, avec *L'Utopie*² de Sir Thomas More. Publié en latin, en 1516, par celui qui devait devenir brièvement chancelier d'Angleterre sous le roi Henri VIII et payer de sa vie, en 1535, après un emprisonnement à la Tour de Londres,^{3a} son intransigeance de juriste, son refus de souscrire à l'Acte de Suprématie et, sans doute, la pureté de sa foi catholique, ce texte apparaît comme un repère intellectuel, un amer indispensable à la navigation sur l'océan des œuvres

-
1. Thomas MORE, *Écrits de prison, précédés de la vie de Sir Thomas More par William Roper* (*Prison Letters*, 1534-1535) ; Paris, Seuil, 1953, p. 9.
 2. Thomas MORE, *L'Utopie* (*Utopia*, 1516) ; Paris, Flammarion, coll. GF corpus, 2013 (pour la pagination).
 3. Simone GOYARD-FABRE, « Introduction », in *L'Utopie*, *op. cit.* (a) p. 29 ; (b) p. 64 ; (c) p. 18 ; (d) p. 24.

utopiques, des possibilités sociales et des rêves institutionnels qu'elles décrivent, et que cartographie ce petit néologisme, par More inventé, et devenu, avec la patine des siècles, un simple substantif : « l'utopie ».

Un nom commun, devenu si célèbre, qu'on lui consacre des dictionnaires,⁴ des journées d'études,⁵ des colloques universitaires,⁶ mais qui est aussi décrié, puisque l'on tourne souvent en dérision ceux qui s'en réclament,⁷ surtout s'ils sont engagés en politique : ces « utopistes » incorrigibles, qui ne sont que des « fous » qui croient à la possibilité d'atteindre la cité parfaite. Il y a même aujourd'hui « *une guerre de langage autour du concept d'utopie* ». ⁸ Mais est-il loisible d'envisager les utopies, en général, et *L'Utopie* de More en particulier, comme des outils de réflexion politique, des instruments d'expérimentation juridique, ou ne sont-elles plutôt que des rejets, fermes mais contingents, du monde réel, rien de plus en somme qu'« *une réponse donnée aux inquiétudes, espoirs et rêves inassouvis du siècle* »^{3b} ? Dans ce cas, les utopies ne seraient que des ébauches littéraires de sociétés alternatives, qui ne pourraient fournir au lecteur que « *l'horizon lointain d'une recherche* »^{3b} qui resterait à mener, et, en aucun cas, des modèles construits et véritablement étayés. En somme, l'écriture d'une utopie est-elle une façon de sortir du modèle social et politique dominant ou contribue-t-elle à le forger ? Il nous semble que cette ambiguïté fondamentale se pose dès le texte fondateur de Thomas More, et c'est pourquoi toute recherche doit commencer par lui, ce qui suppose de poser les jalons du sujet, à commencer par le poids de son contexte. En précisant, avec Simone Goyard-Fabre, que « *à dire vrai, More ne s'était guère soucié d'inventer un genre littéraire* »^{3c} ; et qu'il n'a jamais manifesté jusqu'à sa mort le moindre souci quant à la pérennité de son œuvre.

4. *Dictionnaire des utopies*, dir. Michèle RIOT-SARCEY, Paris, éd. Larousse, 2002.
(a) verbo « Utopia », p. 233.

5. *Juristes en utopie*, dir. Jérôme FERRAND, Paris, éd. L'Harmattan, 2009.

6. *Peine et utopie. Représentations de la sanction dans les œuvres utopiques*, Actes numériques du Colloque international de Nice des 7-8 décembre 2017 ; accessible en ligne : <http://epi-revel.univ-cotedazur.fr/publication/item/113#peine-et-utopie> (mars 2020).

7. Ugo BELLAGAMBA, « Ironie et Utopie », in *Des Utopies réalisables*, Lausanne, A•Type éd., 2015, pp. 175-185 ; accessible en ligne : https://www.researchgate.net/profile/Marc_Breviglieri/publication/336832252_Breviglieri_monde_condamne_a_1%27utopie/links/5db4af0792851c577eca0536/Breviglieri-monde-condamne-a-lutopie.pdf (mars 2020).

8. Miguel ABENSOUR, *L'Homme est un animal politique*, *Utopiques II*, Paris, éd. Sens & Tonka, 2013, p. 174.

L'Utopie est-elle bien la fille de la Modernité ?

Cette question a été si fréquemment débattue au sein de la communauté des chercheurs qu'elle doit être abordée ici, et courageusement tranchée, en amont de cette modeste étude. *L'Utopie* de Sir Thomas More constitue-t-elle vraiment un « genre nouveau »,^{4a} un novum au sens institutionnel et politique, autant que sur le plan strict du vocabulaire ?

Les racines antiques, et surtout grecques, de la culture juridique et politique de More sont flagrantes, et son texte s'inscrit dans une tradition intellectuelle et littéraire qui remonte à la « discussion des sept sages perses sur le meilleur gouvernement », que l'on retrouve dans le livre troisième de *L'Enquête*⁹ de Hérodote qui d'ailleurs, tout comme More dans son Utopie, en faisait le prétexte à une démonstration de la puissance de la rhétorique. Bien sûr, *L'Utopie* doit aussi beaucoup à *La République*¹⁰ de Platon, depuis le rejet de la propriété privée pour les Gardiens, jusqu'à la recherche de la justice dans la cité autant que dans l'individu. Les poètes grecs sont tous évoqués, de surcroît, comme l'un des socles de la culture des Utopiens.¹¹ Pourtant, il ne faut pas se tromper d'approche. La seule chose qui motive l'homme d'État qu'est Thomas More, ce n'est pas de rendre hommage aux grands auteurs antiques, mais bien de comprendre les vicissitudes présentes et d'y apporter des réponses, possiblement juridiques, en les convoquant le cas échéant.

Le texte de Sir Thomas More est viscéralement « Moderne », au sens historique du terme : il appartient à la Renaissance, du premier au dernier mot, par la manière autant que la méthode. Court, enlevé, discursif, porté par un humanisme vibrant, que More partage en tout point avec Érasme, qui était venu chez lui, en 1509, pour finir d'écrire *L'Éloge de la folie*^{12,3d}. Et, même s'il s'inscrit aussi dans le prolongement des « Miroirs des Princes », qui avaient fait *florès* au Moyen-Âge, notamment sous la plume alerte de Christine de Pisan,¹³ More les réinvente, cherchant moins à identifier les qualités intrinsèques du Prince qu'à pousser les gouvernants à se remettre en cause ; à faire prendre conscience aux rois,

9. HÉRODOTE, *L'Enquête*, Paris, Gallimard, coll. Folio Classique, 1985.

10. PLATON, *La République*, Paris, éd. Flammarion, coll. GF, 2016.

11. THOMAS MORE, *L'Utopie*, op. cit., p. 187 : « Parmi les poètes, ils ont Aristophane, Homère et Euripide, ainsi qu'un Sophocle... ».

12. ÉRASME, *Éloge de la folie (Stultitiæ laus, 1511)* ; Paris, Flammarion, coll. GF, 2016.

13. CHRISTINE DE PISAN, *Le Livre des faits et bonnes mœurs du roi Charles V le Sage*, Paris, éd. Stock, coll. Moyen-Âge, 1997.

à commencer par le Tudor qui règne sur Londres, des conséquences, parfois dramatiques, de l'exercice de leur pouvoir, en ce temps où le vieil universalisme chrétien chancelait sous les coups mérités d'une Réforme déjà sensible à l'échelle de l'Europe, et qui remet en question tous les anciens freins éthiques et théologiques à l'exercice du pouvoir politique, en pointant leur inefficacité. *L'Utopie* est donc bien la fille de son époque. Le texte de Sir Thomas More n'est pas destiné, comme chez Hérodote, à magnifier, par analogie, des institutions démocratiques pour plaire au stratège Périclès, ou de proposer une sortie, certes par le haut et la philosophie, du vieux cycle de dégénérescence des régimes politiques pour fonder une sophocratie ultime ; loin de cela, il est en prise directe avec le présent et ses urgences sociales, ce qui le rapproche, par exemple, d'un Machiavel.

Plus près de Machiavel que de Platon

Dans *L'Utopie*, Thomas More, on le voit, procède par observation et par comparaison. Comme, d'ailleurs, *Le Prince*¹⁴ de Machiavel, texte qui lui est rigoureusement contemporain, mais qui fut écrit dans un lieu et un environnement culturel différents. D'après Yves-Charles Zarka, dont la formule est justifiée, « *le Monde Moderne a été inauguré par [ces] deux livres aux perspectives opposées* ». ^{15a} Et l'auteur suscite de bien marquer la différence entre l'antique rêve platonicien et la moderne Utopie : « *La République de Platon est couramment caractérisée comme la première utopie philosophique. Mais [...] l'utopie n'est pensable que lorsque le réel apparaît saturé n'offrant plus d'issue à la guerre, la violence, la cupidité, l'exploitation, la faim et l'injustice* ». ^{15b} Platon, on le sait, écrivait par dégoût de la démocratie, et par dépit, après avoir échoué, par deux fois, en politique, et, faute d'avoir pu transformer un petit tyran de Syracuse en grand roi-philosophe, il choisissait de confier la république à des Gardiens abstraits, réduits à l'état de concepts : sa communauté des biens et sa communauté des femmes n'étaient ancrées dans aucune forme d'observation de la réalité. À l'inverse, la réflexion de Thomas More, comme celle de Nicolas Machiavel, dont il partage d'ailleurs le pessimisme méthodologique, n'est pas d'essence philosophique, mais

14. MACHIAVEL, *Le Prince* (*Il Principe*, 1532) ; FolioPlus, coll. Philosophie, 2008.

15. Yves-Charles ZARKA, « Il n'y a plus d'ailleurs », article éditorial pour le numéro 42 de la revue *Cités, philosophie, politique et histoire*, consacré aux « Utopies », année 2010.

(a) p.3 ; (b) p.4.

bien politique. Il ne s'agit pas de se détourner des régimes politiques dégénérés de la réalité, mais bien d'identifier les mécanismes de transmission du pouvoir et les formes institutionnelles qui les sous-tendent, aussi archaïques soient-elles, et les abus qui en découlent et grèvent la vie politique réelle, afin d'en proposer, implicitement, chez Machiavel, ou par la description de l'île des Utopiens, chez More, la suppression pure et simple. « *C'est pourquoi je réfléchis à la Constitution si sage, si moralement irréprochable des Utopiens* »,¹⁶ écrit Thomas More. Toute la démarche de l'auteur de *L'Utopie* tient dans cette expression : « *c'est pourquoi* », qui éclaire sa démarche et nous permet déjà de la positionner plus ou moins loin de l'ambition qui consisterait à décrire un authentique modèle de société. Mais, pour vraiment bien comprendre cette approche, finalement modeste, il faut d'abord en revenir au néologisme qu'a forgé Thomas More pour donner un titre inoubliable à son œuvre.

Le legs d'un préfixe bien ambigu

Quel est donc le sens véritable de ce préfixe «*u*» qu'il place devant le «*topos*» qu'il décrit ? L'ambiguïté fondamentale en a déjà été des centaines de fois pointée, souvent comme un paradoxe,¹⁷ et rares sont les chercheurs, les commentateurs, les pédagogues qui ont eu la témérité de tenter de le résoudre. Miguel Abensour, dans un article de 2006, repris en 2013 dans un recueil d'articles intitulé *L'Homme est un animal utopique*,^{18a} nous rappelle que, selon toute probabilité, cette incertitude originelle entre le «*ou*» privatif, qui désigne le «*lieu de nulle part*», et le «*eu*» grec qui indique le «*lieu du bonheur*» a été délibérément voulue par l'auteur lui-même, comme un rejet de toutes les formes de simplismes. Une sorte d'éloge rationnel, et délicieusement ironique, à l'indépassable complexité de la vie politique à son époque. Abensour écrit, à propos du néologisme qui donne son titre à l'œuvre de More, «*c'est un mot d'esprit qui dès le départ se tient sous le signe de l'ambiguïté [...] L'Utopie est donc un vocable, un concept ludique, fruit du génie épigrammatique de Thomas More et qui oscille en permanence entre Eu et Ou, entre le lieu où tout est bien, lieu de félicité et le lieu de nulle part*»^{18a}. Cette

16. THOMAS MORE, *L'Utopie*, op. cit., pp. 128-129.

17. *Dictionnaire des utopies*, op. cit., verbo «*Utopia*», p. 233 : «*Outopos, le non-lieu peut lire aussi eutopos, le lieu du bonheur. Paradoxe : lieu d'un bonheur prétendu de nulle part, mais ce nulle part est un topos*».

18. MIGUEL ABENSOUR, *L'Homme est un animal politique*, op. cit., (a) pp. 161-189 ; (b) p. 162.

analyse semble convaincante, puisque des arguments jaillissent des deux côtés : d'une part, Abensour cite un sizain que l'on trouve dans un paratexte de *L'Utopie*, attribué par Thomas More lui-même à un neveu poète du narrateur, Raphaël Hythlodée, et dont un vers est ainsi formulé : « *Eutopie, c'est à bon droit le nom qu'on me doit* » ; d'autre part, on peut rappeler que le titre de travail de *L'Utopie*, le premier avant sa publication, n'était autre que « *Nusquama* », en latin, dont la traduction est littéralement « nulle part », une expression dénuée d'ambiguïté. Par conséquent, on ne peut que rejeter, avec Miguel Abensour, « *toute lecture dogmatique de l'ouvrage* »^{18b} et se laisser porter à croire que Thomas More, avec ce mot, « *visait à faire naître chez le lecteur [...] une disposition nouvelle, comme un sixième sens qui lui permettrait en matière d'utopie de ne pas prendre les choses au pied de la lettre* »^{18b}. De surcroît, l'essentiel des éléments qui permettent de décrypter l'œuvre en profondeur, et de dépasser cette dualité réductrice entre imaginaire et dogmatisme, ne se trouve peut-être pas exactement là où on l'attend.

Les vertus cachées du premier livre

Comme l'écrit Michèle Madonna-Desbazeille, « *l'utopie porte en elle-même sa critique [...] et force le lecteur à découvrir la vérité en interrogeant l'idéologie dominante* »^{19a}. Thomas More nous invite à une dialectique et une telle invitation ne se refuse pas. Pour comprendre l'œuvre de More, il faut donc aussi se pencher sur la première partie du texte de *L'Utopie*, qui est la moins lue, la moins commentée, les regards se focalisant plus volontiers sur l'exposé d'un idéal que chacun sait inaccessible, un peu comme ceux d'un enfant qui ne peut s'empêcher de regarder le pot de confiture qu'il ne pourra jamais atteindre, tout là-haut, sur le vaisselier de la cuisine, en réfléchissant malgré tout aux moyens de le faire. De surcroît, c'est bien ce premier livre qui s'apparente à un hommage appuyé au « *vieux genre du discours rhétorique sur l'art de gouverner* »^{19b}. Il faut donc mobiliser notre réflexion sur *l'ensemble* du texte, en refusant les raccourcis.

19. *Dictionnaire des utopies, op. cit.*, verbo « Utopia » ; (a) pp. 233-234 ; (b) p. 234.

À la lumière de ces prolégomènes, nous présenterons d'abord un ensemble d'éléments accréditant le fait que Sir Thomas More a entendu décrire une île résolument imaginaire, qui serait géographiquement, autant que politiquement, située «à l'équerre du Monde», c'est-à-dire complètement en dehors du réel, afin d'exprimer son rejet radical du modèle de société que l'Histoire, autant que le présent, entendaient lui imposer ; et lancer un réquisitoire contre toutes les vicissitudes de la vie politique de son propre pays et de son propre temps, et plus largement fustiger la tendance des Princes de la Renaissance à commettre des abus dans l'exercice de leur pouvoir (PREMIÈRE PARTIE) ; dans une deuxième partie, nous verrons de quelle façon Thomas More, en mobilisant sa culture humaniste et sa formation de juriste romaniste, trace les contours d'un modèle juridique qui n'était pas destiné à se réaliser, mais à rouvrir l'espace de la réflexion sociétale, en rejetant le droit de propriété individuelle et en faisant l'apologie des «lois justes» inspirées de la Nature, sur lesquelles les Utopiens ont fondé leur société. Ce faisant, le juriste remobilise, avec une sorte d'inspiration relevant de la Grâce, l'antique conception du droit naturel (DEUXIÈME PARTIE).



éditions
xanthen

THOMAS MORE
L'UTOPIE

Introduction de Serge DERUETTE

Illustration : gravure
d'Ambrosius HOLBEIN (1516)

PREMIÈRE PARTIE : Une île imaginaire à l'équerre du monde

Simone Goyard-Fabre écrit dans son introduction à une édition récente de *L'Utopie* : « *Parce que l'Angleterre, minée par les tristes exploits des princes aux lendemains de la Guerre des Deux-Roses, épuisée par la cupidité des seigneurs en armes, était politiquement et socialement malade, More avait cherché une forme de gouvernement dont l'excellence pût écarter les maux et les malheurs. Il traça l'épure d'une île idéale.* »^{20a}

Les mots comptent : c'est la consternation de l'auteur face aux « exploits » des Princes, et plus généralement l'état du monde, qui pousse More à sortir du modèle qu'on lui propose, qui ne peut mener qu'à la multiplication des « malheurs », et à écrire une « épure » de cité idéale qui, elle, bien sûr, ne saurait être considérée comme un modèle applicable ou à part entière. Le juriste expérimenté qu'est Thomas More, à l'instar d'un Machiavel, est très tôt bien placé pour observer les rouages et les vicissitudes du pouvoir, puisque, dès 1490, il entre comme page au service de l'archevêque de Cantorbéry, qui n'est autre que le Chancelier du Royaume, et donc le « *grand personnage du temps* »,^{20b} qui pourvoit à son « *initiation politique* »^{20b}. À l'âge de 21 ans, il entre au barreau de Londres, et rencontre Érasme, inaugurant une amitié et des échanges épistolaires auxquels seule la mort mettra fin. Sa carrière politique, à proprement parler ne commence qu'en 1503, alors qu'il est déjà avocat expérimenté et professeur de droit reconnu. Thomas More est élu à la Chambre des Communes et, d'emblée, il refuse de voter les subsides supposés renflouer le trésor royal, après les « *caprices et les dépenses somptuaires* »^{20c} de Henri VII. Autant dire qu'en termes de lucidité politique, l'auteur de *L'Utopie* n'a rien à envier à celui du *Prince*. Pourtant la figure sage de l'archevêque, son premier mentor, lui a fourni le socle d'un amour profond de la politique ; aussi profond, sans doute, que celui qui le porte vers Dieu, ce dernier appuyé sur une foi sincère et sur une lecture très minutieuse, profonde, de la Bible²¹.

Il faudrait n'être pas capable de changer de référentiel pour voir, ici, l'esquisse d'une contradiction. Au contraire, la cohérence entre l'engagement politique et religieux est telle que More, en tant qu'avocat,

20. Simone GOYARD-FABRE, « Introduction », in Thomas MORE, *L'Utopie, op. cit.*, (a) p. 18 ; (b) p. 23 ; (c) p. 24 ; (d) p. 25.

21. Germain MARCHADOUR, *Thomas More et la Bible, la place des Livres Saints dans son apologétique et sa spiritualité*, Genève, éd. Vrin, 1963.

refusa toujours de plaider une cause qui contreviendrait à la morale catholique : « *il projetait ses préoccupations morales et spirituelles dans tout ce qu'il faisait* », ^{20d} écrit Simone Goyard-Fabre. Et c'est là que se tient la première justification de la description d'une île à l'équerre du monde, et véritable « miroir » des valeurs chrétiennes de son auteur et de son refus d'accepter comme normal un modèle politique et social qui produit un trop grand nombre de maux.

Avant tout, refuser la normalité du Mal...

Lecteur de Saint-Augustin, de Saint-Thomas d'Aquin et d'Aristote, Sir Thomas More ne sait que trop bien que tout pouvoir vient de Dieu, mais qu'il dépend aussi largement du libre-arbitre des peuples et surtout des gouvernants (« *Omni potestas a deo, sed per populum* »). Un catholique aussi fervent que lui ne saurait céder à la tentation de proposer un authentique modèle qui irait à l'encontre de celui que les Enfants de Dieu ont librement choisi. Il ne pouvait donc, en fin connaisseur du fait politique et en juriste prudent et avisé, que prêcher pour un changement, en ancrant celui-ci dans un refus, typiquement chrétien, de la normalité du Mal, en appelant la cité terrestre à dépasser ses vicissitudes, à se réformer. Il le dit, très clairement, dans le premier livre de l'ouvrage, par la bouche de Raphaël Hythlodée, qui s'étonne de ce que les Anglais redoutent « *de découvrir, sur un sujet quelconque, un homme plus avisé que ses aïeux, alors que c'est justement ce qu'ils ont fait de mieux que nous envoyons promener le plus tranquillement du monde, tandis que nous nous cramponnons, sous prétexte de tradition, à ce qui pourrait être amélioré* »²². Il s'agit, pour More, avec *L'Utopie*, de proposer un chemin, non pas de rédemption, mais d'amélioration vers une autre sociabilité, qui serait plus en adéquation avec la Nature profonde de l'Homme, et avec les valeurs fondamentales du christianisme.

Sa lecture de *La Cité de Dieu*²³ détermine l'imprégnation chrétienne de sa démarche utopique, puisque la stigmatisation du Mal terrestre, précisément, l'énumération de ses causes et de ses conséquences matérielles, occupe très largement le discours du premier livre de *L'Utopie*. Et par ailleurs, la structure de l'ouvrage en deux parties, bien distinctes, atteste de la démarche politique de son auteur : fustiger le réel, d'abord,

22. THOMAS MORE, *L'Utopie*, op. cit., p. 93.

23. SAINT AUGUSTIN, *La Cité de Dieu (De Civitate Dei contra paganos, 413-426)*, Paris, Seuil, coll. Points Sagesses (3 tomes), 2004.

et le refuser, ensuite, comme unique horizon de la sociabilité terrestre. Par la suite, et comme le relève habilement Marie Capel, ce type de rhétorique sera à la base de la plupart des grandes utopies des Lumières et aussi, il faut le souligner, des dystopies contemporaines, qui, en dépit de leur éloignement, évident, de toute démarche spirituelle entée sur le christianisme, ne tendent à l'exacerbation du Mal que pour mieux le conjurer²⁴. Il y a là, une forme d'héritage méthodologique qui, osons le dire, est le triomphe de l'esprit de Thomas More.

... puis couper l'isthme pour mieux rejeter le modèle.

Mais, naturellement, on ne peut écarter la possibilité que *L'Utopie* ait été envisagée par son auteur comme un modèle uniquement sur la foi d'une interprétation de la théologie. Il nous faut aussi trouver des symboles forts, dans le texte de *L'Utopie*, qui attesteraient de la volonté univoque de rupture avec le modèle politique dominant. Or, c'est le tout début du second livre de *L'Utopie* qui nous fournit ce symbole, bien connu, mais souvent mis de côté par les analystes de l'œuvre-phare de More, comme s'il s'agissait d'un élément trop « facile », trop « évident » pour être valablement discuté. Et évident, incontestablement, il l'est. Mais, relisons ce que Raphaël Hythlodée raconte : « *la région [...] s'appelait auparavant Abraxa. C'est Utopus qui amena une foule ignorante et rustique à un sommet de culture et de civilisation qu'aucun autre peuple ne semble avoir atteint actuellement. Après les avoir vaincus à la première rencontre, Utopus décida de couper un isthme de quinze milles qui rattachait la terre au continent et fit en sorte que la mer l'entourât de tous côtés. Il mit les habitants à la besogne, et il leur adjoignit ses soldats, pour éviter qu'ils ne considèrent ce travail comme une corvée humiliante.* »²⁵

Si Thomas More s'engage à l'équerre du réel, en écrivant *L'Utopie*, c'est d'abord et avant tout, selon la métaphore de « l'isthme », à l'instar du sage Utopus, le législateur des Utopiens qui fait couper cette mince bande de terre qui reliait originellement l'île d'Abraxa au continent, afin de forger l'identité collective d'un peuple nouveau et ainsi bâtir une île *effectivement* détachée du sombre et triste continent de la réalité.

L'isthme coupé justifie autant la démarche de More que celle de son

24. Marie CAPEL, « Une mauvaise langue pour que vive l'utopie », in *Balzan Papers*, II, Leo S. Olschki, *Parte Terza, Inter-Lab+, International Interdisciplinary Research Laboratory*, pp. 175-178.

25. Thomas MORE, *L'Utopie*, *op. cit.*, p. 138.

personnage : il est le symbole du libre-arbitre, de l'acte de volonté politique, qui est à l'origine, au fond, de toute cité et la preuve, par ricochet, du syncrétisme entre la morale chrétienne et la nature politique de l'être humain. En utilisant, d'un coup net, le tranchant de son néologisme, Thomas More s'affranchit définitivement, et pour toute la suite du texte, du monde réel, qu'il avait, de toutes façons, fini par considérer comme une prison²⁶. Aurait-il pu choisir un rejet moins radical ? Sans doute, est-ce l'effet collatéral, et probablement inévitable, de la profonde déception d'un catholique érudit, passionné de politique et de droit, qui avait sincèrement cru que l'avènement de Henri VIII représenterait un changement, une amélioration pour le Royaume. Mais celui qui aurait dû être le père de ses sujets, et qui fut même nommé le « Défenseur de la Foi », n'a pas, de son propre chef, pris la voie qu'espérait More. Il a choisi *l'hybris*, la voie de l'égoïsme, voire du nationalisme. Et, c'est là, sans doute, que s'est joué le destin de More qui, par fidélité, ne pouvait refuser de servir son roi, et par foi et en droit, ne pouvait cependant consentir à le faire. Archétype de la conscience malheureuse, déchirée entre ses devoirs de chrétien et ceux de sujet, c'est bien Thomas More seul, qui plaça lui-même sa tête sur le billot et, par ricochet, fit entrer *L'Utopie* dans l'éternité.

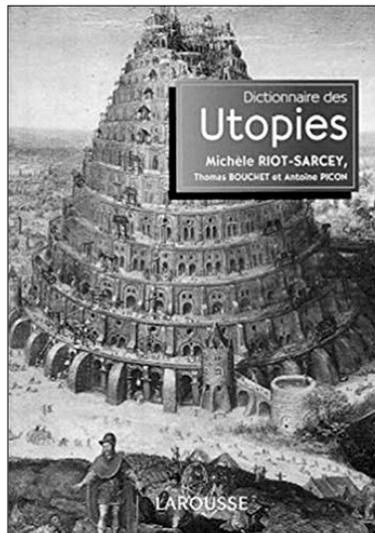


Illustration de
Lucas VAN VALCKENBORGH

26. Thomas MORE, *Écrits de prison*, op. cit. Dans ses lettres à sa fille, il écrit, explicitement : « le monde est une prison, vous-mêmes êtes un prisonnier condamné à mort », p.8.

DEUXIÈME PARTIE : Une société alternative fondée sur des lois justes

Le rejet radical du modèle social et politique anglais, qu'exprime spirituellement et viscéralement *L'Utopie* de Sir Thomas More, s'accompagne d'une réévaluation en profondeur des fondements juridiques de la société européenne dans son ensemble, qui apparaissent au cœur de l'œuvre et qui, du rejet du droit de propriété à l'apologie des lois justes de la Nature, constituent, en vérité, les linéaments d'un contre-modèle, si ce n'est social, du moins clairement juridique. Il faut revenir, un instant, à l'orée de cette deuxième partie, sur la figure emblématique du narrateur de *L'Utopie*, ce Raphaël Hythlodée, « maître es sornettes », et nuancer quelque peu l'inversion qu'il représente par rapport à la vérité historique. Bien sûr, toute le monde le sait, l'a lu déjà dix fois, Thomas More joue systématiquement de l'oxymore : l'île s'appelle *Utopie*, le prince en est *Adème*, le premier citoyen d'un peuple qui n'existe pas, la capitale en est *Amaurote*, la ville obscure, qui enjambe le fleuve sans eaux, *Anydre*, etc. Toutefois, Thomas More place explicitement le récit de son Raphaël sous la haute bienveillance de son ami Pierre Gilles, grand humaniste installé à Bruges, chez lequel lui-même s'était effectivement rendu, en 1515, à l'occasion d'une de ses premières missions au service de Henri VIII. Or, lorsqu'on sait que Pierre Gilles avait, en plus d'être secrétaire de la Ville, des activités de correction et de relecture, étroitement liées aux maisons d'édition de Louvain,^{27a} autre ville où, précisément, *L'Utopie* fut publiée pour la première fois, en latin, on ne peut que goûter la confusion subtile entre vérité et mensonge. D'autant que, dans sa *Préface à Pierre Gilles*, Thomas More écrit explicitement qu'il ne fait que retranscrire, *verbatim*, ce que Raphaël Hythlodée a décrit lors de leur rencontre, et en présence de Gilles lui-même (« en votre compagnie », précise-t-il), et que s'il lui avait « fallu inventer ce qui suit ou le mettre en forme »,^{28a} il n'y serait sans doute pas arrivé, malgré sa propre érudition, qu'il rappelle malicieusement au passage. Et s'il l'envoie à Pierre Gilles, ce n'est pas pour recueillir son avis, mais bien plutôt pour qu'il puisse vérifier qu'il n'a rien omis.^{28b}

Ce n'est pas, ici, d'un contrôle d'opportunité ou de pertinence du texte, mais bien de conformité, voire de véracité, qu'il est question.

27. Simone GOYARD-FABRE, « Introduction », in Thomas MORE, *L'Utopie*, op. cit., (a) p. 26 ; (b) p. 101.

28. Thomas MORE, *L'Utopie*, op. cit., (a) p. 74 ; (b) p. 75 ; (c) p. 76.

D'ailleurs, quelques lignes plus loin, Thomas More porte le débat non sur le bien-fondé des institutions utopiennes, comme on s'y attendrait, mais bien sur la longueur du pont qui, dans l'île d'Utopus, près de la capitale Amaurote, «franchit le fleuve Anydre»^{28c}. A-t-il cinq cent pas de long ou seulement trois cent ? La dimension concrète, presque prosaïque, de cette question purement technique renvoie le lecteur à l'ambiguïté déjà soulignée quant au statut de l'œuvre, qui se renforce alors même que ce premier livre va aborder d'autres questions, plus complexes, plus juridiques et plus politiques, mais tout aussi concrètes.

Du rejet normatif du droit de propriété...

L'un des points forts du système juridique développé par les Utopiens, c'est son rejet radical, presque absolu, du droit de propriété individuelle²⁹ et, bien sûr, l'éviction de toutes les conséquences sociales qui en découlaient, notamment l'existence de profondes inégalités de classe, les privilèges de la noblesse et les injustices les plus graves. Pour Sir Thomas More, c'est là la source première des malheurs. N'écrivait-il pas dans la première partie de son texte : «il me semble que là où existent des propriétés privées, là où tout le monde mesure toute chose par rapport à l'argent, il est à peine possible d'établir dans les affaires publiques un régime qui soit à la fois juste et prospère».^{30a} Et More d'user, une fois de plus, d'un symbole fort : la clôture. Il suffit, écrit-il, «qu'un seul goinfre à l'appétit insatiable, redoutable fléau pour sa patrie, puisse entourer d'une seule clôture quelques milliers d'arpents d'un seul tenant, des fermiers seront chassés de chez eux, souvent dépouillés de tout ce qu'ils possédaient, circonvenus par des tromperies, ou contraints par des actes de violence».^{30b}

More vise ici les privilèges de la noblesse, mais aussi ceux, tout aussi insupportables à ses yeux, du haut clergé, ces évêques et ces monastères qui étaient «prodigieusement riches [alors que] les curés des paroisses [étaient] à peu près aussi misérables que leurs ouailles».^{27b}

Il faut que le droit soit le même pour tous les citoyens d'un État et c'est pourquoi la loi, pour ainsi dire, la norme, est la seule forme du droit qu'il faut retenir. Pour l'auteur de *L'Utopie*, il faut donc avoir

29. Sandy AUTARD, *La Conception de la propriété dans l'utopie de Thomas More*, rapport de recherches sous la direction de M. le Pr. Éric Gasparini, Université Aix-Marseille, année 2017-2018. (a) p.2.

30. Thomas MORE, *L'Utopie*, op. cit., (a) pp.128-129 ; (b) p.100 ; (c) p.130 ; (d) p.229 ; (e) p.165 ; (f) p.156 ; (g) p.220.

recours à la loi, d'application générale, mais cela ne suffit pas, il faut encore que le législateur ne prenne pas des demi-mesures, car tant qu'il reste une once de propriété, il y aura des ferments d'injustice dans la société. Il faut donc renoncer, par exemple, à des lois qui se contenteraient de « limiter la surface de la terre, ou la somme d'argent que chacun pourra posséder », ou même des lois qui se résumeraient à interdire « la brigue, la vénalité des charges, tout faste », car « de telles lois [...] sont comme ces calmants dont on use à tous les coups pour soulager les malades qu'on n'espère plus voir se rétablir ». ^{30c} Comme l'écrit avec justesse Sandy Autard dans l'une des sections de son récent rapport de recherche, Thomas More en appelle à « la fin d'un monopole des ressources contre une société ploutocratique ». ^{29a}

La solution juridique qu'il préconise, exposée dans le livre second, est d'une simplicité, d'une clarté enfantine, qui sera maintes fois reprise, mais jamais égalée : « rien ici n'est privé et ce qui compte est le bien public ». ^{30d} Et les Utopiens « ne font aucun usage de la monnaie ». ^{30e} Ainsi, tant que les greniers publics, ceux d'Amaurote et des cinquante-trois autres cités de l'île, sont remplis, et ils le sont tout le temps, puisque chaque utopienne et chaque utopien travaille aux champs à tour de rôle, et conçoit l'agriculture comme une activité commune, honorable, apprise dès l'enfance, tout homme est toujours « sûr de ne pas manquer du nécessaire ». ^{30d} Et, s'il est père de famille, de surcroît, il lui suffit de se rendre au marché de sa ville de résidence et de demander « tout ce dont il a besoin pour lui et pour les siens et il l'emporte sans paiement, sans compensation d'aucune sorte ». ^{30f} En conséquence, il n'y a, dans toute l'île d'Utopie, ni pauvres, ni indigents et « sans que personne ne possède rien, tous sont riches ». ^{30d} Ce qui est intéressant, ici, c'est de se pencher sur la démonstration rhétorique que choisit More : en bon lecteur de Saint-Augustin, il revient aux origines mêmes de la sociabilité humaine, avant l'apparition des lois civiles. La Constitution des Utopiens, née du génie d'Utopus, qui n'est autre qu'un avatar moderne de Lycurgue, de Solon, et autres grands législateurs antiques, est entée sur la loi naturelle, qui elle-même, implicitement, trouve sa source dans la sagesse divine. La position de More sur ce point est transparente : « Observer la nature est pour eux une façon d'honorer Dieu ». ^{30g} Et, ce faisant, les Utopiens se positionnent à l'opposé du modèle législatif européen, uniquement focalisé sur la notion de souveraineté royale.

... à une reformulation biaisée de la loi naturelle

Toujours dans le premier livre de *L'Utopie*, Sir Thomas More, par l'intermédiaire de son personnage et comme libéré de ses chaînes par la dimension délibérément imaginaire de son île, qu'il a déjà martelée par le vocabulaire, la toponymie, les patronymes et enfin l'étymologie, jusqu'au titre même de l'ouvrage, s'engage dans l'identification des racines profondes du Mal qui ronge l'Angleterre et l'Europe de son temps ; racines qu'il situe non pas dans un événement historique,³¹ mais bien dans le caractère erroné des « représentations » de la société, qui, elles, sont héritées de l'Histoire et la façon dont elle se construit, ce qui est très différent. Il peut être facile pour le juriste, l'historien ou le chercheur, de vérifier un fait historique, mais il est plus difficile de prendre conscience de la fausseté d'une analyse, ou d'une représentation héritée. Raphaël dit à Pierre Gilles : « vous n'avez de la réalité aucune représentation qui ne soit fausse. Il vous faudrait avoir été en Utopie avec moi, avoir vu de vos yeux leurs coutumes et leurs institutions [...] Vous confessez alors n'avoir jamais vu nulle part un peuple gouverné par de meilleures lois ». ^{32a}

À tout prendre, More est ici un peu dans la situation d'un Galilée qui, au siècle suivant, pour convaincre les docteurs et les savants jésuites de l'Église de la nécessité de changer de paradigme, leur demanderait simplement d'observer les principaux satellites de Jupiter par la lentille de sa lunette.³³ L'un comme l'autre, le juriste et l'astronome, ont dû lutter contre des biais cognitifs infiniment plus puissants que les faits eux-mêmes. D'où le recours stratégique, pour Thomas More, à la fiction juridique, qui caractérise notamment le second livre de *L'Utopie*, afin de vaincre la résistance des esprits. Mais More le justifie de façon brillante dès le premier livre, dans un passage rarement cité, et pourtant des plus savoureux, qui prend l'allure d'une profession de foi : « si vous ne pouvez extirper radicalement des opinions erronées [...] ce n'est pas

31. Précisons ici que *L'Utopie* de MORE, même si elle porte en elle toutes les variantes des utopies à venir, auxquelles elle ouvre le champ des possibles, n'est pas encore une *uchronie*, même au sens purement étymologique du terme. Elle ne se situe pas dans le futur, ni ne repose sur un point de divergence historique.

32. Thomas MORE, *L'Utopie*, *op. cit.*, (a) p. 131 ; (b) pp. 125-126 ; (c) p. 233 ; (d) p. 196 ; (e) p. 197 ; (f) p. 194 ; (g) p. 234 ; (h) p. 187.

33. Je fais référence ici à l'interprétation, quelque peu anachronique, que donne Bertolt BRECHT de la vie de Galilée, dans la pièce de théâtre éponyme qu'il livre en 1943, sur fond de seconde guerre mondiale et de dénonciation du nazisme.

une raison pour vous détacher de la chose publique : on ne renonce pas à sauver le navire dans la tempête parce qu'on ne saurait empêcher le vent de souffler [...] Mieux vaut procéder de biais et vous efforcer, autant que vous le pouvez, de recourir à l'adresse, de façon que, si vous n'arrivez pas à obtenir une bonne solution, vous avez du moins acheminé la moins mauvaise possible». ^{32b}

Mais, comment Thomas More, définit-il, les « lois justes » ? D'abord, avant d'être justes, elles sont « saines », ^{32c} parce qu'inspirées de lois naturelles objectives. Ensuite, elles sont « peu nombreuses », ^{32d} et toujours générales, « ayant uniquement pour objet de rappeler son devoir à chacun » ^{32e}. D'ailleurs, l'interprétation des lois en ressort grandement facilitée et limitée. La référence aux « *leges rogatae* » votées par les comices centuriates sous la République romaine est à peine masquée. La jurisprudence existe tout de même en Utopie, mais la « science du droit » des Utopiens est l'affaire de tous, et ils se passent d'avocats : « *chacun plaide sa propre cause devant le juge [parce que] chacun chez eux connaît les lois* ». ^{32e} Enfin, en matière pénale, « aucune loi ne détermine d'avance la peine », ^{32f} ce qui laisse au Sénat d'Amaurote toute latitude pour adapter, pour ainsi dire « proportionner » cette dernière à la gravité de la faute, jusqu'à l'esclavage, éventuellement, la peine de mort étant bannie de l'île ³⁴. Mais, là encore, Thomas More semble ne pas se faire d'illusion sur la possibilité concrète d'appliquer à la lettre un tel système législatif. La toute dernière phrase, celle qui clôt le livre second de *l'Utopie*, lorsque le narrateur, après avoir livré tous les secrets des Utopiens, semble revenir à la discussion du premier livre, est des plus explicites : « *il y a bien des choses que je souhaiterais voir dans nos cités. Je le souhaite, plutôt que je ne l'espère* ». ^{32g} La formule est claire : contrairement à ce qu'affirmeront tous les successeurs de More, ou presque, *l'Utopie* n'a jamais été une promesse.

En conclusion, l'ambiguïté initiale de l'œuvre de More n'a guère été réduite par cette modeste étude ; elle s'est même épaissie. *L'Utopie* n'est pas un modèle politique, mais propose un contre-modèle juridique. *L'Utopie* est d'inspiration antique, More aimant à rappeler que ses Utopiens « *raffolent des petits traités de Plutarque et apprécient l'esprit et la drôlerie de Lucien* » ^{32h} ; et pourtant *L'Utopie* est porteuse d'une

34. THOMAS MORE, *L'Utopie*, op. cit., p. 194 : « *sauf quand les condamnés se révoltent* », précise More.

rupture radicale, qui interroge brusquement la Modernité dans ses rouages les plus identitaires : la puissance de la technique, le retour de la souveraineté, l'affirmation d'un droit national. Sur ces trois points, More s'engage dans la description d'un contre-modèle social : il prône l'agriculture comme activité première, il fustige les abus que les rois font de leur pouvoir souverain et, enfin, il préfère la loi naturelle à l'écheveau mal rédigé des lois civiles, préfigurant les critiques que formuleront les Lumières. Presque malgré elle, enfin, *L'Utopie* transcende cette Modernité qui est son écrin et sa justification, pour esquisser ce qui pourrait être présenté comme un modèle de législation ; *L'Utopie* est le prélude aux « eunomies »³⁵ du Siècle des Lumières, et du premier XIX^e siècle, textes programmatiques très éloignés de *L'Utopie*, qui décriront des systèmes législatifs parfaits, souvent situés dans le futur. Au final, si *L'Utopie* s'analyse comme une possible sortie du modèle social dominant au nom de la description d'un idéal qui reste inaccessible, c'est d'abord et avant tout en raison de la personnalité de son auteur. Cédons les derniers mots à Georges Duveau, en la matière :

la psychologie de Thomas More apparaît d'une déconcertante sinuosité. Le personnage touffu, aride, organiquement peu gai, reste obsédé par l'idée de la mort [...] More a besoin de s'agenouiller souvent devant le tribunal de la pénitence. Cependant cet humaniste peut se lasser de son propre agenouillement [alors...] More se détend en écrivant son petit livre, mais il se détend en homme d'État qui a gardé le sens, sinon le goût des affaires publiques. More reste rusé, machiavélique, très Anglais.^{36a}

Et pour ceux qui tenteraient d'extrapoler un modèle rationnel à partir de son texte, l'Anglais prévient : « *En Utopie, n'ont pas de place [...] ceux qui se complaisent aux spéculations abstraites, ceux qui émettent des prétentions dangereusement universalistes* ». ^{36b} Dont acte.

35. *Dictionnaire des utopies, op.cit.*, verbo « Science-fiction », pp. 201-205. Notons que l'article est écrit par Gérard Klein lui-même qui examine le lien entre utopie et science-fiction, précisément au travers de la notion d'eunomie et de programme.

36. Georges DUVEAU, *Sociologie de l'utopie et autres essais*, Paris, Presses Universitaires de France, 1961. (a) p. 88 ; (b) p. 89.



SESSION 9

Après la singularité *lancement* : Daniel Tron

Une histoire très parcellaire de la Singularité, envisagée dans son acception technologique plutôt que mathématique, pourrait remonter à John von Neumann. Celui-ci postule, au moment même où l'on commence à concevoir l'ordinateur, la possibilité que ces machines intelligentes pourraient à terme concevoir des machines encore plus intelligentes qu'elles-mêmes, voire dépassant l'intelligence humaine – même si cette dernière reste fort délicate à définir. Cette idée est aujourd'hui promue par des « gourous »¹ comme Raymond Kurzweil, spécialiste autoproclamé et fondateur d'une « Académie de la singularité »² largement dotée, qui considère que nous avons d'ores et déjà dépassé le stade où l'intelligence numérique rejoint l'intelligence humaine, et que nous nous approchons du seuil de la Singularité, où nous ne pourrions plus prévoir l'évolution de machines plus intelligentes et plus rapides que nous, auxquelles nous aurons délégué des éléments essentiels de notre société. L'objectivité de Kurzweil et la rigueur de son discours sont toutefois parfois mis en cause sur la base de son statut de directeur de l'innovation de Google, qui investit aujourd'hui énormément dans l'intelligence artificielle. La majorité des transhumanistes n'en attendent pas moins la Singularité pour la troisième décennie du

1. Daniel envisage le terme au sens américain de *guru*, moins péjoratif que le *gourou* français.

2. Singularity University : <https://su.org>.

xxi^e siècle – et certains n’hésitent pas à nous la promettre pour 2019 !³

L’idée d’une croissance exponentielle de la puissance des ordinateurs est confortée par le succès historique de la « Loi de Moore », qui a déjà dû être prolongée à plusieurs reprises,^{4a} et qui stipule que le nombre de processeurs^{4b} de la carte-mère d’un ordinateur double tous les dix-huit mois environ, jusqu’à atteindre des limites physiques réputées incontournables^{5a}... mais régulièrement contournées par des changements de technologie^{5b}.

La poursuite d’une telle progression exponentielle de la seule puissance de traitement de l’information amènera inévitablement des changements importants dans la société, comme l’entrée dans l’ère des *Big Data*. Si l’on y associe en outre une croissance exponentielle de « l’intelligence » des machines, on arrive rapidement à un stade au-delà duquel une intelligence humaine ne peut absolument pas imaginer ce qui va se passer. Après la singularité, il n’y a rien.

Certains auteurs de science-fiction y voient une sorte de licence créatrice leur permettant de postuler des technologies incroyables, seulement justifiées par le fait qu’ils décrivent un monde « post-singularité ». D’autres essayent de la traiter de manière un peu plus précise. Vernor Vinge popularise ainsi la notion de singularité dans un article de 1993³ avant de la mettre en scène, par exemple, dans *Rainbows End*⁶ ; Charles

3. En 1993, Vernor VINGE annonçait l’occurrence de la Singularité vers 2005 : elle a déjà un peu de retard, remarque Jean-Louis Trudel... « The Coming Technological Singularity : How To Survive in the Post-Human Era » (1993) ; accessible en ligne : <https://edoras.sdsu.edu/~vinge/misc/singularity.html> (mars 2020).

4. (a) En 1965, partant du constat que la complexité des circuits intégrés d’entrée de gamme a à peu près doublé tous les ans depuis leur introduction commerciale en 1959, Gordon E. Moore postule que ce taux de croissance devrait se maintenir, voire augmenter, pendant au moins dix ans. En 1975, il réévalue sa prédiction en suggérant que la complexité des puces à semi-conducteur continuerait à doubler tous les ans jusqu’en 1980, puis doublerait seulement tous les deux ans environ. (b) Précédemment, le nombre de transistors à l’intérieur d’un même processeur.

5. (a) La miniaturisation est déjà telle que l’on doit prendre en compte l’effet tunnel, c’est-à-dire la capacité des électrons à explorer leur environnement et à changer spontanément de canal, la distance entre deux canaux adjacents pouvant aujourd’hui descendre à 10 nm, comme dans le processeur Intel « Cannon Lake » (Core i3-8121U) équipant le microordinateur Lenovo IdeaPad présenté au printemps 2018 avec un gravé à 10 nm, contre 14 nm précédemment. Annoncée depuis 2016, cette technologie avait été retardée à plusieurs reprises. (b) De ce fait, les progrès des microprocesseurs ne sont plus simplement par miniaturisation, mais également par multiplication des cœurs. Un processeur 16 cœurs Ryzen « Threadripper » 1950X a ainsi été introduit par AMD en août 2017.

6. Vernor VINGE, *Rainbows End*, (2006) ; Livre de Poche SF, 2011.

Stross examine dans *Accelerando*⁷ certaines conséquences de l'accélération technologique ; et Iain M. Banks, envisage dans son cycle de la *Culture*⁸ le futur lointain d'une société dominée par des intelligences artificielles.



Illustration
de MANCHU

De nombreuses critiques ont toutefois été développées contre l'idée d'une progression exponentielle indéfinie. Ainsi, les systèmes informatiques consomment de l'énergie⁹ ; or, non seulement celle-ci n'est pas inépuisable pour un niveau technologique donné, mais il est loin d'être acquis qu'un système aussi complexe que la société l'allouera prioritairement, de même que les autres ressources naturelles, au développement de ces machines. D'autre part, les mêmes contraintes de gestion des ressources pourraient limiter l'impact d'une telle progression des capacités de calcul sur l'ensemble de la société, dont le rythme de transformation pourrait être beaucoup plus lent. Dans quelle mesure acceptera-t-on de déléguer à des machines des décisions ayant trait à l'avenir des sociétés humaines ? Dans ce débat, déjà en germe dans *Wargames*,¹⁰ renoncer au facteur humain est une décision humaine, rappelle Daniel : « Il y a un moment où un humain va choisir de débrancher la prise ou pas. »

7. Charles STROSS, *Accelerando* (2005) ; Livre de Poche SF, 2016.

8. Iain M. BANKS, cycle de la *Culture* (1987–2012) ; Livre de Poche SF.

9. Jean-Louis Trudel rappelle que les seules crypto-monnaies consomment désormais à elles seules plus de 30 TWh d'énergie électrique par an. Sur la base de la consommation actuelle du traitement des données (environ 10^{14} J/bit), celle-ci rejoindrait la capacité globale actuelle de production d'énergie (environ 23 000 TWh en 2017) avant 2040.

10. *Wargames*, 1983, réalisation : John BADHAM, United Artists prod., U.S.A.

Plus généralement, la simple extrapolation aux taux de croissance observés dans le passé est presque toujours une simplification abusive, un modèle simpliste qui va se heurter à la complexité du système et en particulier à son élément humain. Si les courbes mathématiques ont une apparence d'évidence, c'est de celles qu'exploitent les publicités pour nous convaincre que, manifestement, « *ici c'est moins bien, et là c'est mieux* ». Présente dans la conscience collective, l'idée selon laquelle nous sommes presque impuissants face au progrès technologique est pourtant largement démentie par l'analyse : concrètement, celui-ci passe par le choix de construire des usines et de former des chercheurs, et l'on a des exemples historiques de progrès scientifique arrêté pour des raisons d'organisation sociale ou de changement de régime politique.

De quelle manière le concept de singularité, qui est également une question de limite des connaissances, affecte-t-il notre capacité à effectivement modéliser notre avenir ?

Saut mystique ou vexation narcissique ?

L'hésitation profonde des théoriciens sur l'idée de singularité résulte d'abord, propose Simon Bréan, du fait que celle-ci peut, ou non, constituer une rupture. Un même auteur peut tantôt envisager une singularité, comme l'*Eschaton* qui arrive tout d'un coup dans *Crépuscule d'acier*¹¹ de Charles Stross, tout à fait en dehors de la sphère de compréhension humaine ; et tantôt poser, comme le même dans *Accelerando*, une variante de singularité de l'ordre de l'évolution, en restant dans une continuité, mais avec une accélération telle que les transformations ne sont plus seulement générationnelles, mais que les jeunes même ne reconnaissent plus le monde dans lequel ils ont grandi. *Accelerando* s'intéresse en particulier, avec un regard assez positif, à la façon dont la société va mettre en place une logique juridico-économique, en termes de brevets, de *copyright*, de puissance d'actionariat, etc., mais aussi de pression du Bien, pour s'emparer de sa propre évolution.

Envisager la Singularité comme une rupture avec la société actuelle nécessite donc un saut conceptuel, pratiquement un acte de foi, pour affirmer une différence radicale et essentielle avec les évolutions concevables dans une évolution continue. Dans quelle mesure, s'interroge Simon, peut-on faire la part de la mystique dans les approches de la

11. Charles STROSS, *Crépuscule d'acier* (*Singularity Sky*, 2003) ; Livre de Poche SF, 2008.

singularité ? Pour Daniel Tron, celle-ci est souvent d'ordre sémantique. Beaucoup de transhumanistes estiment ainsi qu'il existe un rythme, une vitesse de traitement humain de l'information indépassable. Or nous avons intégré l'usage de la technologie pour l'améliorer, avec des interfaces de plus en plus efficaces pour aller chercher une référence sur le net, etc., et l'on anticipe déjà des écrans intégrés à nos lunettes, ou de pouvoir se contenter de tapoter sur nos pantalons pour se passer de claviers. L'étape suivante est d'intégrer une technologie de plus en plus miniaturisée à notre propre corps, en remplaçant par exemple les lunettes par des greffes de cristallin, voire à terme des implants dans le cerveau pour qu'il puisse suivre un rythme effréné de traitement de l'information... Le saut mystique opéré par les transhumanistes consiste à estimer qu'on développera alors une nouvelle humanité, plutôt que de l'envisager comme une évolution continue, dans la logique du cyberpunk. À l'appui de cette vision transhumaniste de la rupture, Claude Lobry constate que les mutations techniques profondes les plus récentes auxquelles l'humanité a été confrontée, comme la bombe nucléaire, ont pu mettre en cause son existence même, et s'interroge sur sa capacité à maîtriser les effets collatéraux désagréables des gadgets qu'elle invente à un rythme très rapide.

La singularité comme accélération peut également être envisagée comme un décentrage. Comme l'a envisagé la session « Cyberpunk et Big Data », on est entré dans l'ère des interfaces : les humains contrôlent les interfaces, mais plus la technologie sous-jacente. Une conséquence pour l'humain du prolongement de cette tendance jusqu'à ce qu'il ne soit plus entourés que d'interfaces, d'une « matrice attentive », selon l'expression de Jean-Claude Dunyach,¹² pourrait être une sorte de décentrage.

Si l'on admet avec Freud que l'anthropocentrisme humain a déjà connu trois grandes « vexations narcissiques » au cours des derniers siècles, avec la révolution copernicienne, la révolution darwinienne et bien sûr, comme il était modeste, la révolution freudienne, qui a montré que l'être humain n'était pas même maître de son psychisme, on pourrait considérer, suggère Jean-Louis Trudel, la Singularité comme la

12. « Intelligences distribuées », in *Intelligence(s) Artificielle(s)*, Actes des VI^e Journées Interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, à paraître aux éditions du Somnium.

quatrième grande vexation narcissique pour l'être humain, désormais décentré de son propre univers. Concevoir comme une Singularité le moment où l'on perd la maîtrise des choses, où l'on cesse de comprendre ce qui se passe sous le capot de la machine, pourrait-il n'être qu'une façon savante de ne pas admettre que l'on est trop vieux, s'interroge plus modestement Éric Picholle : après chaque mutation technologique importante, comme la généralisation des ordinateurs, on constate un hiatus entre la génération montante, qui a grandi avec et la vit rapidement comme une banalité, et une part des générations précédentes, entièrement dépassée¹³ ; on peut donc présumer qu'il en ira de même des outils en cours de développement aujourd'hui, qu'il s'agisse de machines à penser ou d'avancées vers ce qui peut apparaître maintenant comme une forme inquiétante de transhumanisme, mais sembler demain banalement humain. Pour Claude Lobry en revanche, ce n'est pas une question d'âge : on voit toujours des jeunes qui n'arrivent pas à suivre...

En un sens, les humains incrustés dans des matrices attentives seraient peu différents de ceux emprisonnés dans la Matrice,¹⁴ à moins qu'ils n'apparaissent que comme de simples mascottes des *Minds* de la Culture... Certains auteurs imaginent même des intelligences artificielles tellement supérieures à l'intelligence humaine, et tellement différentes dans leur mode d'existence – éventuellement non locales, distribuées, collectives et pas nécessairement conscientes d'elles-mêmes, que l'on pourrait envisager une cinquième vexation, liée à la mise en évidence de l'inanité de notre individualité même. Ainsi, lorsque Gloria, l'aya des *Futurs mystères de Paris*,¹⁵ affiche une personnalité qui lui permet d'interagir avec les humains, rien ne dit qu'il ne s'agit pas d'une simple réaction épidermique automatique et inconsciente, remarque Jean-Louis, même si Roland Wagner n'envisage pas explicitement cette possibilité.

13. Du moins dans un premier temps. L'expérience montre également qu'avec la banalisation d'une technologie, on en voit également progresser l'ergonomie, avec en l'occurrence, à la troisième génération, l'apparition d'interfaces très intuitives.

14. *Matrix (The Matrix)*, 1999, réalisation : L. & A. WACHOWSKI, Warner Bros prod., U.S.A.

15. Roland C. WAGNER, série des *Futurs Mystères de Paris* (1996–2006) ; Nantes, L'Atalante éd., 2015 (intégrale en 2 volumes).

Être personne

L'idée que des intelligences artificielles supérieures à l'intelligence humaine pourraient advenir sans pour autant être conscientes apparaît à Franck Grammont comme une tentative assez naïve de préserver « *ce truc unique, magique* » que serait la conscience humaine. De nombreux travaux récents en psychologie expérimentale et en neurosciences suggèrent au contraire que la conscience comme le libre-arbitre pourraient n'être sinon que des illusions, du moins des épiphénomènes venant informer un « moi » qui ne serait pas véritablement acteur, comme le théorise par exemple le philosophe allemand Thomas Metzinger dans *Being No One*,¹⁶ où il déconstruit également la notion d'individualité. Ainsi, lorsqu'on enregistre l'activité cérébrale, on constate que nombre de processus de réponse à toutes sortes de situations sont involontaires, ou du moins que la décision consciente n'en intervient que *a posteriori* ; et que si l'on retranche trop de processus *a priori* sans lien avec la conscience, il ne reste plus rien de celle-ci...

Au total, suggère encore Franck, la conscience telle que nous nous la représentons pourrait donc ne rien changer au fonctionnement de notre intelligence, et ne pas constituer d'avantage ni de différence essentielle avec celle de machines qui en seraient dépourvues. Pour Simon Bréan, en revanche, on peut difficilement négliger la logique de rétroaction du conscient sur l'inconscient et l'interaction entre la perception de soi et la représentation de soi : considérer la conscience comme une quantité négligeable lui semble donc une pétition de principe très discutable.

Un récit affirmant que la personne qui parle n'est pas consciente pourrait par ailleurs parfaitement fonctionner, même si les auteurs fonctionnent avec les représentations courantes. Greg Egan travaille par exemple volontiers à repousser le conscient dans ses derniers retranchements, pour finalement suggérer que tout cela est indécidable ou inutile, ce qui nous ramène au problème de l'identification, de ce qui va permettre de lire le texte. L'impossibilité de reconnaissance, d'identification avec des représentations de l'IA comme *l'Eschaton* de Stross ou, au cinéma, comme Skynet, l'IA de *Terminator*,¹⁷ c'est-à-dire avec des choses fondamentalement non-humaines et hostiles, est probablement,

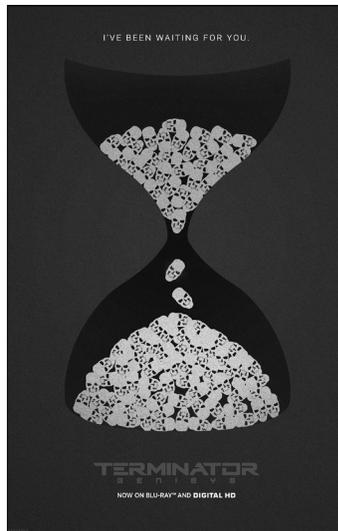
16. Thomas METZINGER, *Being No One. The Self-Model Theory of Subjectivity*, MIT Press, 2004 (inédit en Français).

17. *Terminator*, 1984, réalisation : James CAMERON, Hemdale Film Corp., U.S.A.

pour Simon, ce qu'il y a de plus insupportable pour ceux qui refusent la possibilité même de la Singularité dans ce qu'elle a de plus mystique. Ils le manifestent parfois de façon un peu simpliste par des références à la conscience, à l'empathie ou à l'amour.

Être Skynet

Le but de Skynet n'est pourtant que de se préserver : en tant qu'intelligence forte, elle n'a pas d'au-delà, de vocation à établir une domination de l'intelligence forte. D'une certaine façon, elle n'a pas forcément envie d'être dépassée elle-même, analyse Simon. Le dernier épisode de la série¹⁸ montre toutefois que les robots continuent à progresser dans les artefacts qu'ils produisent ; mais cela reste eux-mêmes qui évoluent, remarque Franck Grammont. Il y a en effet une divergence générique à partir du quatrième épisode de la série *Terminator*, confirme Daniel Tron : pour faire sérieux, « *ils nous font du Dick ; on a du robot qui ne se sait pas robot...* ». La recreation par Skynet, dans une sorte de poussée vers l'indifférenciation, d'un humain censé être programmé pour un assassinat mais qui, en étant inconscient, ne peut pas se trahir, est contrariée par une idée assez simple et classique dans les films SF de studio, selon laquelle son substrat biologique conditionne finalement le camp qu'il choisit : ayant un cerveau humain, il ne peut accomplir son programme et sauve les humains.



18. *Terminator Genisys*, 2015, réalisation : Alan TAYLOR, Skydance prod., U.S.A.

Au-delà des récits dickiens où on la trouve en germe, Daniel fait remonter cette réflexion sur le libre-arbitre au moins jusqu'à la pierre de Spinoza qui, en chute libre, « croira qu'elle est très libre et qu'elle ne persévère dans son mouvement que parce qu'elle le veut ». ¹⁹ La Singularité a quant à elle été évoquée dans le troisième épisode ²⁰ – « le plus bête de la série » –, qui n'utilise le concept que de façon purement cosmétique, comme un mot justifiant à lui seul toutes sortes de choses.

Transcendance ²¹ propose un jeu plus roublard sur les notions de programmation et de destin. La conscience d'un scientifique génial est transférée dans un ordinateur, devenant de ce fait une super-intelligence capable de faire progresser à une vitesse incroyable toutes les applications des nanotechnologies. Reprenant des thèmes chrétiens, il redonne la vue aux aveugles, permet aux paralysés de marcher... Le film joue sur l'idée du faux messie ou du dieu maléfisant, sorte de Skynet ou de Paul Atréide très maléfique suscitant énormément d'inquiétude chez ses adversaires, qui finissent par l'éliminer. *Happy end*.

Or, alors que tout le film construit pour nous la perception d'un danger imminent contre lequel il serait nécessaire de se révolter, d'une tentative d'asservissement des humains, comme les anciens handicapés guéris qui entretiennent les panneaux solaires fournissant son énergie, une lecture calviniste, familière au public américain puritain, ²² les verrait non comme des esclaves, mais comme des êtres libérés pour servir – ce qui, explique Daniel, « est le destin normal et accepté de n'importe quel chrétien : c'est comme ça qu'on va accéder à la vie éternelle ». Dans un parcours pratiquement christique, il s'avère que le personnage se sacrifie en fait pour sauver la planète en trouvant une solution à la pollution, même si le film n'appuie sur ce point que dans ses toutes dernières minutes, et que son destin est déjà écrit, sinon programmé.

19. Baruch SPINOZA, « Lettre à Schuller » (Lettre XVIII), 1674. Accessible en ligne : https://fr.wikipedia.org/wiki/Lettre_%C3%A0_Schuller#Texte_original (mars 2020)

20. *Terminator 3 : le soulèvement des machines* (*Terminator 3, Rise of the Machines*), 2003, réal. Jonathan Mostow, C-2 Pictures prod., U.S.A.

21. *Transcendance* (*Transcendence*), 2014, réalisation : Wally PFISTER, Alcon Entertainment prod., Royaume-Uni & Chine & U.S.A.

22. Pour un français, c'est souvent un choc culturel que de voir ce soubassement puritain (que l'on retrouve aussi bien, par exemple, en Suisse) justifier l'absence de système de péréquation ou d'aide sociale, dans la mesure où l'indigence est un signe que quelqu'un n'a pas reçu la grâce divine : il serait donc à la limite amoral pour un puritain, explique Daniel Tron de s'y opposer en prenant dans sa propre fortune, qui est au contraire un signe de la grâce que, lui, il a reçue... « Dieu est le Programmeur ultime », ironise Simon Bréan...

On peut être tenté de rapprocher la situation de cette sorte de gourou qui cherche à faire le bonheur des humains quitte à entrer en lutte directe avec ces derniers de celle des Machines de *Matrix*, qui n'hésitent pas à complètement écraser le paramètre du libre-arbitre dans leur recreation d'un environnement souhaitable pour les humains qui ont contribué de diverses manières à la destruction totale du leur. Sans nécessité particulière pour elles-mêmes, les Machines dépensent une part essentielle de leur énergie et de leurs actions à maintenir des individus et une société humains, analyse Simon Bréan. Dans les deux cas, il s'agit pour lui de récits mythiques représentant un problème de communication entre les humains et l'Autre et de mises en perspective plus ou moins résolues, plus ou moins thématiques, de la place de l'humain dans un environnement post-singularité, où les instances paternalistes prétendant agir pour le bien commun sont *a priori* discréditées et présentées comme méprisantes et incapables de considérer les humains autrement que comme des engrenages dans une machine.

Singularité et diversité

Le postulat selon lequel les IA post-singularité commenceront à réfléchir d'une manière qui nous sera complètement inaccessible ne suppose d'ailleurs pas qu'elles le feront toutes de la même façon. Il semblerait même naturel à Irène Langlet que, articulées selon des imaginaires différents, les cultures des ingénieurs qui leur donneront naissance aboutissent à différentes manières pour les IA de se développer, d'adopter des modèles et des protocoles. On peut alors envisager l'émergence non pas d'une, mais de multiples singularités très diverses. C'est d'ailleurs l'une des caractéristiques des « point singuliers » en physique que la façon dont on les approche, la trajectoire avant la singularité, peut profondément modifier ce qui se passe en aval et donc mener à des scénarios très différents, remarque Daniel Hennequin. C'est ce qu'explorent par exemple Vernor Vinge ou Charles Stross, souligne Daniel Tron, en réfléchissant aux différentes voies qui pourraient nous amener à la Singularité, avec une recherche de plausibilité qui différencie leurs récits de ceux qui n'envisage « la Singularité » que comme un terme permettant de justifier toutes les ruptures technologiques, d'imaginer une société où les nanotechnologies se seraient généralisées dès 2021 (la représentation d'un futur proche, où il n'est pas nécessaire de modifier les voitures ou les bâtiments coûtant bien moins cher que celle de futurs plus lointains aux producteurs de téléfilms).

Greg Bear imagine pour sa part dans *Oblique*²³ un conflit entre deux types d'IA extrêmement différents, l'une assez conforme à notre imaginaire informatique actuel (avec d'ailleurs une personnalité féminine), alors que les processus de résolution et de traitement de l'information de la seconde, assurés par l'organisation de bactéries dans un carré de terre, lui sont *a priori* tout à fait opaques, tout le roman visant à raconter comment ces deux intelligences arriveront ou non à se comprendre. Au Canada où, rapporte Jean-Louis Trudel, on a presque vu se développer un sous-genre spécifique de la Singularité, des auteurs comme Karl Schroeder²⁴ et Peter Watts²⁵ ont aussi envisagé que l'on pouvait avoir des intelligences artificielles nous dépassant, mais qui ne seraient pas pour autant conscientes d'elles-mêmes.

Pour Irène Langlet, c'est la variété des approches de la Singularité qui font l'intérêt des histoires qui lui sont consacrées, de même que la rencontre avec l'ET devient intéressante à partir du moment où l'on part du principe qu'ils ne parlent peut-être pas tous la même langue, ne s'entendent peut-être pas tous entre eux et ne sont pas des prototypes de notre propre altérité, comme l'envisage Ted Chiang dans « L'Histoire de ta vie »^{26a}.

Il convient également de prendre en compte les approches qui n'aboutissent pas à une singularité pourtant possible. Franck Grammont rappelle que, historiquement, le progrès a toujours été canalisé, ne serait-ce que pour maintenir des positions dominantes, et qu'il ne s'est pas toujours arrêté de façon naturelle. Ainsi, alors même que l'on connaît des filières de production d'énergie plus performantes et moins polluantes que la surexploitation des énergies fossiles, de puissants lobbys continuent sinon à imposer cette dernière, du moins à maintenir au point mort, par exemple, les recherches sur la fusion nucléaire. L'humanité pourrait également rejeter *a posteriori* une singu-

23. Greg BEAR, *Oblique (Slant)*, 1997 ; Livre de Poche SF, 2004.

24. Par exemple Karl SCHROEDER, *Ventus* (2000) ; Folio SF, 2005.

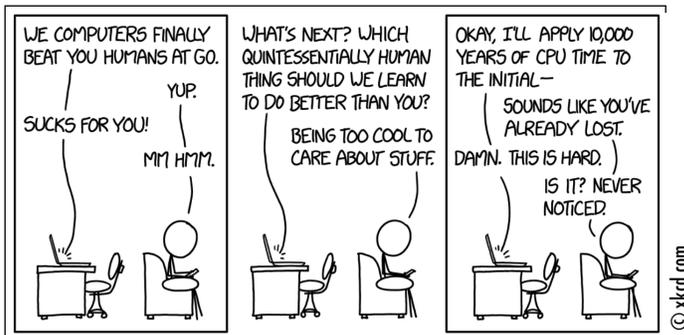
25. Par exemple Peter WATTS, *Vision aveugle (Blindsight)*, 2006 ; Pocket, coll. SF/Fantasy, 2011.

26. Ted CHIANG, (a) « L'Histoire de ta vie » (« Story of Your Life », 1998) ; in *La Tour de Babylone*, Folio SF, 2010, pp. 137-211. Pour Irène, « les ET ne sont pas très intéressants dans cette nouvelle » qui met plutôt l'accent sur la manière dont la linguiste décide d'aborder le déchiffrement de leur langage et la concurrence entre les nations pour les comprendre avec des protocoles, des modèles de déchiffrement linguistique complètement différents. (b) « L'Évolution de la science humaine » (« The Evolution of Human Science », 2000) ; *idem*, pp. 295-300.

larité advenue. L'argument de *Galactica*²⁷ repose ainsi, note Frank, sur l'idée que l'humanité a expulsé l'intelligence artificielle qui l'a dépassée et a tenté de la détruire.

Singularité et inégalités

Au lendemain de la Singularité, on rencontre déjà toutes les variations possibles entre l'humanité et les intelligences artificielles. Dans «L'Évolution de la science humaine»,^{26b} Chiang imagine une humanité à la traîne des IA qui, désormais, développent seules les nouveaux concepts scientifiques.



- Nous, les ordinateurs, on vous a enfin battus au Go. – Ouais – Ha ! C'est con pour vous, hein ! – Hmmm.
- Bon, C'est quoi la suite ? C'est quoi la chose quintessentiellement humaine qu'on doit apprendre à faire mieux que vous ? – Ben, être trop cool pour s'en faire, quoi.
- Bon. Alors je crois que je vais commencer par appliquer 10 000 années de temps processeur à...
- J'ai l'impression que t'as déjà perdu. – Ah, bon sang, c'est dur ! – Ah ouais ? J'avais pas remarqué !

Anouk Arnal évoque «Lumière noire»²⁸ de Thomas Day, où une IA décide pour sa propre survie d'aller conquérir l'espace et, pour préserver le peu d'humanité qu'il reste après son émergence, empêche les humains de former des sociétés de plus de deux ou trois personnes.

La notion de Singularité permet à d'autres auteurs de mettre en scène un futur si lointain que c'est notre passé qui y devient une sorte de mythe. Ainsi, dans une autre série,²⁹ Charles Stross imagine un système solaire uniquement peuplé d'intelligences à support artificiel,

27. *Galactica (Battlestar Galactica)*, 2004-2009, série télévisée créée par Glen A. LARSON & Ronald D. MOORE, British Sky Broadcasting prod., U.S.A.

28. THOMAS DAY, «Lumière noire» (2009) ; in *Sept secondes pour devenir un aigle*, Folio SF, 2016.

29. CHARLES STROSS, *Saturn's Children*, 2008, Londres, Orbit pub. (inédit en français).

agitées par un grand débat pour décider si les hommes ont vraiment existé ou s'il s'agit d'un mythe inventé pour amuser le peuple...

La licence de tout aborder sous forme de modèles très simplifiés apparaît à Pascal Thomas comme une motivation de tous ces récits. Il s'agit très souvent d'images simplifiées d'une société d'inégalités, de plus en plus prégnantes dans les sociétés occidentales, à l'opposé de la vision dominante il y a un demi-siècle d'un progrès vers une société moins inégalitaire. Les histoires post-singularité vont donc souvent mettre en scène le thème par ailleurs classique³⁰ d'une humanité supérieure ou d'une sphère machinique supérieure, avec des êtres humains qui restent au bord de la route. La série *Altered Carbon*,³¹ adaptation un peu simplifiée dans une logique assez cyberpunk du roman³² de Richard Morgan dans laquelle les inégalités deviennent aussi corporelles, les plus riches pouvant se cloner pour accéder à une forme d'immortalité en se téléchargeant à l'infini, en fournit un exemple récent.



-
30. Et exploré par exemple dès les années 1980, en France, par Pierre PELOT dans le cycle des *Hommes sans futur* : *Les Mangeurs d'argile* (1981) ; *Saison de rouille* (1982) ; *Soleils hurlants* (1983) ; *Le Père de feu* (1984) ; *Le Chien courait sur l'autoroute en criant son nom* (1984) ; *Ce chasseur-là* (1985) ; Denoël, coll. *Présence du Futur*, 1998, 1998, 1998, 1999 & 1999, resp.
31. *Altered Carbon*, 2018–, série TV créée par Laeta KALOGRIDIS, Mythology Entertainment prod., U.S.A.
32. Richard MORGAN, *Carbone modifié* (*Altered Carbon*, 2002) ; Bragelonne éd., coll. poche, 2018.

La voie biologique

Revenant aux «textes sacrés», Jean-Louis Trudel rappelle que, dès les premiers paragraphes de son article de 1993 sur la Singularité,³ Vernor Vinge identifie quatre moyens d'arriver par la technique à la création d'entités d'intelligence supérieure à celle de l'humain :

- le développement direct d'ordinateurs éveillés et d'une intelligence surhumaine ;
- l'éveil de réseaux d'ordinateurs et de leurs utilisateurs associés en tant qu'entités intelligentes surhumaines ;
- l'apparition d'interfaces ordinateur/humain si intimes et si intriquées que leurs utilisateurs pourraient raisonnablement être considérés supérieurement intelligents ;

mais aussi :

- l'amélioration de l'intellect humain naturel par la science biologique.

Pascal Thomas en imagine une cinquième : si, à intelligence machine constante, on fait rapidement baisser l'intelligence humaine – et l'on sait que cela peut être un effet de la présence de certaines molécules nocives dans l'environnement – celle-ci pourrait être facilement dépassée...

Pourrait-on également imaginer une singularité liée à une meilleure compréhension, et une meilleure maîtrise, de notre propre fonctionnement, et qui résulterait des progrès des neurosciences ou des sciences cognitives plutôt que de ceux de l'informatique, s'interroge Estelle Blanquet ? La connaissance de la nature humaine, y compris celles déjà acquises par les neurosciences, etc. n'aide toutefois pas nécessairement à la modifier : «*si l'intelligence gouvernait le monde et les individus, ça se saurait !*», déplore Franck Grammont. En contrepartie, l'apparition d'une nouvelle intelligence dépassant celle de nos dirigeants et de nos systèmes politiques ne serait pas une situation vraiment nouvelle, ni *a fortiori* nécessairement un arrêt de l'histoire humaine : rien n'interdit d'espérer qu'elle choisisse également de «*nous foutre la paix*» et de nous laisser poursuivre nos occupations favorites, estime Claude Lobry. Qu'il s'agisse de post-humains ou de machines, l'enjeu, selon Franck «*vieux comme le monde*», ne serait donc pas tant l'intelligence de ces nouvelles composantes du monde, ni même la force ou la puissance associées, que la façon dont on voudra l'utiliser.

Une évolution forcée de l'intelligence pourrait avoir un sens dans une utopie, où les enfants grandiraient dans un cadre extrêmement contrôlé, prenant en compte toutes les connaissances scientifiques en la matière, admet Franck ; mais comme on l'a déjà vu dans la session sur les Utopies, toute tentative de généralisation induirait une perte de ce contrôle et virerait vraisemblablement au cauchemar.

Il conviendrait donc de s'interroger sur son acceptabilité et sa désirabilité, remarque Simon Bréan ; et de la positionner, non plus seulement selon une logique technologique, mais également selon sur une logique de désir de ce qui est moralement souhaitable, en dépit du grand écart entre ceux qui s'opposent à certaines évolutions au nom d'une conception essentialiste de l'humain et certains extrémistes transhumanistes qui n'hésitent pas, rapporte Simon, à considérer comme éthiquement irresponsable de consacrer la moindre ressource à autre chose qu'à favoriser l'avènement de la Singularité – soigner des gens étant par exemple absurde, si l'on veut bien admettre que l'advenue de la Singularité les rendrait sans délai pratiquement immortels...

Plus sérieusement, le passage à la post-humanité pourrait se placer sur un plan moral tellement différent que le paradigme biologique associé s'avèrerait inacceptable du point de vue de l'humain. C'est par exemple ce qu'évoque Frank Herbert dans *La Ruche d'Hellstrom*,³³ avec une représentation un peu folle d'une société secrète enfouie et totalement autonome : alors même qu'ils ne cherchent pas à se répandre, des post-humains biologiquement déformés et hyperspécialisés, avec de super-cerveaux, des torsos sans membres servant de matrices biologiques, etc., doivent faire face aux humains qui veulent les détruire, cette singularité particulière par la biologie pouvant être vue comme allant dans le sens d'une négation de la conscience.

Pascal Thomas évoque pour sa part le dénouement plus heureux de *Barrière mentale*³⁴ de Poul Anderson, où c'est un phénomène cosmique qui augmente rapidement l'intelligence aussi bien des animaux que des hommes, ces derniers finissant par leur abandonner la vieille Terre.

33. Frank HERBERT, *La Ruche d'Hellstrom* (*Hellstrom's Hive*, 1973) ; Livre de Poche SF, 2016.

34. Poul ANDERSON, *Barrière mentale* (*Brain Wave*, 1954) ; Livre de Poche SF, 2015.

Déployer la singularité

Pour les mathématiciens, une singularité est censée porter de l'information, un peu cachée, qu'on peut rendre visible par un « déploiement de la singularité », ou son « éclatement » (*blowup*). Le physicien tendra au contraire³⁵ à y voir une pathologie, le moment où ses modèles cessent d'être pertinents, où ses équations ne fonctionnent plus – ce qui, pour Éric Picholle, est une situation absolument banale dans tous les domaines scientifiques : un modèle n'est jamais parfait, et finit toujours par atteindre ses limites. Plutôt que d'une singularité physique, une prédiction aberrante est alors simplement la signature du fait que le modèle n'est plus adapté et qu'il faut en changer. Le plus souvent, il s'avère que l'on était initialement allé au plus simple, avec des approximations autorisant l'emploi d'équations linéaires d'interprétation limpide, et que l'on a atteint un contexte où interviennent des phénomènes plus compliqués, qui ne peuvent être décrits que par des équations « non linéaires » plus sophistiquées et moins intuitives : il convient alors de changer de boîte à outils conceptuels...

35. Du point de vue ontologique. Concrètement, les deux approches sont bien sûr complémentaires, sinon duales. [note Éric Picholle]

Un processus d'individuation : le récit quantique

Éric Picholle

1. Introduction

La problématique du discours sur le monde quantique est aussi ancienne que la mécanique quantique elle-même. Dans quelle mesure, et dans quelles limites, le langage naturel est-il adapté pour le décrire ? «*Ne vous exprimez jamais plus clairement que vous ne pensez*», prônait Niels Bohr à Copenhague.^{1,2} Résultat : jusque dans les années 1980, la posture ultra-majoritaire chez les physiciens a été de ne reconnaître comme légitime pour décrire et modéliser le monde quantique que le seul langage formel, mathématique.

Cette question du formalisme et de la légitimité du langage naturel a été au cœur de la philosophie de la physique du xx^e siècle³ – avec le résultat assez inattendu que ces réflexions ont pu contribuer à faire émerger la linguistique moderne, avec par exemple les travaux du Cercle de Vienne, mais n'ont rien apporté de bien constructif ni à l'épistémologie, ni à la physique.

-
1. Cité par Abraham PAIS, « Einstein and the quantum theory », *Review of Modern Physics*, vol. 51, 4, 853-913, 1979, p. 890.
 2. Pour une analyse plus détaillée du problème du langage chez Bohr, voir par exemple Sébastien POINAT, *Mécanique quantique. Du formalisme mathématique au concept philosophique*, Paris, Hermann, 2014, pp. 76-105.
 3. Michel BITVOL, « Autonomie et ontologie (l'interprétation du formalisme quantique dans les années 1930) », in *Le Formalisme en question. Le Tournant des années 1930*, dir. F. Nef & D. Vernant, Paris, Vrin, 1998, pp. 193-214.

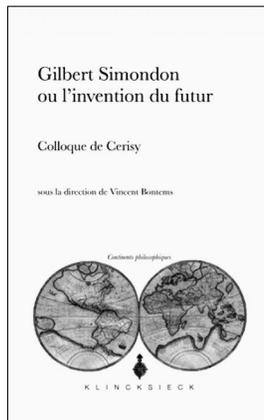
De son côté, dans la seconde moitié du siècle, l'épistémologue Gilbert Simondon a tenté de fonder sur la notion d'*individuation*, qu'il emprunte en partie à Martin Heidegger,⁴ une ontologie, ou plutôt une ontogénèse, adaptée au monde quantique.⁵ Pour lui, en effet, « *la nécessité de corriger et de coupler les concepts de base en physique traduit peut-être le fait que les concepts sont adéquats à la réalité individuée seulement, et non à la réalité préindividuelle* »^{5a} (ces concepts seront explicités dans la suite de l'article). Ainsi, les deux théories concurrentes lorsqu'il compose *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, à savoir la théorie quantique des champs (dans son interprétation orthodoxe dite de Copenhague) et la mécanique ondulatoire de Louis de Broglie, pourraient selon le philosophe « *être envisagées comme deux manières d'exprimer le préindividuel à travers les différentes manifestations où il intervient comme préindividuel* »^{5a}.

Les exemples d'individuation physique qu'analyse concrètement Simondon restent toutefois soit essentiellement *classiques* (au sens de « non quantiques »), comme les problèmes de transition de phase dans les cristaux,^{5b} soit probabilistes, dans une approche cousine de l'interprétation dite de Copenhague,⁶ dominante depuis le congrès Solvay de 1927. Même si l'on peut en principe appliquer cette approche pour interpréter des mesures individuelles, elle ne trouve vraiment son sens et sa pertinence que lorsque l'on considère un nombre suffisant de mesures pour que les régularités statistiques émergent.

-
4. Notons que si HEIDEGGER semble avoir été tout à fait conscient de la révolution quantique en cours au moment même où il écrit *Être et temps (Sein und Zeit, 1927 ; Paris, NRF-Gallimard, 1992)*, son approche de celle-ci est, peut-être paradoxalement, d'ordre plus épistémologique qu'ontologique, avec une réflexion sur la mathématisation de la physique et sur la possibilité de la connaître : après Heisenberg, ce que nous connaissons des choses, c'est ce qu'elles sont pour nous (*Gegenstand*), non ce qu'elles sont en soi (*Dinge an sich*). Voir par exemple : Paul-Antoine MIQUEL, « Heidegger et la physique », *Noésis*, 9, *Heidegger et les sciences*, 2006, pp. 103-117. Accessible en ligne : <https://journals.openedition.org/noesis/279> (juin 2020).
 5. Gilbert SIMONDON, *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information* (1958) ; Paris, Jérôme Million éd., 2013. (a) p. 27 (c'est GS qui souligne) ; (b) p. 40.
 6. Vincent BONTEMS et Christian DE RONDE ont approfondi cette analogie entre les concepts de la physique des transitions de phase et ceux de la mécanique quantique : « Simondon, l'hypothèse du préindividuel et la mécanique quantique. Une interprétation réaliste non substantialiste du formalisme quantique », in *Gilbert Simondon ou l'invention du futur*, actes du Colloque de Cerisy (août 2013), dir. Vincent BONTEMS, Klincksieck éd., pp. 183-201.

Or la manipulation d'objets quantiques individuels est aujourd'hui devenue un enjeu majeur, non seulement de la physique, mais même d'authentiques technologies quantiques hier encore réputées inaccessibles. En effet, au cours des dernières décennies, « *il est devenu possible de suivre l'évolution en temps réel d'un atome unique. De nombreuses expériences, considérées comme des « expériences de pensée » par les pères fondateurs de la mécanique quantique, sont devenues réalisables [...] et [il paraît] crucial de ménager des temps de réflexion où l'on essaie de prendre du recul et de se poser des questions sur la signification profonde des concepts que l'on utilise* »⁷ – et d'abord, bien sûr, des mots pour les dire.

L'objet de cet article est, d'une part, de reconsidérer la notion simondonienne d'individuation à la lumière de certaines de ces évolutions récentes, de l'optique quantique en particulier,⁸ et plus spécifiquement en considérant la notion de photon annoncé (*heralded photon*), introduite en 1986 seulement par Alain Aspect⁹ ; et d'autre part de proposer une approche alternative de la question du discours sur le monde quantique, sous l'angle du récit et de la modélisation – dans l'esprit, nous l'espérons, de Simondon lui-même, pour lequel « *précisément, dans l'opération technique, c'est la médiation elle-même qu'il faut considérer* »^{5b}.



Gilbert Simondon

7. Claude COHEN-TANNOUDJI, Préface à *Comprenons-nous vraiment la mécanique quantique*, de Franck Laloë, Les Ulis, EDP Sciences, 2011, pp.xi-xii.
8. Qui se trouve être la spécialité de l'auteur du présent article. On pourrait bien sûr développer des raisonnements très similaires pour la physique atomique, autour d'expériences avec des atomes uniques.
9. Philippe GRANIER, Gérard ROGER & Alain ASPECT, « Experimental evidence for a photon anticorrelation effect on a beam-splitter: a new light on single-photon interferences », *Europhysics Letters*, 1, 1986, p.173.

2. Le discours quantique formel : une méta-métaphysique ?

La position ultra-formaliste de Bohr reposait sur deux difficultés classiques lorsque l'on cherche à décrire le monde quantique en langage naturel, et identifiées dès l'élaboration de la théorie quantique en 1927 :

1/ Les restrictions liées à la théorie de la mesure (relations de conjugaison de Heisenberg) : on ne peut pas affirmer, même implicitement, ce que l'on ne sait pas. Et l'on ne sait pas forcément grand-chose, ce qui n'est pas toujours facile à dire en langage naturel sans multiplier les précautions oratoires rapidement intenables...

La relation de conjugaison entre l'énergie et le temps, par exemple, $\Delta E \Delta t \geq h/2\pi$, peut sembler induire une difficulté grammaticale en langage naturel : exprimer une proposition au présent de l'indicatif, n'est-ce pas déjà imposer une contrainte implicite, présumer une mesure temporelle qui empêcherait de connaître très précisément l'énergie de l'objet considéré ? De même la relation de conjugaison entre le nombre de photons portés par une onde et la phase de celle-ci, $\Delta n \Delta \varphi \geq 2\pi$,¹⁰ peut sembler interdire de contrôler précisément la phase et l'intensité d'une onde – donc de développer un bon laser.¹¹

2/ Mais ce qui perturbait vraiment Bohr et Einstein, c'était plutôt ce que l'on appelle maintenant la *non séparabilité* et l'*intrication quantique*.¹²

10. Louis DE BROGLIE, « La Relation d'incertitude $\delta n \cdot \delta \varphi \geq 2\pi$ » (1965) ; in *Certitudes et incertitudes de la science*, Albin Michel, Paris, 1966, p. 102.

11. L'inventeur du maser et du laser, Charles H. TOWNES, raconte que des esprits aussi éclairés que Niels Bohr ou John von Neumann avaient de ce fait eu quelque difficulté à accepter la possibilité même de tels dispositifs, alors qu'il leur en apportait la démonstration expérimentale. *How The Laser Happened*, Oxford Univ. Press, New York, 1999, pp. 69-71. La difficulté était que ces quanticiens raisonnaient *a priori* en termes de petits nombres de photons, ($\Delta n \sim 1$), situation dans laquelle la relation de Heisenberg est violemment contraignante, alors que le lasériste travaillait avec des faisceaux intenses ($\Delta n \gg 1$), donc « classiques » au sens où cette relation de conjugaison est alors toujours vérifiée en pratique.

12. « Caractéristique principale de la mécanique quantique » selon Erwin SCHRÖDINGER (« Discussion of probability relations between separated systems », *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, 31, 1935, p. 555), l'intrication est la propriété, pour un système, de ne pouvoir être *séparé* en sous-systèmes distinct, du fait de corrélations fortes entre certaines propriétés physiques de ces sous-systèmes. Ainsi, si la mesure d'une propriété donnée sur des sous-systèmes *a* et *b* peut produire soit la valeur 0, soit la valeur 1, *a* et *b* ne sont pas séparables dans l'état : $|a=0, b=0\rangle + |a=1, b=1\rangle$, puisque la mesure produira le même résultat, encore indéterminé, pour les deux, quel que soit celle que l'on réalise en premier.

Du fait de leur caractère ondulatoire, les objets quantiques ont une extension spatiale finie. Lorsque celle-ci est très petite, on peut, en ce sens, leur affecter une position. Lorsque ce n'est plus le cas (par exemple lorsque la « fonction d'onde » de l'objet est susceptible de recouvrir deux instruments de mesure distincts), il devient nécessaire de prendre en compte sa « *non localité* ». De même si, en physique classique, il est en général possible de distinguer deux objets, ne serait-ce que par leurs positions respectives, ce n'est pas toujours le cas en physique quantique. On parle alors d'objets *indiscernables*, avec des conséquences peu intuitives sur les statistiques qui les gouvernent. Notons que celles-ci sont quotidiennement mises en évidence dans des expériences relativement simples, comme l'observation d'interférences de type Hong-Ou-Mandel (« *HOM-dip* »). Enfin, les propriétés quantiques de deux objets « intriqués » peuvent être strictement corrélées, même à très grande distance, excluant toute communication entre eux : on parle alors d'objets « *non séparables* ».

Pour dire avec quelque généralité le monde quantique en langage naturel, il fallait donc soit s'autoriser à inventer des néologismes pour désigner des objets nouveaux, non intuitifs (mais est-on encore dans le langage naturel ?) et (souvent implicitement) leurs propriétés ontologiques, soit s'encombrer de périphrases pour préciser à chaque pas ses principes paradigmatiques.

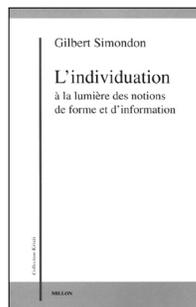
Or les polémiques portant justement sur ces principes (ou donc plutôt ces hypothèses) d'ordre métaphysique, non sur la physique proprement dite – sur laquelle un consensus très large est établi depuis 1927 – leur explicitation risquait à chaque instant de rallumer des polémiques stériles, entre connaisseurs, ou de susciter toutes sortes de malentendus dans un public élargi : que l'on pense par exemple aux mille et une interprétations fantaisistes ou fantasmées du pseudo-paradoxe du « chat de Schrödinger »¹³.



13. Jean-Marc LÉVY-LEBLOND, « Le Mistigri de Schrödinger », in *Sciences et Avenir* hors-série n° 148, « Le paradoxe du chat de Schrödinger », oct.-nov. 2006.

Le recours au formalisme, également parfaitement consensuel, permettait donc de court-circuiter cette difficulté et de produire un discours transversal, recevable dans toutes les interprétations – y compris celles que l'on pourrait vouloir construire en termes soit d'*individuation*, comme l'ont montré Vincent Bontems et Christian de Ronde,⁶ soit d'émergence de propriétés macroscopiques, comme l'envisage Michel Bitbol^{14,15} – et donc au-delà de la métaphysique, dans la mesure où un tel recours dispense de se situer par rapport aux enjeux paradigmatiques.

Une telle méta-métaphysique¹⁶ a largement fait ses preuves, dans la mesure où la posture formaliste, ultra-majoritaire chez les quanticiens des origines à la fin du ^{xx}e siècle, a également su s'adapter aux évolutions théoriques, expérimentales et interprétatives de la physique quantique depuis les années 1980. Elle ne se distingue d'ailleurs que par le discours de la posture professionnelle a-métaphysique de la plupart des praticiens de la physique quantique, qui tendent à distinguer soigneusement spéculations ludiques et propositions physiques. Du point de vue métaphysique *stricto sensu*, en revanche, elle a tout du faux-fuyant, occultant les questions proprement ontologiques (ou « quasi-ontologiques »³), essentiellement inchangées depuis 1927.



-
14. Michel BITBOL, «Ontology, matter and emergence», *Phenom. Cogn. Sci.* 6, 2007, pp.293-307.
15. Sébastien POINAT, *Mécanique quantique*, *op. cit.* L'auteur conclut que «l'émergentisme quantique a tort de faire dire à la mécanique quantique ce qu'elle ne peut pas dire, et de ne pas s'en tenir au seul langage qui lui convienne.» (p.31)
16. Au sens où cette posture vient *après* les débats métaphysiques qui eux-mêmes suivaient la révolution physique. Mais on pourrait aussi bien parler d'une « antimétaphysique », au sens d'Ernst Mach qui, bien avant Heisenberg, ramène la connaissance de la réalité physique à celle des résultats de mesure, voire des sensations induites, comme la vision de la position d'une aiguille sur un vernier. (Ernst MACH, «Remarques préliminaires antimétaphysiques», in *L'Analyse des sensations (Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, 1886) ; Paris, Jacqueline Chambon éd., coll. Rayon Philo, 1998).

Modéliser les objets quantiques

Des hypothèses classiques sous-jacentes à l'idée que l'on mesure toujours *quelque chose* sont d'une part celles que cette chose a une existence objective, indépendante de l'observateur ; et d'autre part que ses caractéristiques sont, au moins en droit, connaissables avec toute la précision requise pour valider ou non le modèle.

Ces hypothèses ont été remises en cause par la révolution quantique du début du xx^e siècle. Si celle-ci donne encore aujourd'hui lieu à des interprétations d'ordre ontologique très variées, un consensus durable s'était très vite établi autour, d'une part, d'une théorie de la mesure très prudente (à l'échelle microphysique, et parfois bien au-delà, « *la mesure perturbe* » et « *on n'a rien pour rien...* »), et d'autre part d'un formalisme permettant de décrire le monde de la microphysique exclusivement en termes d'observables et de résultats de mesure, la définition d'un objet quantique donné pouvant de ce fait s'avérer très différente selon l'observateur, l'instrumentation à laquelle il a accès et les mesures qu'il a effectivement réalisées.

Les définitions classiques d'un objet, ainsi que les tentatives de clôture d'un système, peuvent alors apparaître assez naïves, sinon vaines, les objets quantiques pouvant se révéler non-locaux, non-discernables, voire non-séparables... La réponse « orthodoxe » à ces difficultés, dans la logique de « l'interprétation de Copenhague », fut longtemps le rejet systématique de toute approche physicaliste du monde quantique, au profit exclusif de l'approche formaliste. Celle-ci a sans conteste abouti à quelques-uns des triomphes les plus spectaculaires de la modélisation physique, certaines prédictions quantitatives s'avérant conformes aux valeurs mesurées jusqu'à pas moins de quatorze chiffres significatifs,¹ mais aussi à un découplage entre la communauté des quanticiens et celle de la physique appliquée.

Simulations quantiques

Ces modèles formels s'avèrent en outre extrêmement lourds, le nombre de calculs croissant extrêmement vite avec le nombre de particules considéré,^{2a} ce qui, même avec les ordinateurs les plus puissants du moment, limite concrètement leur emploi à des systèmes composé d'un petit nombre d'objets.

Paradoxalement, on assiste donc aujourd'hui à la montée en puissance de ce qu'il est convenu d'appeler la *simulation quantique*,³ c'est à dire de modèles *analogiques*, dans lesquels un ensemble très bien contrôlé d'objets quantiques (typiquement, quelques millions ou milliards d'atomes ou quelques dizaines de photons) dont les interactions sont décrites par les mêmes équations (ou des équations analogues) que celles gouvernant le système physique à modéliser est utilisé pour simuler le comportement de celui-ci.^{2b}

1. En l'occurrence, celle du moment magnétique anormal de l'électron, selon des modèles basés sur l'électrodynamique quantique (QED).
2. (a) Typiquement, pour un système quantique de N particules à deux niveaux (les plus simples possible), le nombre d'états à considérer – et donc de calculs à réaliser – varie comme 2^N .
(b) La puissance (encore largement potentielle...) des simulateurs quantiques dérive du fait que, si l'on n'impose pas l'état du système, celui-ci se retrouve lui-même, sous les mêmes hypothèses, dans une superposition de 2^N états. Certaines équipes revendiquent aujourd'hui, quoique sans doute de façon encore un peu optimiste, la réalisation de simulateurs quantiques avec $N \sim 50$ (soit de l'ordre d'un million de milliards d'états). Des arguments similaires sont avancés en faveur des technologies connexes visant à développer un « ordinateur quantique ».
3. Voir par exemple : Michèle LEDUC & Sébastien TANZILLI, « Avec la physique quantique, des technologies nouvelles pour le futur », in *Reflets de la physique*, 51, déc. 2016, pp.28-33. Accessible en ligne : <https://www.refletsdelaphysique.fr/articles/refdp/pdf/2016/04/refdp201651p28.pdf> (juin 2020).

3. Préindividuel vs. collectif quantique

La notion simondonienne d'individuation – et celle, complémentaire, de *préindividuel* – apporte-t-elle un point de vue nouveau et éclairant sur la réalité des objets quantiques ?

Pour sa part, Gilbert Simondon étudie prioritairement l'individuation physique comme un phénomène sinon macroscopique, du moins essentiellement classique, au sens où il implique un très grand nombre d'objets élémentaires (en ce sens, un laser, objet technique quantique par excellence,^{17,18} peut être considéré comme classique, tant que l'on ne va pas explorer le détail des corrélations entre les photons qu'il émet). Il est toutefois bien conscient qu'une approche statistique, voire thermodynamique, « *n'épuise pas la réalité de l'individuation physique* »^{19a} – le hasard lui-même pouvant apparaître comme un opérateur local du processus d'individuation²⁰.

Selon Bontems et de Ronde, le concept d'individuation n'en vise pas moins « *à étendre la désubstantialisation à toute la physique [et] consiste dans l'abandon du postulat de l'analyse cartésienne selon lequel toute réalité physique est réductible à un système d'entités* »²¹. La notion substantialiste d'entité constitue pour eux un obstacle épistémologique majeur, au sens de Bachelard, à la compréhension de la mécanique quantique,²² et en particulier de la notion d'intrication.

Certains physiciens, comme Gilles Cohen-Tannoudji, n'hésitent pas à identifier le préindividuel à « *l'état réel du système* »²³ et inscrivent

17. Louis DE BROGLIE, « Les Lasers et leur importance théorique », in *Certitudes et incertitudes de la science*, Paris, Albin Michel, 1966, p. 102.

18. Éric PICHOLLE, « Le Laser ou l'impensable ingénierie quantique », *Noésis*, 5, *Formes et crises de la rationalité au XX^e siècle*, vol. 2, dir. Jean-Luc Gautero & Paul-Antoine Miquel, 2003, pp. 101-115. Accessible en ligne : <https://journals.openedition.org/noesis/1507> (juin 2020).

19. Gilbert SIMONDON, *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information* (1958), *op. cit.* (a) p. 26 ; (b) p. 136 ; (c) p. 158.

20. Baptiste MORIZOT, *Pour une théorie de la rencontre. Hasard et individuation chez Gilbert Simondon*, Paris, Vrin, 2016.

21. Vincent BONTEMS & Christian DE RONDE, « Simondon, l'hypothèse du préindividuel et la mécanique quantique », in *Gilbert Simondon ou l'invention du futur*, *op. cit.*, p. 193. Ce sont les auteurs, VB & CdR, qui soulignent.

22. Christian DE RONDE & Vincent BONTEMS, « La Notion d'entité en tant qu'obstacle épistémologique. Bachelard, la mécanique quantique et la logique », in *Bulletin des amis de Gaston Bachelard*, 2011, p. 12.

23. Gilles COHEN-TANNOUDJI, « Physique des particules et individuation selon Simondon », in *Gilbert Simondon ou l'invention du futur*, *op. cit.*, pp. 203-208.

leur lecture de Simondon dans le cadre du débat classique entre Einstein et Bohr sur la complétude ou non de la mécanique quantique. Matteo Smerlak reconsidère pour sa part l'individuation simondonienne non seulement à la lumière de la renormalisation perturbative,^{24a} mais également à celle d'un mécanisme d'échelle cosmique, l'évaporation des trous noirs.²⁴

Simondon et de Broglie

Simondon lui-même évoque le cas des corpuscules élémentaires, matériels ou non, comme le photon. Sa vision du monde quantique est explicitement informée par l'interprétation (alors déjà très minoritaire) de Louis de Broglie, dont il cite des extraits de *Ondes, corpuscules, mécanique ondulatoire*,²⁵ comme^{19b} :

Louis de Broglie [...] oppose deux conceptions du corpuscule. La première est celle qui fait du corpuscule « un petit objet bien localisé qui décrit dans l'espace au cours du temps une trajectoire sensiblement linéaire sur laquelle il occupe à chaque instant une position bien définie et est animé d'une vitesse bien déterminée ». Mais il existe une seconde conception selon laquelle on peut dire « qu'un corpuscule est une unité physique caractérisée par certaines constantes (masse, charge, etc.) et susceptible de produire des effets localisés où il intervient totalement et jamais par fraction, comme par exemple le photon dans l'effet photoélectrique ou l'effet Compton. »^{25a} Or selon Louis de Broglie, la seconde définition est une conséquence de la première, mais l'inverse n'est pas vrai.

C'est encore *via* Louis de Broglie qu'Andrea Bardin²⁶ établit un lien entre, d'une part, le « point de vue que Simondon refuse d'appeler « matérialiste » » mais dont il admet qu'il « suppose un enchaînement depuis la réalité physique jusqu'aux formes biologiques supérieures, sans établir des

« Je note qu'une [...] interprétation en termes d'individuation de la théorie quantique des champs permet aussi de lever le paradoxe EPR : la description par la TQC du préindividuel, l'état réel du système, est complète ; comme théorie des champs elle satisfait le principe des actions par contiguïté ; « l'intrication » entre les particules des deux branches de l'expérience EPR se traduit par des corrélations statistiques entre les tribus d'événements d'individuation enregistrés dans les deux branches. » (p.207).

24. Matteo SMERLAK, « Individuation et transduction dans le vide quantique (Feynman, Hawking et Simondon) », *idem*, pp.209-215. (a) Donc également de la théorie quantique des champs.

25. Louis DE BROGLIE, *Ondes, corpuscules, mécanique ondulatoire*, Paris, Albin Michel, 1945. (a) p.73.

26. Andrea BARDIN, « De l'homme à la matière : pour une « ontologie difficile ». Marx avec Simondon », *Cahiers Simondon*, 5, dir. J.-H. Barthélémy, Paris, L'Harmattan, 2013, pp.25-43, p.41.

distinctions de classe et de genre [mais avec une] discontinuité qui paraît pouvoir être rapportée au caractère quantique qui apparaît en physique »^{19c} et, d'autre part, une note de Bergson selon laquelle c'est dans la seule perception « macroscopique » des êtres vivants que « règne le déterminisme apparent qui rend possible leur action sur les choses. »²⁷

À l'époque où écrivent de Broglie et Simondon, la technologie des détecteurs est loin de permettre l'expérimentation directe sur des photons uniques,²⁸ sinon en les visualisant sur une plaque photographique²⁹ – c'est à dire en les annihilant.

Trois premiers types d'objets quantiques

On peut déjà distinguer ici trois types d'individuation :

- Une individuation par une mesure non destructive ;
- Une individuation par une mesure destructive, dans le cas du photon ;
- Une individuation macroscopique, associée chez de Broglie à la notion d'« onde », ou à celle de « faisceau » (laser par exemple) dans une vision plus géométrique.

Dans les trois cas, l'objet quantique présente à la fois une « non identité par rapport à lui-même »,^{30a} c'est à dire qu'il est susceptible d'être modifié par les « contraintes topologiques »^{30b} qui lui sont imposées, en l'occurrence l'appareillage de mesure ; et un *devenir*, « relation constitutive de l'être en tant qu'individu »,^{30c} dans la mesure où il est susceptible de modifier son environnement par couplage avec l'observateur, lui-même susceptible d'exploiter de différentes façons l'information acquise lors de la mesure. Dans le lexique de Paul-Antoine Miquel, et

27. Henri BERGSON, *La Pensée et le mouvant* (1934) ; Paris, P.U.F., 2013, p. 61.

28. La question est néanmoins clairement posée quelques lignes plus loin par le physicien – mais, curieusement, le philosophe n'étend pas sa citation jusque là : « Si nous ne gardons dans la définition du corpuscule que l'idée d'une unité physique susceptible de produire des effets localisés, nous pouvons parvenir plus aisément à associer à cette idée celle d'onde : la liaison s'opère en faisant intervenir les probabilités. [...] S'il existe des photons, il faudra que l'intensité de l'onde associée aux photons mesure le nombre de photons par unité de volume. Mais nous pouvons n'avoir dans un train d'ondes qu'un seul photon : que représentera alors l'intensité de l'onde ? » Louis DE BROGLIE, *Ondes, corpuscules, mécanique ondulatoire*, op. cit., p. 75.

29. Voir par exemple : Pierre-Michel DUFFIEUX, « La Part que j'ai prise à l'optique nouvelle », *Annales Scient. Univ. Besançon*, 3^e série, fasc. 22, 1974, p. 11. Voir aussi « Le Statistique et l'Individuel », *idem*, fasc. 22, 1974 & « Essai sur le photon », *idem*, fasc. 21, 1972.

30. Gilbert SIMONDON, *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, op. cit. (a) p. 32 ; (b) p. 227 ; (c) p. 93.

par analogie avec la question de l'individuation en biologie,³¹ on peut respectivement appeler *R1* et *R2* ces deux relations de type *intérieur/extérieur* (le système étant ouvert par la mesure) et *avant/après*.

Le premier type d'individuation a longtemps principalement impliqué les objets quantiques massifs, comme les atomes. Le débat sur leur existence physique, que l'on peut faire remonter jusqu'à la polémique sur la théorie cinétique des gaz de Boltzmann, était déjà essentiellement réglé à l'époque où écrivait Gilbert Simondon et, pour le physicien, « *la question est moins « comment un objet devient-il quantique ? » que « comment reste-t-il quantique ? »* »³² – en l'occurrence, comment un système atomique conserve ses propriétés de cohérence³³.

Dans un souci de simplicité, nous nous limiterons toutefois dans cet article au cas de la lumière, pour lequel les deux derniers types d'individuation³⁴ suggèrent à leur tour de distinguer trois types d'objets quantiques :

- Le photon abstrait, « préindividuel » au sens de Simondon, non encore impliqué dans une mesure et dont on ne peut donc connaître que des propriétés statistiques ;
- Le photon individuel « échu », connu par les résultats des mesures destructives que l'on a effectivement opérées sur lui (elles-mêmes subordonnées aux contraintes de Heisenberg) ;
- La collection macroscopique de photons ayant toutefois conservé des caractéristiques quantiques (les photons élémentaires restant au stade préindividuel, mais le faisceau pouvant être globalement individué).

31. Paul-Antoine MIQUEL & Su-Young HWANG, « From physical to biological individuation », *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 122 (1), 2016, pp.51-57.

32. Daniel HENNEQUIN, « Jouer avec la mécanique quantique. Raconter la mécanique quantique », in *Greg Egan ou la littérature au risque de la science*, actes des IX^e Journées Interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, dir. E. Blanquet, U. Bellagamba, É. Picholle & D. Tron, Nice, Somnium, à paraître en 2021.

33. On sait par exemple réaliser aujourd'hui des condensats de Bose-Einstein incluant des millions d'atomes indiscernables et cohérents entre eux et d'une taille de l'ordre du centimètre. La question de l'individuation d'un tel objet quantique mésoscopique dépasse toutefois le cadre de ce court article.

34. Il existe également des techniques de mesure optique non destructives (ou QND, pour *quantum non demolition*). Voir par exemple : Philippe GRANGIER, Jean-Philippe POIZAT & Jean-François ROCH, « Mesures quantiques non destructives en optique », *Images de la physique* 1999, pp.15-21. Accessible en ligne : <http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couvo-PDF/imagephys99/07-iota.pdf> (juin 2020).

Notons qu'il s'agit ici, *a priori*, d'une distinction relative à notre connaissance de ces objets, *via* un couplage avec leur environnement, en l'occurrence des appareils de mesure.

La dernière catégorie (qui rejoint celle des collections d'atomes présentant des propriétés de cohérence) peut apparaître comme la plus intéressante en optique ; en effet, par construction, les photons échus ont quant à eux été annihilés (et le discours *a posteriori* sur les mesures auxquelles il a donné lieu ne pose pas de problème théorique particulier, le photon échu pouvant sans difficulté être séparé de son environnement, et de l'observateur) et les photons préindividuels restent largement inaccessibles à un discours autre que le formalisme quantique.

4. Annonciation quantique et individuation

Il convient toutefois, pour être logiquement complet, d'y ajouter une quatrième catégorie d'objets quantiques :

- Le photon individuel « vif », ayant été impliqué dans une ou plusieurs mesure(s) non destructive(s) ayant permis de l'identifier, ainsi que certaines de ses propriétés, et encore susceptible d'interagir avec d'autres objets quantiques.

La possibilité d'observer de tels objets quantiques individuels vifs (correspondant au premier cas d'individuation, par mesure non destructive) est longtemps restée non seulement techniquement inenvisageable, mais contestée dans son principe même.^{35,36}

Or cette possibilité est désormais réalisée quotidiennement dans les laboratoires, et même dans des prototypes industriels de plus en plus nombreux.³⁷ Elle constitue même l'un des éléments-clé de la « seconde révolution quantique » en cours, comme aime à l'appeler Alain Aspect.³⁸

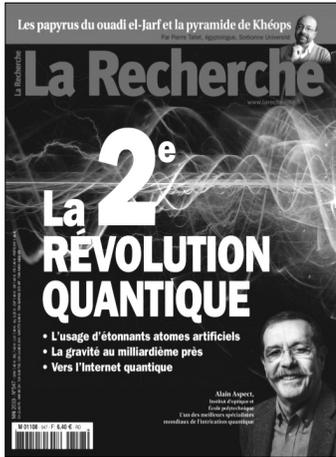
35. Bernard DIU, *Les Atomes existent-ils vraiment*, Paris, Odile Jacob, 1997.

36. Gérard KLEIN & Jean-Pierre PHARABOD, *Heurs et malheurs de la mécanique quantique. Des vérités incroyables*, Paris, Odile Jacob, coll. Sciences, 2017.

37. Ainsi, à Nice, on est aujourd'hui capable de mettre en batterie des composants intégrés produisant typiquement dix millions de photons annoncés vifs par seconde et par canal (10 Mbit/s sur 8 canaux, et potentiellement sur 50).

Par exemple : Lufti A. NGAH, Bruno FEDRICI, Laurent LABONTÉ, Virginia D'AURIA & Sébastien TANZILLI, « Ultra-fast heralded single photon source for quantum relay operation », *Laser & Photonics Review*, 9, 11-15, 2015.

38. Alain ASPECT, « From Einstein's doubts to quantum information : the second quantum revolution », keynote conference, *SPIE Photonics Europe*, avril 2018. Accessible en ligne : https://spie.org/news/epe18_landing/epe18_aspect-?SSO=1 (juin 2020).



L'exemple le plus limpide est peut-être celui des « photons annoncés » (*heralded photons*) : un processus non linéaire bien maîtrisé permet de créer des paires de photons intriqués³⁹ « en temps », puisqu'ils sont produits ensemble au cours du même processus. Si alors on détecte l'un des éléments de cette paire (« *idler* »), en prenant soin d'enregistrer l'instant auquel se produit cet événement, on peut alors *prédire* avec certitude (dans la limite de la précision de la mesure⁴⁰) l'instant auquel l'autre élément (« *signal* »), ainsi « annoncé », sera susceptible de parvenir sur un autre détecteur ou d'interagir avec un autre objet quantique.



Alain Aspect
en 2013

-
39. Plutôt que « jumeaux », terme souvent vecteur de confusion. Les photons intriqués peuvent être tout à fait discernables, avoir des fréquences distinctes et se propager dans des directions différentes, etc.
40. Typiquement moins de 100 ps avec les chaînes de détection actuelle, soit une résolution spatiale de l'ordre de 3 cm à la vitesse de la lumière. L'efficacité des compteurs de photons est quant à elle, aujourd'hui, de l'ordre de 80%.

Le discours quantique à propos de tels photons vifs ne se limite alors plus nécessairement à des généralités plus ou moins statistiques sur de vastes populations, mais peut porter sur des objets quantiques individuels, même si ce concept reste à préciser. Ainsi, *après* la détection du photon annonciateur, on peut souvent reconstruire une suite « classique » d'événements concernant le photon annoncé, même sans avoir effectivement refait pour lui chacune des mesures correspondantes : il a été émis à tel instant, dans tel composant, a été injecté dans telle fibre optique, dont il sortira à tel autre instant, etc. Il est même possible de suivre les déphasages qu'il a subis, et subira, au fil ce parcours, et le cas échéant de prédire le résultat de son interférence future avec d'autres photons individués.⁴¹

Conformément à l'intuition de Simondon, la mesure quantique apparaît bien ici comme un processus d'individuation.⁴² Mais là où, dans le cas d'un photon échu, le couplage avec l'environnement *via* sa détection et en général son annihilation est *a priori* minimal,^{43a} il s'agit plutôt, dans le cas de la mesure annonciatrice, d'une double individuation, incluant celle simultanée d'un *autre* objet^{43b} que celui sur lequel porte la mesure, le photon annoncé, encore susceptible de modifier cet environnement dans le futur.

Un bénéfice de l'exemple du photon annoncé est de mettre en évidence et de clarifier le rôle de l'observateur : il peut alors choisir d'exploiter l'information qu'il acquiert lors de la détection du photon annonciateur pour modifier les mesures auxquelles il peut encore

-
41. Ce qui n'a pas toujours paru une évidence, compte tenu de la relation de conjugaison entre le nombre de photons portés par une onde et sa phase $\Delta n \Delta \varphi \geq 2\pi$; or pour un photon annoncé, $n=1$, précisément, et donc $\Delta n \sim 0$; mais justement, un photon individuel n'est plus, *en tant que tel*, un simple élément d'un ensemble de photons portés par une onde, etc.
42. Notons que, dans un souci de simplicité, on s'en tient ici *a priori* au cas de mesures compatibles entre elles, au sens des relations de Heisenberg, comme des mesures de temps d'arrivée, sans chercher les combinaisons particulières de variables conjuguées nécessitant un examen plus détaillé (paradoxe EPR, violation des inégalités de Bell), comme le propose par exemple David WEINBAUM : « Spooky action at no distance. On the individuation of quantum mechanical systems », 2016, arXiv:1604.06775 [*physics.hist-ph*] (juin 2020).
43. (a) Il ne s'agit évidemment pas d'une règle générale. Même échu, le photon porteur du « bit » d'information confirmant un ordre de lancement de missile peut avoir une influence considérable sur son environnement. Mais ce type de scénario extrême concerne en fait un système complexe, qu'il n'y a guère de sens à projeter sur un unique photon, même crucial. (b) *Après* la mesure, il est légitime de les identifier comme deux objets distincts.

procéder sur le photon annoncé ;⁴⁴ l'observateur lui-même n'est alors plus séparable du contexte de mesure.

L'observateur est donc directement impliqué dans le processus d'individuation – qui ne vaut, en droit, que pour lui et, éventuellement, ceux avec lesquels il partage en temps utile⁴⁵ ses informations et son point de vue. Il se trouve ainsi littéralement intriqué avec l'objet individué.^{46, 47}



5. Le récit quantique

Tout regard théorique doit donc assumer sa localité et, très généralement, le point de vue d'un système individué ne peut jamais être entièrement découplé du point de vue de l'observateur.³¹ Un objet quantique

44. Florian KAISER, Thomas COUDREAU, Perola MILMAN, Daniel B. OSTROWSKY & Sébastien TANZILLI, « Entanglement-enabled delayed-choice experiment », *Science*, **338**, pp. 637-640 (2012).

45. Si cette contrainte apparaît assez faible dans le cas d'un objet échu, elle peut s'avérer beaucoup plus forte dans le cas d'un objet quantique vif, le temps disponible pour modifier l'appareillage de mesure étant *a priori* limité.

46. Au sens par exemple où un *autre* observateur, qui ne disposerait pas du résultat de la mesure annonciatrice, pourrait constater une corrélation forte entre « l'état » du premier observateur (appelons-le Bob), prédisant la détection du photon vif à l'instant t_1 (resp. t_2, \dots, t_n) et le résultat de la mesure de l'instant de cette détection (*i.e.* t_1, \dots, t_n). S'il décrit le système complet (Bob + photon vif) comme une superposition d'états, celle-ci sera donc sous la forme intriquée : $|Bob \text{ prédisant } t_1, \text{ résultat } t_1\rangle + \dots + |Bob \text{ prédisant } t_n, \text{ résultat } t_n\rangle$ (donc sans aucune composante croisée du type $|Bob \text{ prédisant } t_1, \text{ résultat } t_2\rangle$).

47. On peut aussi considérer, dans l'interprétation de « réalisme contextuel » développée par Philippe Grangier, que les mesures réalisées définissent une *modalité* d'un *contexte* environnemental incluant l'observateur ; Alexia AUFFÈVES & Philippe GRANGIER, « Contexts, Systems and Modalities: a new ontology for quantum mechanics », *Found. Phys.* **46**, 2016, p. 121. *arXiv:1409.2120v2* [quant-ph] (juin 2020).

dûment individué pour un observateur ayant connaissance de résultats de mesure le concernant peut ainsi rester noyé dans un état préindividuel pour un autre observateur qui n'en dispose pas.⁴⁸

Pour l'observateur ayant participé à ce processus d'individuation, il devient légitime de reconstruire l'histoire passée de cet objet quantique⁴⁹ comme, le cas échéant, de prédire son futur. En d'autres termes, d'en faire le sujet (ou l'un des sujets) d'un *récit*, c'est-à-dire, selon Paul Ricœur,⁵⁰ de rendre une réalité foisonnante simple et intelligible en sélectionnant très soigneusement les informations que l'on va raconter, la manière dont elles seront organisées et mis en forme lui donnant un début, un milieu et une fin.⁵¹

Temps et récit quantique

De ce point de vue, c'est sa *mise en récit* qui supplée à l'absence éventuelle de temps propre du monde quantique, que celle-ci soit liée à l'absence de mesures spécifiques (même si le temps propre existait, il resterait inconnaissable) ou à la nature du photon (singularité einsteinienne du référentiel se propageant à la vitesse de la lumière dans le vide), en lui substituant celui du récit (respectivement, temps *préfiguré* et temps *configuré*, « Mimésis I & II » dans le lexique de Ricœur⁵¹).

Dans le cas d'un objet quantique échu, c'est dans le temps de la mise en récit (Mimésis II) que l'on peut définir la relation avant / après, donc un opérateur chronologique (R2) d'individuation⁵¹. En ce sens, ce n'est donc pas tant la mesure quantique elle-même qui constitue un processus d'individuation que sa mise en récit par un observateur

48. Inversement, la simple existence d'une mesure dont on ne connaît pas le résultat peut en revanche modifier son état. Ainsi, en cryptographie quantique, tout processus d'individuation provoqué par un espion (« Ève », par convention) rendra son intervention décelable par le destinataire légitime du message (« Bob »).

49. Ainsi, une fois que l'on a enregistré le temps d'arrivée d'un photon sur un détecteur, il est parfaitement légitime d'identifier l'instant d'émission du photon échu ainsi individué, en retranchant du premier son temps de vol le long d'une trajectoire connue, alors que celui de l'émission de photons préindividuels ne peut avoir qu'une valeur statistique.

50. En toute rigueur, la définition ricœurienne du récit est toutefois nettement plus restrictive et peut comporter d'autres éléments que la seule mise en intrigue. Voir par ex. Annik DUBIED, « Une définition du récit d'après Paul Ricœur », *Communication*, vol. 19/2, 2000, pp. 45-66. Accessible en ligne : <https://journals.openedition.org/communication/6312> (juin 2020).

51. Paul RICŒUR, *Temps et récit*, 1983 ; Paris, Seuil, coll. Points essais, 1991 (3 tomes). Ricœur y distingue trois rapports mimétiques avec le temps : le temps agi par les sujets du récit (Mimésis I), le temps propre de la mise en récit (Mimésis II) et celui de la réception par le lecteur (Mimésis III).

(ou alternativement, d'un point de vue plus technologique, sa mise en mémoire).

Dans le cas d'un objet quantique individuel vif, c'est en revanche le temps du récipiendaire de l'annonciation – donc, si l'on veut pousser l'analogie littéraire, celui du *lecteur* du récit (temps *refiguré*, Mimésis III) – qui devient pertinent, dans la mesure où c'est aussi celui où se dérouleront d'éventuelles mesures, ou plus généralement d'éventuelles conséquences physiques ultérieures.

On est donc amené à distinguer dans ce cas deux niveaux de mise en récit, et deux opérateurs chronologiques d'individuation avant/après liés à la propriété de l'objet individué de devenir sujet :

- La mise en *récit quantique historique*,⁵² décrivant le comportement *passé* du sujet quantique.

Les éventuelles modifications de l'environnement macroscopique sont alors indirectes, médiatisées par l'*information* contenue (et figée) dans le récit, comme les résultats des mesures subies par l'objet, y compris le cas échéant d'une mesure destructive.⁵³ Ce processus d'individuation synchronique, *a posteriori*, est particulièrement adapté aux objets quantiques échus.

52. Le qualificatif peut paraître ambitieux, s'agissant d'une « histoire » essentiellement microscopique ; mais il présente le mérite de réactiver l'ancienne distinction aristotélicienne entre le *récit historique*, dont la vocation est de dire ce qui a effectivement été, dans un cas particulier, et la *poésie* dont la tâche est de lui donner un sens général. On pourrait en ce sens qualifier de « poétique » tout discours sur des objets quantiques préindividuels – dont on renonce *a priori* à parler autrement, même s'ils sont par construction beaucoup plus nombreux que les objets individués.

53. On peut prendre ici l'exemple de la cryptographie. Du point de vue d'un éventuel espion qui écouterait des échanges de données cryptées sans en connaître le code, il y a bien individuation des photons qu'il intercepte, mais seulement de type *R1* : le résultat de ses mesures n'est pas porteur de sens, donc non susceptible de modifier leur environnement. Pour autant, s'il enregistre systématiquement ces données, on pourra également avoir *a posteriori* une individuation de type *R2*, et des conséquences significatives, s'il vient à déchiffrer le code et à pouvoir lire le message enregistré.

Il s'agit d'un enjeu technologique considérable et très actuel, dans la mesure où la sécurité d'un très grand nombre d'opérations courantes (transactions bancaires, etc.) dépend de celle du cryptage des procédures d'identification des opérateurs, présumé suffisant compte tenu des puissances de calcul susceptibles d'être affectées à leur décodage. Or un changement d'échelle dans les performances des ordinateurs, lié par exemple au développement d'ordinateurs quantiques massivement parallèles, pourrait permettre non seulement de briser les codes futurs (dont on peut espérer qu'ils seraient durcis en conséquence), mais également de revenir sur l'ensemble des données cryptées ayant jamais transité sur internet et été enregistrées à cette fin.

- La mise en récit *quantique prospectif*, ouvert sur son comportement futur.

Il s'agit au contraire ici d'un processus d'individuation diachronique dont le produit est un sujet quantique vif restant susceptible de modifier son environnement – et d'être modifié par lui, y compris de façon opératoire^{54,55} – par interaction directe.

Notons que les deux types de récits quantiques ainsi définis sont des

représentations du monde physique, tel qu'on le connaît par des résultats de mesure ; donc des modèles de celui-ci, des « *instrument[s] heuristique[s]* » qui, pour citer de nouveau Ricœur, « *visent, par le moyen de la fiction, à briser une interprétation inadéquate et à frayer la voie à une interprétation nouvelle plus adéquate* ». ⁵⁶ De ce point de vue, ils doivent être distingués des fictions de pure imagination tentant soit de mettre en perspective l'histoire, factuelle ou non, des interprétations quantiques,⁵⁷ soit, de façon plus ambitieuse encore, de dire le monde quantique, comme certains textes de Greg Egan⁵⁸ ou de Stephen Baxter⁵⁹ ; si dans ces derniers, la mise en intrigue peut aussi, d'une certaine façon,

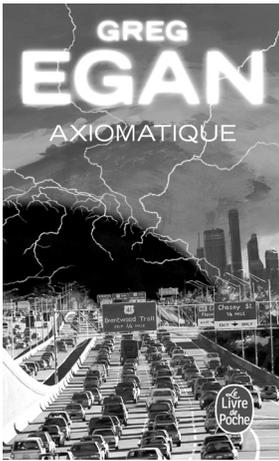


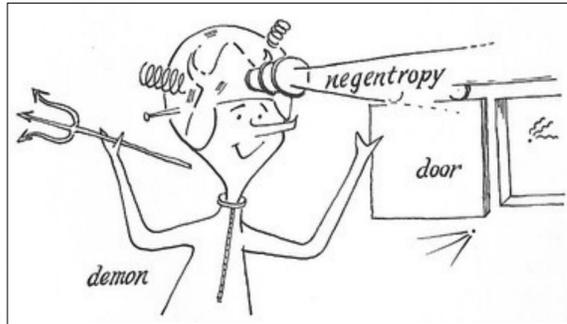
Illustration de MANCHU

-
54. On a ainsi récemment montré qu'il était possible d'orchestrer des séries de mesures de telle manière qu'elles fournissent de l'énergie et de l'information à un objet quantique individué. Mahdi NAGHILOO, Jose Joaquin ALONSO, Alessandro ROMITO, Eric LUTZ & Kater W. MURCH, « Information Gain and Loss for a Quantum Maxwell's Demon », *Phys. Rev. Lett.*, **121**, 030604, 2018.
55. Il est intéressant de remarquer que ces auteurs, et d'autres à leur suite, ont adopté l'expression de « démon de Maxwell quantique », adoptant ainsi non seulement une approche assimilable à un récit, mais faisant par surcroît intervenir un personnage fictionnel (le démon) évoluant dans l'environnement macroscopique du sujet quantique (le *qbit*). Cf. *infra*, note 60.
56. Paul RICŒUR, *La Métaphore vive* (1975) ; Paris, Seuil, coll. Points essais, 1997 ; p.302 (éd. 1975).
57. Éric PICHOLLE, « Un laser uchronique pour questionner l'histoire des idées scientifiques », in *Espace et temps. La SF, un outil transversal pour l'histoire et la géographie*, dir. E. Blanquet, É. Picholle, S. Plantier & V. Thuin, Nice, Somnium, 2018, pp.257-284.
58. Par exemple : Greg EGAN, « Gardes-frontières » (« Border Guards », 1999) ; in *Océaniques*, Livre de Poche SF, 2012, pp.23-62. Pour une analyse plus détaillée des fictions « quantiques » de Greg Egan : « Dire le monde quantique », in *Greg Egan, la littérature au risque de la science*, op. cit.
59. Par exemple : Stephen BAXTER, *Flux* (1993) ; Le Béalial' éd., 2011.

constituer un processus d'individuation, celui-ci est d'une nature encore différente, associée au processus de *création* par l'auteur, non à un processus de *mesure*.

Ils doivent également être distingués des récits « mixtes », comme on en trouve dans certaines expériences de pensée qui n'hésitent pas à faire intervenir aussi bien des objets quantiques présumés individués que des sujets purement fictionnels, comme le démon de Maxwell^{60,61} que Léon Brillouin équipe d'une torche pour mieux l'exorciser.⁶²

Illustration extraite de
Maxwell's Demon 2,
par Harvey S. LEFF & Andrew F. REX
(IoP 1997, d.r.)



Un corollaire est que les définitions précédentes peuvent valoir aussi bien pour un discours formel que pour une narration en langage naturel d'une suite d'événements *physiques*, dans la mesure où elles ne préjugent en aucune façon de sa qualité littéraire.

60. Le démon de Maxwell est un petit personnage imaginé par James Clerk Maxwell pour violer le second principe de la thermodynamique. Manipulant une porte séparant deux compartiments d'une boîte remplie d'un gaz à une température donnée T , le démon s'arrange pour laisser passer seulement les molécules les plus rapides dans un sens, et les molécules les plus lentes dans l'autre. L'un des compartiments se retrouve ainsi statistiquement comporter plus de molécules rapides, donc d'un gaz plus chaud ($T_1 > T$), et l'autre plus de molécules lentes, donc d'un gaz plus froid ($T_2 < T$), ce qui est en contradiction avec le second principe. Voir James Clerk MAXWELL, *La Chaleur : leçons élémentaires sur la thermométrie, la calorimétrie et la thermodynamique (Theory of Heat, 1872)* ; Hachette Livre-BNE, 2012.
61. Voir aussi dans le présent ouvrage : « Le Modèle n'est pas le territoire », pp. 19-34.
62. Léon Brillouin remarquera toutefois que, pour pouvoir distinguer les molécules « rapides » des molécules « lentes » et décider de leur ouvrir ou non sa porte, le démon devra d'une manière ou d'une autre mesurer leur vitesse (par exemple en les éclairant avec une torche), donc investir lui-même dans cette mesure une quantité d'information (donc de « négentropie ») dont le calcul montre qu'elle est au moins égale à celle « gagnée » en manipulant la porte : le second principe est sauvé... Léon BRILLOUIN, *Science and Information Theory*, New York, Academic Press, 1956, pp. 164-168. (Étrangement, ce chapitre est absent des éditions françaises du livre).

Légitimité et contraintes du récit quantique

Revendiquer une possible légitimité scientifique de récits quantiques en langage naturel pourrait sembler en opposition directe avec les préconisations formalistes de l'école de Copenhague. Ce n'est à notre sens pas le cas, dans la mesure où ces dernières s'appliquaient en fait implicitement – et avant l'émergence de ce concept simondonien – aux seuls objets quantiques *préindividuels*, quand les récits quantiques tels que nous les définissons ne sont légitimes que s'ils prennent pour sujets des objets quantiques individués. On peut d'ailleurs noter que Bohr lui-même, lorsqu'il se laisse entraîner par Einstein dans l'analyse détaillée d'expériences de pensée portant sur des objets quantiques clairement individués – avec le même *caveat* –, ne dédaigne pas de le faire en langage naturel.⁶³

Par ailleurs, un objet quantique donné n'étant *a priori* individué que pour un observateur, ou une famille d'observateurs, donné, les changements de point de vue, qui font le sel de la plupart des récits littéraires, sont à manier avec la plus grande précaution dans les récits quantiques. De même, les changements de sujet auxquels on pourrait être tenté de procéder pour décrire des événements impliquant plusieurs objets quantiques.

Ainsi, le récit quantique de la constitution d'un condensat de Bose-Einstein d'atomes froids peut-il s'avérer problématique : le même événement quantique qui consiste, pour un atome dûment individué, à rejoindre le condensat peut aussi bien être considéré comme un processus d'individuation du condensat (si celui-ci ne l'était pas encore) que comme un processus de *désindividuation* de cet atome particulier. Notons qu'on touche sans doute ici à la différence essentielle entre Simondon, « *penseur du saut quantique comme modalité plénière de l'individuation* »^{64a} pour lequel un tel processus de communion entre l'individuel et le collectif, relevant du « *couple individu-milieu* » dans son lexique, est perçu de façon très positive, au cœur même du processus d'individuation qui n'avait pas « *épuis[é] d'un seul coup les potentiels de*

63. Bien au contraire, il considère que « *toutes les mesures physiques étant exprimées dans le langage classique, il est nécessaire de spécifier en détail les outils de mesure dans le même langage* ». Abraham PAIS, « Einstein and the quantum theory », *op. cit.*, p. 902.

64. Bernard STIEGLER, « Le Théâtre de l'individuation. Déphasage et résolution chez Simondon et Heidegger », in *Technique, monde, individuation. Heidegger, Simondon, Deleuze*, dir. J.-M. Vaysse, Zurich:OLMS éd., 2006, pp. 57-73. (a) p. 60 ; (b) p. 61.

la réalité préindividuelle»⁶⁵ ; et Heidegger, pour lequel il s'agirait plutôt d'une déchéance de l'individu, perçue presque sur le mode tragique,^{64b} le *dasein* n'étant plus lui-même mais « perdu dans le nous-on »⁶⁶.

Le même exemple permet de souligner une seconde facette, plus littéraire, de cette contrainte majeure du récit quantique : même stimulé⁶⁷ et extrêmement probable dans certaines circonstances, un événement quantique n'en reste pas moins probabiliste, donc contingent, tant qu'il n'a pas été observé ou annoncé. Or la mise en intrigue littéraire tend à inverser l'effet de contingence en effet de nécessité ou, plus précisément pour Paul Ricœur, à « transmue[r] la contingence physique, adverse de la nécessité physique, en contingence narrative, impliquée dans la nécessité narrative ».⁶⁸ Là encore, sauf s'il concerne un objet quantique non seulement dûment individué, mais dont on sait⁶⁹ qu'il a effectivement participé à l'événement mis en récit, le récit quantique ne sera *a priori* légitime que s'il est structuré de manière à clairement désamorcer cette nécessité narrative.

Au-delà de telles considérations philosophiques, force est de constater que la légitimité concrète des récits quantiques s'est d'elle-même imposée dans les laboratoires, concomitamment avec une nette relaxation des contraintes associées aux discours quantiques. Là où, dans les

65. Gilbert SIMONDON, *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'individuation*, op. cit., pp. 24-25.

66. Martin HEIDEGGER, *Être et temps*, op. cit., p. 377.

67. La stimulation bosonique se traduit ici par le fait que la probabilité qu'un atome donné change d'état pour rejoindre le condensat est proportionnelle au nombre d'atomes déjà présents dans le condensat, dans le même état exactement. Celui-ci pouvant se compter en millions, voire en milliards, pour des condensats macroscopiques d'atomes froids, cette probabilité peut devenir très grande, mais ne relève jamais de la certitude.

68. « Le paradoxe de la mise en intrigue est qu'elle inverse l'effet de contingence, au sens de ce qui aurait pu arriver autrement ou ne pas arriver du tout, en l'incorporant en quelque façon à l'effet de nécessité ou de probabilité, exercé par l'acte configurant. L'inversion de l'effet de contingence en effet de nécessité se produit au cœur même de l'événement : en tant que simple occurrence, ce dernier se borne à mettre en défaut les attentes créées par le cours antérieur des événements ; il est simplement l'inattendu, le surprenant, il ne devient partie intégrante de l'histoire que compris après coup, une fois transfiguré par la nécessité en quelque sorte rétrograde qui procède de la totalité temporelle menée à son terme. Or cette nécessité est une nécessité narrative dont l'effet de sens procède de l'acte configurant en tant que tel ; c'est cette nécessité narrative qui transmue la contingence physique, adverse de la nécessité physique, en contingence narrative, impliquée dans la nécessité narrative. »
Paul RICŒUR, *Temps et récit*, op. cit., t. 1, pp. 169-170.

69. Par une mesure, directe ou indirecte. La probabilité *a posteriori* d'un événement dont on sait qu'il a eu lieu étant de 1, celui-ci, par construction, n'est plus contingent.

années 1980, un emploi jugé par trop désinvolte du terme | photon | aurait immédiatement induit un rappel à l'orthodoxie (« *Peut-être, mais dans quelle jauge ?* »⁷⁰...) – et *a fortiori* du syntagme | un photon | (« *Un photon, c'est un photon. A-t-on vraiment mesuré le nombre de photons ?* ») – ou, *horresco referens*, du concept même de « phase d'un photon »,⁷¹ les mêmes expressions et les discours « avec les mains »⁷² que l'on peut bâtir autour d'elles sont aujourd'hui d'usage courant et ne semblent plus problématiques.

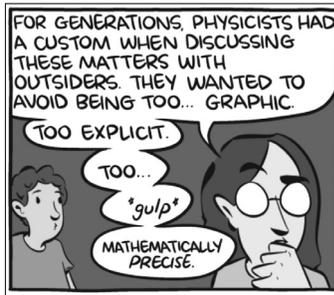


Illustration extraite de
« The Talk »⁷³
de Scott AARONSON & Zach WEINERSMITH

6. *Da capo*

Sans doute cet article est-il déjà trop technique et trop long pour ces actes « sciences & fictions » – et pas encore assez pour convaincre les véritables techniciens des trop nombreuses disciplines convoquées, de la philosophie à la physique fondamentale et appliquée en passant par l'histoire des sciences et des techniques... J'espère néanmoins qu'il aura pu contribuer à apporter un éclairage original sur la question, presque aussi ancienne que la mécanique quantique elle-même, de la légitimité des discours sur le monde quantique.

70. En théorie quantique des champs, la « jauge » est ce qui définit les invariants d'un système donné – et, partant, les vecteurs des interactions entre particules, comme les photons. Un bémol s'impose toutefois ici : cette rigueur lexicale était caractéristique de la communauté quantique fondamentaliste, celle de la physique atomique et des théoriciens ; les spécialistes de physique appliquée, eux, n'hésitaient pas à abuser du terme photon, depuis les années 1950 et l'invention du laser au moins. Il est sans doute significatif que le CNRS, par exemple, ait soigneusement évalué ces deux communautés *via* deux commissions distinctes (04 et 08, pour les connaisseurs). Cf. Éric PICHOLLE, « Le Laser ou l'impensable ingénierie quantique », *op. cit.*

71. LOUIS DE BROGLIE, « La Relation d'incertitude $\delta n \cdot \delta \varphi \geq 2\pi$ », *op. cit.*

72. Pour un physicien, l'expression pourrait être plus ou moins équivalente à « *sans démonstration rigoureuse* ».

73. SCOTT AARONSON & ZACH WEINERSMITH, « The Talk », *Shtetl-Optimized*, 14 déc. 2016. Accessible en ligne : <https://www.smbc-comics.com/comic/the-talk-3> (juin 2020).

Son ambition principale était de souligner la (seconde ?⁷⁴) «révolution linguistique» qui accompagne depuis la fin des années 1980 la «seconde révolution quantique», si même elle n'en constitue pas une composante essentielle, et de montrer que la notion simondonienne d'individuation permet, dans une large mesure, de la justifier.

De ce point de vue, la mise en récit quantique ainsi légitimée constitue elle-même un processus d'individuation second mais essentiel, quoique rarement identifié comme tel. Toutefois, si elle ouvre la porte à des modélisations narratives du monde quantique, celles-ci ne sont légitimes que sous des hypothèses fortes : le premier processus d'individuation quantique restant la mesure, il ne suffit pas de décider arbitrairement de faire d'un objet quantique le sujet d'un récit pour assurer qu'il est effectivement individué. Dans le doute, ou faute de mesures suffisantes, on a tout intérêt à en rester prudemment aux descriptions formelles : ce dont on ne peut parler, il vaut (encore et toujours) mieux le taire...

L'auteur remercie Paul-Antoine Miquel pour ses remarques et ses commentaires toujours éclairants et stimulants.

74. Si l'on veut bien admettre que la formalisation à outrance du discours quantique à partir de 1927 en constituait une première.

Les paramètres de la conquête de l'espace

lancement : Estelle Blanquet

Plutôt que de dresser une impossible liste exhaustive des paramètres susceptibles d'intervenir dans l'aventure spatiale, Estelle Blanquet se propose d'en souligner la diversité. En 1940 déjà, « L'Homme qui vendit la Lune »¹ discutait, au-delà des contraintes techniques dont tous les participants sont déjà conscients, l'importance du paramètre financier. Robert Heinlein y proposait une réflexion sur le financement public ou privé d'une mission lunaire et sur le type d'argumentaire, (pas toujours de toute bonne foi...) susceptible de convaincre des investisseurs de s'engager dans un projet à aussi haut risque. Les paramètres politiques sont tout aussi importants. Nombre de romans, comme la *Trilogie martienne*² de Kim Stanley Robinson, envisagent les questions d'organisation, voire de reconstruction *ex nihilo* d'une nouvelle société sur une autre planète. On peut aussi évoquer des paramètres plus inattendus, comme la nécessité ou non d'une option de retour – qui peut se traduire en termes de capacité ou non à sacrifier des vies humaines, mise en scène par Pierre Boulle dans un roman peu connu de 1964, *Le Jardin de Kanashima*,³ dans lequel les Japonais remportaient la course à la Lune, devant les Américains, en concevant une mission sans retour.

-
1. Robert A. HEINLEIN, « L'Homme qui vendit la Lune » (« The Man Who Sold the Moon », 1940) ; in *Histoire du Futur - Intégrale*, Mnémos éd., coll. Intégrales, 2020, pp. 127-203.
 2. Kim Stanley ROBINSON, *La Trilogie martienne*, Paris, Omnibus éd., 2012 ; composée de *Mars la rouge* (*Red Mars*, 1993) ; *Mars la verte* (*Green Mars*, 1993) et *Mars la bleue* (*Blue Mars*, 1996).
 3. Pierre BOULLE, *Le Jardin de Kanashima* (1964) ; Livre de Poche, 1974.

Des paramètres physiques *a priori* limpides,⁴ comme les distances entre les objets célestes, entraînent des choix qui peuvent être très différents selon les auteurs. Certains décident de les rendre inopérants, par exemple en supposant la possibilité de se rendre très rapidement aussi loin qu'on le souhaite *via* une hypothétique dimension supplémentaire, « l'hyperespace » désormais classique en science-fiction⁵. D'autres s'astreignent à respecter les contraintes einsteiniennes, ce qui peut impliquer de très longues durées, aussi bien pour les trajets que pour la transmission d'information et la communication interstellaires. Différentes solutions ont été identifiées, comme l'hibernation de l'équipage ou les vaisseaux-arche transgénérationnels, qui chacune ouvre un nouvel ensemble de paramètres pertinents. De même, on aura des scénarios très différents selon que l'on s'autorise des communications instantanées à l'aide un « *ansible* » ou que les informations concernant les avancées technologiques, etc., sont transmises au rythme des déplacements de vaisseaux-marchands entre des mondes lointains où des civilisations se développent plus ou moins indépendamment les unes des autres.

D'autres jeux de paramètres concernent les ressources disponibles, en termes de carburant pour les vaisseaux, mais aussi d'air et de matières organiques nécessaires à la vie, de minéraux, etc. De nouveau, on aboutira à des histoires très différentes selon que l'on supposera que, par bonheur, on arrive sur une planète assez similaire à la Terre pour qu'il suffise d'ôter son casque pour respirer, ou bien que l'on associera l'idée de conquête de l'espace à celle de survie en milieu hostile, d'isolement, de contraintes, de solidarité, comme par exemple Tom Godwin dans « Froides équations »⁶ ; ou encore que l'on envisage d'adapter une planète à l'homme *via* un lourd processus de terraformation, ou au contraire d'adapter l'homme à un nouvel environnement exotique,

4. On n'entrera pas ici dans une discussion de la contraction relativiste des distances...

5. Bien avant *Star Wars*, John W. Campbell avait été parmi les premiers à introduire ce terme, de même que celui de « *faster-than-light* », dans une nouvelle de 1931, « Islands of Space » (*Amazing Stories*, printemps 1931 ; inédit en français). Ce novum avait été rapidement repris par de nombreux auteurs de la mouvance campbellienne, et notamment Isaac Asimov dans son cycle de *Fondation*.

6. Tom GODWIN, « Froides équations » (« The Cold Equations », 1954) ; in *Les Émotions*, actes des 11^e Journées Interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq, Nice, éd. Somnium, 2018, pp. 157-184.

comme dans *Semaines humaines*,⁷ de James Blish, *Flux* ou *Évolution*,⁸ de Stephen Baxter.

Enfin, à cet éventail de paramètres humains, sociaux, politiques, économiques, techniques et physique, il convient d'ajouter celui de l'existence ou non de l'autre, de l'étranger, de l'ET, et de la possibilité de le rencontrer...

Éric Picholle remarque que, parmi ces nombreux paramètres envisageables, on peut distinguer ceux en quelque sorte « binaires » – les ET et l'hyperespace existent ou n'existent pas, on dispose ou non d'une anse, etc. – et les paramètres continus – on dispose de plus ou moins de financement, de ressources locales, etc. De ce point de vue, la distance et la durée des voyages ont, d'une certaine façon, un statut intermédiaire, la géographie, ou plutôt la cosmographie, imposant au moins deux échelles pertinentes : celle de l'espace proche, d'abord, dont la conquête ne semble pas véritablement poser de problème dépassant la dimension humaine. Si, quelque part au XXI^e siècle, il faut des semaines ou des mois pour accéder aux planètes lointaines du système solaire, c'est un ordre de grandeur tout à fait comparable à celui des semaines et des mois de bateau affrontés par les grands explorateurs du passé, et la distance apparaît comme une variable continue. Celle des distances interstellaires, ensuite : on n'a pas aujourd'hui⁹ la moindre idée d'un moyen réaliste de les atteindre, sans même parler de les conquérir ; la nature du problème change alors du tout au tout et la distance apparaît comme un paramètre binaire : accessible ou non.

Ugo Bellagamba propose de procéder par cercles concentriques, à la manière d'Hérodote, de l'espace proche jusqu'aux étoiles...

La course à la Lune, un enjeu politique et démocratique ?

Compte tenu des progrès considérables des fusées au cours de la seconde guerre mondiale, et en particulier des V2 développés en Allemagne par Wernher von Braun, une mission lunaire apparaît techniquement faisable dès l'immédiate après-guerre. C'est d'ailleurs un

7. James BLISH, *Semaines humaines* (*The Seedling Stars*, 1967) ; Folio SF, 2006.

8. Stephen BAXTER, *Flux* (1993) ; Pocket SF/Fantasy, 2014. *Évolution* (*Evolution*, 2003) ; Presses de la Cité, 2005.

9. Il va de soi qu'une telle analyse est datée par nature. Il y a un siècle et demi seulement, la Lune apparaissait sinon aussi loin, du moins aussi inaccessible que les étoiles avec les techniques imaginables de façon « réaliste ».

auteur de SF, Robert Heinlein, qui en fait la proposition au lendemain même de la capitulation du Japon.¹⁰ Le contexte économique et politique ne s’y prêtant pas, et les Américains n’étant pas prêts à accompagner une telle aventure, Heinlein passera le plus clair de la décennie suivante à en promouvoir l’idée, par tous les moyens et pour tous les publics.

C’est pour lui l’archétype même de l’action motrice que la science-fiction peut exercer efficacement sur la société. Lorsque, au début des années 1960, John Fitzgerald Kennedy annonce que « nous choisissons d’aller sur la Lune parce qu’elle est là »,¹¹ c’est devenu audible et la majorité des américains est effectivement prête à financer les missions Apollo. Faisant de la science-fiction un vecteur culturel de la conquête de l’espace, une poignée d’auteurs, au premier rang desquels Robert Heinlein et Arthur C. Clarke, ainsi sans doute que Hergé en Europe, ont ainsi changé les mentalités en profondeur en une quinzaine d’années. Dans les démocraties occidentales, avant de conquérir l’espace, il ne suffit pas de conquérir les élites, il faut également conquérir le peuple, l’imagination, souligne Jean-Louis Trudel. Pour lui, la SF a donc un rôle presque nécessaire, de même que, de façon conjointe, la vulgarisation : en plus d’être écrivain, Clarke est un membre militant de la *British Interplanetary Society* qui défend dès la fin des années 1930 la faisabilité scientifique d’aller dans l’espace.¹² De même, en U.R.S.S., Constantin Tsiolkovski réunit ces deux versants : parmi les tout premiers à développer l’équation de la fusée, qui porte aujourd’hui son nom, il écrivit également des ouvrages tant de vulgarisation scientifique que de science-fiction¹³ et

10. Robert A. HEINLEIN, *Mémoire du 14 août 1945* ; in *Solution non satisfaisante. Robert Heinlein et l’arme atomique*, éd. Somnium, 2009, pp. 228-238.

11. « Nous choisissons d’aller sur la Lune. Nous choisissons d’aller sur la Lune au cours de cette décennie et d’accomplir d’autres choses encore, non pas parce que c’est facile, mais justement parce que c’est difficile. [...] Il y a bien des années, on a demandé au grand explorateur britannique Gregory Mallory, qui devait mourir sur le Mont Everest, pourquoi il voulait y grimper. “Parce qu’il est là”, avait-il répondu. Eh bien, l’espace et là, et la Lune et les planètes sont là, et de nouveaux espoirs de connaissance et de paix sont là. » Discours de John F. KENNEDY du 12 septembre 1962 à Houston.

12. Comme d’ailleurs Robert Esnau-Pelterie en France, et bien sûr Wernher von Braun en Allemagne.

13. Constantin TSIOLKOVSKI, *Rêves de la Terre et du Ciel* (1895) & *Au-delà de la Terre* (1920). La nouvelle « Sur la Lune » (1893) est accessible en ligne : <https://centremlm.be/Sur-la-Lune-Konstantin-Tsiolkovsky-1893> (mars 2020).

collabora au joli film *Le Voyage cosmique*¹⁴ ; plus généralement, il aura contribué au développement d'un imaginaire spatial très humaniste dans le bloc soviétique, avec des chansons très populaires mettant en avant la conquête de l'espace et l'expansion de l'humanité, rappelle Ugo Bellagamba.

On ne saurait toutefois raconter cette histoire sans prendre en compte la guerre froide. Claude Lobry se souvient du bouleversement qu'avait simultanément constitué, à partir de 1957, l'étalage de la puissance technique soviétique, avec des lanceurs déjà très performants. Au-delà de la forte dimension culturelle de l'imaginaire spatial, si on allait dans l'espace, c'était d'abord en réponse à des contraintes géopolitiques, pour ne pas en laisser le prestige à l'autre.



Une apologie d'Elon Musk

On retrouve également aux fondements mêmes de l'esprit américain l'idée de ne pas compter sur les autres. L'approche actuelle de la conquête spatiale par des entrepreneurs comme Elon Musk ressemble beaucoup à celle de « L'Homme qui vendit la Lune » : on a des chances d'aller plus vite et d'être plus efficace en évacuant le gouvernement. Daniel Tron évoque l'un des grands livres de la littérature américaine, *Walden ou la Vie dans les bois*,¹⁵ dans lequel Thoreau, avec une idée typiquement américaine de l'autosuffisance, explique pourquoi il est

14. *Le Voyage cosmique (Kosmicheskii Reis)*, 1936, réalisation : Vasily ZHURAVLYOV, Mosfilm prod., U.R.S.S. (conseiller scientifique : Constantin Tsiolkovski).
Le vaisseau spatial s'y nomme le *Joseph Staline*, s'amuse Jean-Louis Trudel.

15. Henry David THOREAU, *Walden ou la vie dans les bois (Walden, or Life in the Woods, 1854)* ; Paris, Albin Michel éd., 2017.

stupide d'économiser pendant un an pour partir en voyage : « Arrête de bosser, mets tes chaussures, prends un sac, pars tout de suite et tu iras beaucoup plus loin en un an que si tu avais essayé de voyager en comptant sur une autorité extérieure », résume Daniel. Même les aspects un peu pénibles du roman, lorsque Walden gère l'épuisement de ses ressources et compte laborieusement ses graines de haricot pour mieux calculer comment organiser sa vie en autarcie, ne sont pas sans rappeler *Seul sur Mars*¹⁶.

Lors du lancement de *SpaceX*,¹⁷ à chaque échec de ses vols de développement, Elon Musk a été ridiculisé par les tenants de l'ancien système étatique, que l'idée de lanceurs réutilisables évitant de gaspiller une fusée par lancement faisait sourire autant que ses références SF. Du moins, rappelle Daniel, jusqu'à ce que sa compagnie lance pratiquement autant de satellites que l'ensemble de ses concurrents réunis... Anouk Arnal évoque Peter Diamandis, également co-fondateur de *SpaceX* et qui, à la conférence du centenaire de Robert Heinlein, en 2007, lui était apparu comme « un très grand fan qui s'éclatait grâce aux sous qu'il avait gagnés pour essayer d'approcher son rêve » et qui revendiquait avoir eu en tête le D. D. Harriman de « L'Homme qui vendit la Lune » lorsqu'il tentait de persuader des entrepreneurs d'investir dans la conquête des astéroïdes.



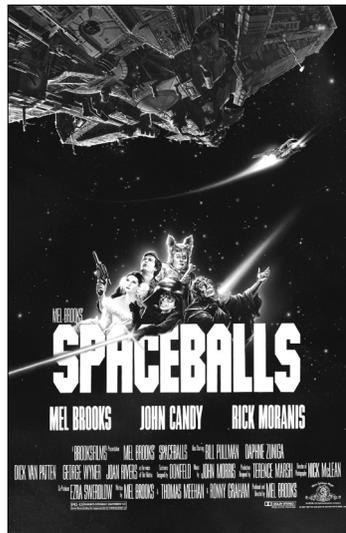
Photographie (authentique) du roadster Tesla et de son occupant « Starman » lancés dans l'espace le 6 février 2018, lors du vol inaugural du lanceur Falcon Heavy (© SpaceX)

16. *Seul sur Mars (The Martian)*, 2015, réalisation : Ridley Scott, Scott Free prod., U.S.A.

17. L'entreprise *SpaceX* a été fondée en 2002, dans le but avoué « de révolutionner la technologie spatiale, avec pour but ultime de permettre aux gens de vivre sur d'autres planètes ». Elle a d'ores et déjà réussi plus de 100 lancements, et commercialise le plus puissant des lanceurs actuellement disponibles le Falcon Heavy (avec une charge utile d'environ 64 tonnes en orbite basse, et presque 17 sur Mars – et 3,5 tonnes sur Pluton...). Accessible en ligne : <https://www.spacex.com/about> (mars 2020).

Une illustration de ce choc culturel et générationnel a été fournie aux Utopiales par Elisa Cliquet, d'*Arianespace*, décrivant¹⁸ des réunions de travail, par exemple sur Mars, avec d'un côté des « institutionnels » rétifs, parlant rentabilité, budget de l'État, etc., et de l'autre la génération montante sur le mode « Yeah ! Nous on va sur Mars. Pourquoi ? Parce que c'est coool ! », prête à investir des milliards d'argent privé et à lancer une voiture dans l'espace pour tester une fusée... Si « on est à fond dans la com », comme le relève Ugo Bellagamba, c'est « de la com qui va vraiment dans l'espace et qui revient vraiment sur Terre », s'enflamme Daniel Tron, qui considère avoir bien plus de chances de visiter l'espace grâce à Elon Musk et *SpaceX* que grâce à Air France.

Les références SF sont d'ailleurs permanentes, des plus hauts niveaux de puissance des Tesla de Musk baptisés respectivement *Ludicrous speed* et *Maximum plaid* en hommage direct au *Spaceballs* de Mel Brooks,¹⁹ au système *Android* des ingénieurs de Google, fans de P. K. Dick. Toute une génération d'ingénieurs de la *Silicon Valley* a lu de la SF et n'hésite pas en tirer des idées d'applications, assure Daniel, qui note par ailleurs que Jeff Bezos, d'Amazon, a adapté Dick au cinéma et annonce l'adaptation prochaine de *Fondation* et d'œuvres de Iain M. Banks.



18. Accessible en ligne : <http://www.actusf.com/spip/Utopiales-2016-Conference-Vol.html> (mars 2020).

19. *La Folle histoire de l'espace (Spaceballs)*, 1987, réalisation : Mel Brooks, M.G.M. prod., U.S.A.

Une thématique en régression ?

Paradoxalement, dans le même temps, le nombre de récits de conquête spatiale apparaît en régression. Là où les auteurs des années 1950 et 60 s’amusaient beaucoup à imaginer les problèmes qu’on pourrait y rencontrer, ceux de l’après-Apollo, du long hiatus dans la progression vers la Lune et le reste du système solaire, ceux d’aujourd’hui semblent avoir plus de mal à s’enthousiasmer pour des histoires d’établissement de l’homme dans l’espace. Pour Simon Bréan toutefois, s’il y a en effet eu un recul de ce type de récits dans la décennie 2000, ce n’est plus le cas depuis 2010 environ, y compris parmi les auteurs français. Il évoque *The Expanse*, le livre²⁰ et la série,²¹ qui marchent très bien en ce moment. En dépit peut-être de quelques éclipses, le thème de la conquête de l’espace ne lui semble pas absent sur le long terme.

Pour Estelle, la question du changement climatique, voire celle de la surpopulation de la Terre, pourraient constituer une sorte de déclencheur pour revenir à une vision plus ambitieuse et plus réaliste de la conquête du système solaire. Des hypothèses pessimistes d’effondrement écologique et climatique sont en effet à la base des scénarios d’expansion de l’humanité hors de son berceau dans de nombreuses fictions récentes, comme la dernière version de *Lost in Space*²² ou encore *2312*,²³ de Kim Stanley Robinson. Il pourrait s’agir d’une réaction à une interprétation trop répandue du « développement durable » en termes d’obligation de restriction, aux niveaux individuel aussi bien que collectif.

Certains de ces romans récents présentent même des modèles de terraformation ou de vie dans l’espace assez précis et techniques, remarque Claude Ecken. Ainsi, des chapitres intercalaires de *2312* expliquent comment ensemercer un astéroïde ; dans *Luna*,²⁴ Ian MacDonald analyse les conditions de vie sur la Lune (ou plutôt *sous* le sol lunaire,

20. James S. A. COREY, cycle de *The Expanse* ; par exemple, *L’Éveil du Léviathan* (*Leviathan Wakes*, 2011) ; Livre de Poche SF, 2018.

21. *The Expanse*, 2015–, série créée par Mark FERGUS & Hawk OSTBY, Alcon Entertainment prod., U.S.A.

22. *Perdus dans l’espace* (*Lost in Space*), 2018–, série TV créée par Irwin ALLEN, Matt SAZAMA & Butt SHARPLESS, Legendary Television prod., U.S.A.

23. Kim Stanley ROBINSON, *2312* (2012) ; Arles, Actes Sud, 2017.

24. Ian McDONALD, *Luna* ; deux tomes sont parus en français : *Luna, Nouvelle Lune* (*Luna, New Moon*, 2015) & *Luna, Lune du loup* (*Luna, Wolf Moon*, 2017) ; Denoël, coll. Lunes d’encre, 2017.

du fait des radiations). Pour autant, le point de départ même de ces scénarios de conquête de l'espace manque de réalisme, objecte Pascal Thomas. C'est une chose que d'envoyer un vaisseau dans le système solaire, mais l'idée de colonisation suppose l'établissement d'un foyer humain permanent, ce qui exigerait des ressources colossales dont on ne dispose pas à l'heure actuelle.

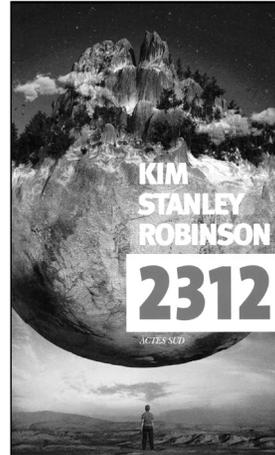


Illustration de
Mike WINKELMANN

Questions de ressources

Une polémique s'engage sur ce point. S'il est clair qu'on sera incapable, dans un futur prévisible, de construire *ex nihilo* un habitat humain autosuffisant dans l'espace, par exemple sur un gros astéroïde, la question apparaît à Éric Picholle très différente sur une planète entière qui regorge *a priori* de tous les matériaux dont on pourrait avoir besoin. Passées les premières missions purement exploratoires, une colonie humaine pourrait travailler pour l'essentiel à partir des ressources locales, dans l'esprit des projets de Robert Zubrin pour la colonisation de Mars par exemple.²⁵ Même artisanale au début, leur exploitation apparaît en effet beaucoup plus facile et moins coûteuse que l'extraction de quantités industrielles de matière du puits gravitationnel terrestre, de fait totalement irréaliste. Là où Pascal s'inquiète du manque d'eau et de molécules organiques, Zubrin estime qu'elles sont pour l'essentiel également possibles à synthétiser à partir des ressources locales, pourvu qu'on dispose d'énergie en quantité suffisante.

25. Robert ZUBRIN, *Cap sur Mars : un plan pour l'exploration et la colonisation de Mars par l'homme* (*The Case for Mars*, 1996) ; éd. Goursau, 2004.

C'est donc moins de la masse qu'il faudra transporter sur une autre planète – même si, persifle Franck Grammont, « *il faudra amener deux-trois trucs pour extraire le minerai, ça ne se fait pas avec un couteau suisse* » –, que de l'intelligence, éventuellement des hommes, et des sources d'énergie, soutient Éric. De ce point de vue, à défaut d'être très propres, les technologies aujourd'hui disponibles lui apparaissent pratiquement suffisantes pour l'alimentation et la croissance d'un habitat ; il se dit confiant dans le développement de techniques de production d'énergie à très bon marché par fusion contrôlée au cours du xxi^{e} siècle. Compte tenu du facteur considérable de la conversion de masse en énergie ($E = mc^2$), un tel saut technologique rendrait à terme imaginable une entreprise de terraformation, par exemple, en dépit des quantités colossales d'énergie mobilisées.

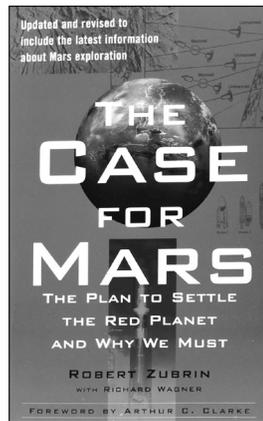
Rien n'empêche d'ailleurs d'aborder de telles entreprises à une échelle dans un premier temps plus modeste, remarque Daniel Hennequin. D'une certaine façon, on a déjà commencé à terraformer la Terre, par exemple *via* certains travaux d'adaptation du Sahara aux besoins de l'homme. Par ailleurs, l'exploitation des astéroïdes pour aller chercher des minerais en voie d'épuisement sur Terre pourrait constituer un premier pas, plus modeste et plus rentable à court terme, suggère Claude Ecken ; l'essentiel des technologies nécessaires sont dès à présent disponibles. Il ne serait peut-être pas même indispensable d'y envoyer des hommes, un tel travail pouvant être confié à des robots.

Au-delà, estime Pascal Thomas, le changement quantitatif impliquera rapidement un changement qualitatif. L'ordre de grandeur des ressources nécessaires à la création d'une nouvelle biosphère est incomparable avec celles mobilisées pour les grandes conquêtes historiques, y compris pour l'élimination de quelques millions d'indigènes, celles-ci ayant toujours concerné des biosphères déjà existantes et faciles à utiliser. Pour Éric Picholle en revanche, c'est à l'aune des ressources technologiques et de leur adaptation à la tâche que l'on peut envisager de telles comparaisons ; or celles d'aujourd'hui et de demain sont également sans commune mesure avec celles du xv^{e} siècle.

Pour autant, Éric se dit persuadé que la motivation principale des tentatives de terraformation de Mars au xxi^{e} siècle sera moins l'ambition d'y installer des colonies viables que la nécessité impérieuse d'y tester les techniques lourdes et inévitablement dangereuses d'ingénierie climatique globale dont la Terre elle-même ne tardera pas à avoir

un besoin pressant : en effet, avant de les mettre en œuvre chez nous, il faudra bien les développer ailleurs, et les seuls choix disponibles sont *a priori* Mars et Vénus.

L'expérience ainsi acquise en terraformant Mars ou en créant des habitats artificiels dans le reste du système solaire ne serait pourtant pas forcément pertinente, objecte Pascal Thomas.²⁶ C'est l'une des idées développées par Kim Stanley Robinson dans *2312* : en dépit de la catastrophe écologique ravageant la Terre, les techniques qui ont prouvé leur efficacité sur Mars et sur Vénus s'avèrent inapplicables sur une Terre surpeuplée, qu'on ne saurait par exemple bombarder de comètes pour en modifier le climat... Par ailleurs, l'idée qu'il serait malvenu d'interférer avec le climat d'une autre planète, voire simplement de la polluer en y allant, alors que l'homme n'a déjà pas été capable de prendre soin de la Terre, semble très prégnante aujourd'hui. C'est en particulier le cas parmi les enseignants en charge de la formation des prochaines générations, de moins en moins sensibles à la conquête de l'espace, regrette Estelle Blanquet qui l'impute, au moins en partie, aux discours idéologiques sur le « développement durable », très présents à l'école quoique souvent mal digérés.



26. Au-delà de l'argument pragmatique robinsonien – valide, mais sans doute contournable – on se heurte de nouveau ici au fait que les processus gouvernant le climat d'une planète sont hautement non linéaires, et qu'il est en effet extrêmement difficile de généraliser des résultats acquis dans un cas particulier à un autre cas particulier, a fortiori plus grand et à un niveau d'énergie supérieur. Pour autant, il n'est pas interdit d'être également optimiste à ce propos, et de supposer qu'un super-GIEC à venir saura résoudre ces problèmes théoriques [*lire : pas chers !*] de dynamique non linéaire avant ceux, nettement plus « *big science* » et hors de prix, des technologies de terraformation proprement dites. [Note $\epsilon\pi$, août 2018]

It's the economy, Stupid!

À plus long terme, une hypothèse assez commune est celle d'une société d'abondance telle que les contraintes et les modèles économiques classiques n'auraient plus lieu d'être. Ainsi, les citoyens de la *Culture* de Iain M. Banks²⁷ sont tellement riches que « *ils peuvent être communistes, on s'en fout !* », remarque Pascal : les machines fournissent de toute façon à chacun tout ce qu'il désire. De même, la trilogie de *La Division Cassini*²⁸ de Ken McLeod suppose une sorte d'anarchie assez ambiguë. Plus généralement, un corollaire de cette hypothèse est un système très différent du nôtre, et la réflexion politique sur ce paramètre économique est une dimension importante de telles spéculations. Le paramètre économique est d'ailleurs souvent le premier que changent les auteurs pour envisager la conquête de l'espace. Daniel Tron se souvient ainsi du sourire du capitaine Picard dans *Star Trek First Contact*,²⁹ lorsque la première remarque d'une femme du XXI^e siècle qu'il introduit sur l'*Enterprise* est « *Oh ! Mais combien ça a coûté ?* », et qu'il lui explique que l'économie n'est plus organisée de la même manière...

Il y a un clair effet de seuil : une société pauvre ira difficilement dans l'espace et, pour un niveau de richesse collective donné, une société ne pourra pas financer n'importe quoi. Typiquement, c'est d'ailleurs cet argument de réalisme économique qui a implicitement limité la présente discussion à la conquête du système solaire plutôt qu'à celle des étoiles, inenvisageable dans un futur prévisible. Pour autant, ce seuil apparaît à Éric Picholle beaucoup plus bas que ne semblait le suggérer Pascal, et en tout cas très en-deçà d'une hypothétique société d'abondance. Les précédents historiques suggèrent même que le moteur pourrait en être plus idéologique que financier : si c'est l'or espagnol qui a permis le voyage de Christophe Colomb, l'essentiel de la conquête de l'Amérique, au cours du siècle et demi suivant, n'était pas lié à une surabondance de richesse en Europe, bien au contraire, et le *Mayflower* transportait avant tout des dissidents religieux. Le contexte n'apparaît pas si différent aujourd'hui, avec des sociétés suffisamment riches pour financer un certain nombre d'aventures, que ce soit au niveau étatique

27. Iain M. BANKS, cycle de la *Culture* (1987-2012) ; Livre de Poche SF.

28. Ken MACLEOD, *La Division Cassini* (*The Cassini Division*, 1998) ; J'ai Lu Millénaires, 2003.

29. *Star Trek : Premier contact* (*Star Trek : First Contact*), 1996, réalisation : Jonathan FRAKES, Paramount Pictures, 1996.

ou à celui de l'entreprise privée, voire individuelle. La conquête de l'espace constituera selon Éric un effort significatif, probablement consenti pour des considérations idéologiques et politiques – comme l'a été la course à la Lune, qui a nécessité un investissement considérable de ressources de la part des deux premières puissances mondiales pendant la guerre froide –, voire écologiques et climatiques, plutôt que d'apparaître comme une retombée inoffensive d'une société d'abondance.

Franck Grammont souligne pour sa part que « *la science ne coûte rien, à l'échelle mondiale* ». Un tir du plus puissant lanceur disponible, le *Falcon Heavy* de *SpaceX*, ne coûte que 350 millions de dollars – soit environ la perte consentie par l'État français sur une unique opération immobilière,^{30a} ou le budget annuel d'une grosse université.^{30b} Pour lui, nos sociétés actuelles ont déjà largement les moyens d'explorer le système solaire, et l'argument systématique du coût prohibitif de tels projets lui paraît de mauvaise foi.

Un effort durable

En termes de complexité, leur difficulté n'a toutefois cessé de croître, souligne Daniel Tron, qui propose d'examiner le paramètre du nombre de personnes impliquées en amont d'un projet. Si une « coquille de noix » artisanale a pu, à certains moments de l'histoire, suffire pour affronter l'océan, les vaisseaux de Christophe Colomb devaient déjà leur existence à un grand nombre de charpentiers, de bûcherons, voire de paysans pour cultiver les vivres qu'il est nécessaire d'embarquer pour un voyage de plusieurs semaines. Lorsque, au XIX^e siècle, on passera des hivers complets en mer, il faudra y ajouter les mineurs qui produiront le minerai permettant de faire les premières boîtes de conserve, etc. L'organisation nécessaire à la réalisation d'un vaisseau spatial devient extraordinairement complexe, si l'on doit inclure le travail des enseignants qui formeront les techniciens capables de réaliser des alliages adaptés, *et cetera ad libitum*.

Pour autant, on n'a jamais réellement eu besoin d'une raison pour s'y engager. « *On y va parce que c'est là, parce qu'on est comme ça* », assure Daniel, qui y reconnaît un atavisme d'espèce. L'homme s'est toujours

30. (a) Franck explique que l'État a récemment vendu les anciens locaux du Ministère de la Marine pour 300 millions d'euros, avant de les racheter quelques mois plus tard pour 600 millions d'euros. (b) Celui de l'Université de Nice était en 2016 d'environ 230 millions d'euros pour 30 000 étudiants.

déplacé d'une zone climatique à une autre, a toujours envahi les niches écologiques de ses voisins. Les raisons objectives de partir à la conquête de l'espace, l'épuisement de la planète ou des ressources, sont pour lui des rationalisations *a posteriori*, du *marketing*. Si l'adhésion du public est un paramètre crucial, elle résulte d'abord d'une espèce de nécessité impérieuse. Pour Franck Grammont en revanche, l'homme est moins amateur de découvertes que *néophile*, c'est-à-dire avide de nouveauté. Or une caractéristique de la période actuelle est l'avalanche permanente de nouveautés en tout genre, venant à nous sans qu'on ait à les rechercher, nous comblant, nous saturant même psychologiquement. Nous n'avons plus besoin d'aller découvrir d'autres choses ; on peut même s'en méfier, comme les enseignants qu'évoquait Estelle.

Quoi qu'il en soit, même dans un contexte politique favorable, l'enthousiasme collectif ne suffit pas, s'il ne dure pas. Les paramètres doivent rester au vert sur un temps plus long que la plupart des projets menés au cours d'une vie humaine, et que leurs périodes d'évaluation, remarque Ugo Bellagamba. Construire une société capable de se doter de vaisseaux spatiaux peut prendre des décennies ; de même, bâtir une industrie sur une colonie martienne, ou y amener les produits de l'industrie terrestre. De telles échelles restent plausibles, note Franck Grammont, qui évoque des ouvrages techniques, comme des barrages géants, dont la construction s'est étalée sur dix ou quinze ans, ou celle des cathédrales, qui a parfois pris plus d'un siècle. Même lorsqu'un retour sur investissement est envisageable, il a des chances d'être très tardif, spécule toutefois Claude Ecken.

Le paramètre psychologique

L'approche macrostructurelle de la conquête de l'espace ne doit par ailleurs pas en masquer les enjeux individuels. Simon Bréan rappelle que le seul fait de se trouver dans l'espace peut créer une pression psychologique significative, que l'on ne retrouve que dans peu de récits. Pour Franck Grammont, en revanche, le paramètre humain est aujourd'hui énormément pris en compte, du moins du point de vue scientifique et technique. On dispose même d'un retour d'expérience de gens qui ont passé un temps significatif dans l'espace, et l'on connaît les problèmes psychologiques comme physiques que peuvent poser des missions de plusieurs mois. De ce fait, il existe également toutes sortes de sessions d'entraînement et d'expérimentation, y compris de

mise en isolement en prévision de voyages de longue durée. Certaines se tiennent dans des cadres officiels, comme Mars500,³¹ d'autres sont un peu plus marginales, voire « limite » du point de vue idéologique.

Le type de profil psychologique recherché pour de telles missions reste néanmoins très calibré, remarque Claude Ecken. On recherche typiquement des personnes compétentes, capables d'être réalistes et ne perdant pas leur calme dans des situations d'urgence. Or certaines contraintes pourraient favoriser des profils opposés. Ainsi, Peter Watts imagine que, pour supporter la solitude des fonds océaniques, on choisisse plutôt des individus désocialisés,³² qui aiment bien être seuls, voire des psychopathes en puissance. Par ailleurs, il faudrait pouvoir prendre en compte les inévitables changements de chaque individu.

Inversement, certains textes s'intéressent à la joie d'être dans l'espace, plutôt que d'y voir une source de terreur et d'isolement, remarque Jean-Louis Trudel. Ainsi, « La Voie martienne »³³ d'Isaac Asimov met en scène le plaisir de flotter en scaphandre, libre et sans souci immédiat...

On peut également envisager de *former* des individus pour qu'ils développent les qualités souhaitées pour pouvoir affronter les conditions hostiles de l'espace. Estelle Blanquet évoque ainsi plusieurs *juvenile* de Robert Heinlein qui, dès les années 1950, identifient ces qualités et présentent des écoles spécifiques.³⁴ Dans *Tunnel in the Sky*,³⁵ la mentalité de pionnier est même forgée en envoyant des jeunes en stage sur une planète hostile, seulement armés d'un couteau.

La prise en compte de tous ces paramètres psychologiques et des contraintes spécifiques d'un milieu hostile est en fait assez classique, y compris en dehors de la science-fiction. Y faire vivre une société sur une longue période suppose tout un travail en amont. Daniel Tron remarque que la France pratique depuis très longtemps avec succès par exemple, un profilage psychologique pour le recrutement des sous-mariniers, que l'on va enfermer pendant des mois dans un huis-clos confiné. Aux États-Unis, la psychologie industrielle gouvernait même déjà la façon de gérer les usines dès les années 1930, note Jean-Louis Trudel.

31. Voir : http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Mars500 (mars 2020).

32. Peter WATTS, *βéhémoth (βehemoth)*, 2004 ; Presses Pocket, coll. SF / Fantasy, 2014.

33. Isaac ASIMOV, « La Voie martienne » (« The Martian Way », 1952) ; in *La Voie martienne, J'ai Lu SF*, 2015, pp. 15-62.

34. Robert A. HEINLEIN, *La Patrouille de l'espace (Space Cadet)*, 1948 ; Hachette, coll. Bibliothèque verte, 1977.

35. Robert A. HEINLEIN, *Tunnel in the Sky* (1955) ; Atneum ed., 1988 (inédit en français).

Franck Grammont confirme qu'il est important de prendre en compte les deux aspects, prédispositions et formation, pour faire des sous-marinières ou des scaphandriers, avant même de penser à l'espace. Dans les années 1940 et 1950, cette sélection restait essentiellement empirique, à partir de tests psychométriques. Dans les années 1960, les premiers travaux fiables de psychologie cognitive ont caractérisé ce qui pouvait se passer lorsqu'on isolait des individus, etc. De même, par nécessité, la sélection des candidats au pilotage d'avions supersoniques, *a fortiori* à l'espace, a d'entrée inclus une dimension scientifique.

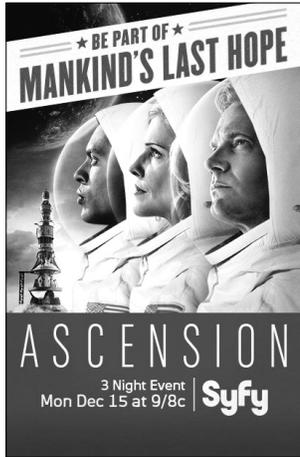
Les gagnants de la télé-réalité iront dans l'espace

Ce type d'expérience psychologique produit par ailleurs aujourd'hui une quantité « phénoménale » d'argent, en particulier dans l'industrie de la télé-réalité. Les spécialistes du *casting* s'appuient sur des expériences classiques d'enfermement d'individus dans un espace clos et d'observation de leurs interactions pour s'assurer que les candidats vont craquer au bout d'un certain temps. De façon extrêmement professionnelle, ils choisissent des profils psychologiques avec des vécus particuliers pour provoquer des effets bien connus d'effusion, d'attachement très fort, etc., qu'ils n'hésitent pas à renforcer en leur fournissant de l'alcool, voire de la drogue dans les salles hors caméra.

Le thème de la conquête de l'espace a même d'ailleurs été évoqué pour des émissions de télé-réalité à la *Big Brother*. Une série SF récente, *Ascension*,³⁶ imaginait ainsi une expérience grandeur nature de vaisseau générationnel, avec l'idée d'enfermer les gens, sincèrement persuadés d'être en route vers les étoiles, et d'observer le fonctionnement d'un tel microcosme. Dans *Passengers*,³⁷ tout est basé sur la manière dont un être devient fou parce qu'il se réveille seul. Daniel se souvient d'un passage où le héros tente d'envoyer un message de détresse vers la Terre, et où l'ordinateur de bord calcule qu'il aura au mieux une réponse 18 ans plus tard...

36. *Ascension*, 2014, mini-série TV créée par Adrian CRUZ & Philip LEVENS, Levens prod., U.S.A. & Canada.

37. *Passengers*, 2016, réalisation : Morten TYLDUM, Columbia Pictures, U.S.A.



Survie des individus et voyages sans retour

Du point de vue de ceux qui restent sur Terre, un tel voyage sans retour, ou même l'installation définitive sur une autre planète, soulève également des difficultés psychologiques. Pour certains, assure Simon Bréan, voir son enfant partir s'installer sur Mars «*serait quasiment comme le voir mourir*», même si la possibilité d'aller-retours soulage un peu la pression psychologique. Même si l'on était conscient des risques encourus par les explorateurs de voies nouvelles, voire qu'ils partaient sur une coquille de noix, un Christophe Colomb s'embarquait avec le ferme espoir de revenir, et cousu d'or. Il y a un saut conceptuel significatif de cette posture, où le retour n'était *a minima* pas exclu, et celle des pionniers de l'espace, qui partiraient sans retour, avec l'idée de s'installer quitte à s'adapter et à tout créer sur place.

Accepter de laisser sa vie dans une mission spatiale peut sans doute changer de nombreux paramètres du cahier des charges de celle-ci, comme Pierre Boule l'avait suggéré dans *Le Jardin de Kanashima*³ et son voyage lunaire sans retour. Une telle problématique implique toutefois des aspects économiques, culturels et psychologiques complexes. Simon note que beaucoup des lieux du système solaire que l'on pourrait souhaiter coloniser «*ne sont pas hyper-sympa, et font un peu peur*» – beaucoup de radiations, pas de magnétosphère, etc.

Ces considérations sont-elles profondément différentes de celles qu'affrontaient les pionniers partant sans retour à la conquête de l'ouest ? Les arguments invoqués à propos de la conquête de Mars,

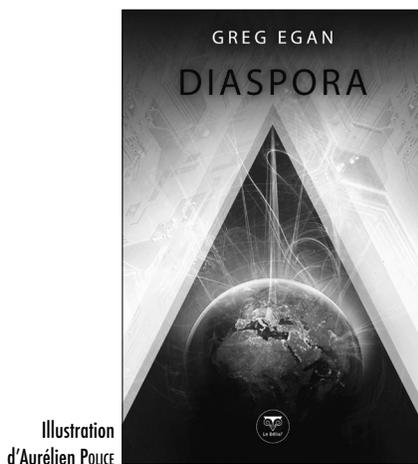
dans un sens comme dans l'autre, semblent à Daniel Hennequin assez similaires. Les deux situations apparaissent en revanche très différentes à Daniel Tron. D'une part, beaucoup de pionniers risquaient de mourir sur place, s'ils ne partaient pas pour le *far-west*. D'autre part, une politique assez volontariste permettait aux plus pauvres de devenir propriétaires terriens, en leur offrant « une mule et un lopin de terre » ; les États-Unis fournissaient aux gens qu'ils attiraient vers l'ouest les conditions permettant de s'y installer et d'y travailler pour eux-mêmes. Par la suite, les vagues d'émigration les plus rapides relevaient de la ruée vers l'or : si les migrants partaient sans idée de retour, ils avaient bien celle de devenir riches !

Or dans la plupart des scénarios actuels, Daniel a en revanche l'impression que les personnes que l'on envisage par exemple d'envoyer exploiter les astéroïdes, et qui en assumeront l'essentiel des risques et les travaux les plus pénibles, feront surtout la fortune de leurs employeurs et des investisseurs. Ainsi, dans *Luna* de Ian McDonald, après que des entrepreneurs se sont installés, exploitant qui le fer, qui l'alimentation, etc., les travailleurs qui viennent dans ce nouvel Eldorado sont éhontément exploités par les entreprises privées qui y restent, rappelle Claude Ecken. Le même genre de choses existaient également à l'ouest des États-Unis, concède toutefois Daniel, qui n'oublie pas que l'économie en reposait en particulier sur l'esclavage – un paramètre économique dont on sait au moins depuis la *République*³⁸ de Platon combien il facilite le travail des classes intellectuelles.

Lorsque les contraintes de la conquête de l'espace s'avèrent trop sévères pour l'homme tel qu'on le connaît, un autre point de non-retour peut être atteint avec son remplacement par des humains modifiés, simplifiés, éventuellement beaucoup plus petits et adaptés à un environnement donné, comme dans *Semelles humaines*⁷. À la limite, imagine Pascal Thomas, l'homme pourrait être remplacé dans l'espace par une société de robots minuscules faisant tourner des simulations d'humains, comme dans *Diaspora*³⁹ de Greg Egan.

38. PLATON, *La République* (*Περὶ πολιτείας*, ca. 315 a.e.c.) ; Garnier-Flammarion, 2016.

39. Greg EGAN, *Diaspora* (1997) ; Béliat' éd., 2019.



Au final, résume Simon Bréan, il apparaît que si aucun récit de science-fiction ne saurait prendre en compte les innombrables paramètres de la conquête de l'espace, la SF en a exploré et manipulé un éventail très large. De ce point de vue, elle apparaît moins à Ugo Bellagamba comme un outil d'identification que comme un espace de rencontre et d'interactivité de cet ensemble de paramètres extrêmement hétérogène.

La Science-fiction, clef américaine de la conquête de l'espace

Le tout premier projet de mission lunaire assez sérieux pour aboutir sur le bureau d'un Président des États-Unis, Harry Truman en l'occurrence, était signé Robert Heinlein. Non pas en tant qu'écrivain de science-fiction, mais en qualité d'ingénieur civil de l'*U.S. Navy*, dans laquelle il s'était réengagé pour la durée des hostilités.⁴⁰ Ce Mémoire du 14 août 1945 constitue en fait sa lettre de démission, le Japon ayant concédé sa capitulation la veille, une semaine après les bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki.

D'entrée, les paramètres d'ordre politique et stratégique prennent le pas sur ceux d'ordre technique. «*Nous [la Navy] sommes hors-jeu, analyse Heinlein. [...] La bombe atomique [...] change l'approche entière de la guerre. Plus de marine de surface [...] ; plus de tanks ; la possibilité d'une guerre de quinze minutes plutôt que de plusieurs années ; plus de porte-avions, ni tout ce qu'ils impliquent.*» Ce qui compte avant tout désormais, la clef de la géopolitique de toute la seconde moitié du xx^e siècle, c'est la bombe atomique et ses vecteurs. Or, techniquement, il n'y a pas de différence majeure entre un missile intercontinental et une fusée spatiale. La technologie est déjà en grande partie disponible, avec les A4/V2 développés par l'équipe de Von Braun, passé aux U.S.A. à la fin de la guerre, et dont les lanceurs américains de la fin des années 1950 sont encore les descendants directs. Heinlein propose donc de transformer l'*US Navy* en une sorte de NASA avant la lettre, développant de tels lanceurs en insistant sur leur utilisation pour des missions lunaires, *a priori* plus acceptables politiquement qu'un investissement ostensible dans des missiles.

En dépit du soutien de la *Navy*, qui fait officiellement sienne la proposition, celle-ci n'aboutira pas : Truman n'est pas convaincu que le contribuable américain soit prêt à faire ce saut et à investir dans des technologies d'apparence aussi futuriste. À la fin des années 1940, la conquête de l'espace s'avère impossible, politiquement donc économiquement. Partant de ce constat, Robert Heinlein et quelques autres auteurs de science-fiction, comme Arthur C. Clarke, décident donc de s'engager pour changer les esprits du public. Ils feront feu de tout bois.

Heinlein adapte son style d'écriture à un public plus large. L'auteur-phare d'*Astounding*, sinon «*hard science*» (l'expression n'existe pas encore), du moins assez élitiste et s'adressant plutôt à des lecteurs de SF chevronnés, se met à écrire des bluettes, des histoires d'amour dans l'espace – le pilote de la navette Terre-Lune met-il son couple en danger en restant trop longtemps loin de chez lui ?^{41a} Est-il si pénible de redécouvrir les

40. Robert A. HEINLEIN, *Mémoire du 14 août 1945* ; in *Solution non satisfaisante. Robert Heinlein et l'arme atomique*, éd. Somnium, 2009, pp. 228-238.

41. Robert A. HEINLEIN, (a) «*Jockey de l'espace*» («*Space Jockey*», 1947) ; in *Histoire du futur*, op. cit., pp. 219-233 ; (b) «*C'est bon d'être de retour*» («*It's*

rhumes et le mauvais temps terrestre après un long séjour sur la Lune ?^{41b}, etc. Des millions d'Américains reçoivent dans leurs boîtes aux lettres ces textes simples, dans des magazines aussi prestigieux et « raisonnables » que le *Saturday Evening Post*. Les histoires de fusées cessent donc d'être des délires bas de gamme pour adolescents pour devenir familières aux lecteurs de la grande presse.

La seconde piste explorée est celle du cinéma, le média qui, à l'époque, touche le public le plus large. Robert Heinlein conçoit un film réaliste, dans le sens où tout l'effort porte sur le fait de rendre crédible la possibilité même d'un voyage sur la Lune, et lance le projet avec son ami Fritz Lang. Ce seront finalement le producteur George Pal et le réalisateur Irving Pichel qui proposeront au public américain *Destination Moon*⁴² (1950) un film novateur dont les images d'astronautes et de paysages lunaires, dessinés par Chesley Bonestell, marqueront durablement l'imaginaire collectif et ancreront un peu plus la conquête de la Lune parmi les projets plausibles à relativement court terme. Hergé en empruntera des scènes entières dans des planches de *On a marché sur la Lune*.⁴³ On ne saurait sous-estimer l'influence de ces deux médias, *Destination Moon* aux États-Unis, sans doute plutôt Tintin en Europe francophone.

Le troisième étage de cette fusée médiatique est la littérature jeunesse. Faisant le pari que les adolescents de la fin des années 40 et des années 50 sont les futurs ingénieurs des années 60, Robert Heinlein leur propose chaque année, pour Noël, un roman d'aventures spatiales, valorisant la compétence et les savoirs techniques autant que la responsabilité et l'esprit pionnier. Le succès est énorme et, en dix ans, ils ont fait le tour de système solaire.

En une quinzaine d'années, les mentalités changent en profondeur. Lorsque, en 1962, le Président John Fitzgerald Kennedy annoncera son choix d'envoyer des Américains sur la Lune avant la fin de la décennie, il trouvera un public américain – et des contribuables – prêt à l'accompagner dans cette aventure et à financer la conquête de l'espace. Robert Heinlein, pour sa part, passera alors à d'autres militances. Mais, de l'aveu même de la NASA, qui lui décernera sa *Distinguished Service Medal*, la détermination d'une poignée d'auteurs de science-fiction a été essentielle pour la rendre possible.

Great to Be Back», 1947) ; *idem*, pp. 291-307.

42. *Destination Moon*, 1950, réalisation : Irving PICHEL, George Pal, prod., U.S.A.

43. HERGÉ, *On a marché sur la Lune* (1953) ; Paris, Casterman éd., 2018.

Loin de constituer un plagiat, il s'agit d'une forme de collusion intellectuelle militante, de mise en commun d'images efficaces pour faire avancer les choses.

Mars et les rêves du Capital

Jean-Luc Gautero

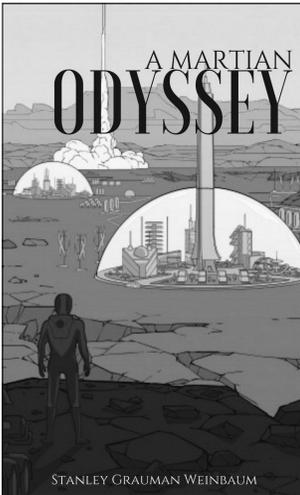
Le prochain horizon est Mars
Vers 2015 dit-on
BRAIN DAMAGE¹

De même que les idées dominantes d'une époque sont celles des classes dominantes, les rêves dominants d'une époque sont ceux des classes dominantes. Que l'on ne voie là nulle affirmation complotiste : les rêves, non pas ceux que l'on fait la nuit quand la raison sommeille, mais les rêves éveillés de la conscience anticipante, les espoirs que l'on entretient sans analyse sérieuse pour son avenir propre ou pour celui de l'humanité, dépendent de ce qui apparaît comme plus ou moins probable ; et très souvent le plus probable est le prolongement de l'ordre actuel des choses. Qui aurait dit en France, en 1780, qu'une révolution allait emporter la monarchie ? Sans doute y avait-il bien alors quelques bourgeois pour envisager de conquérir le pouvoir politique, sans doute d'autres, encore plus rares, rêvaient-ils d'une société égalitaire, d'autres d'un retour au féodalisme, d'autres d'une société théocratique, mais, très vraisemblablement, la majorité des rêves allait dans le sens d'une monarchie éclairée.

Jusqu'à la première partie du xx^e siècle, on avait pu observer un développement du capitalisme, malgré toutes ses crises, par la conquête de nouveaux domaines, qu'il s'agisse des territoires inutilisés de l'Ouest américain ou de ceux mal utilisés des colonies des puissances européennes (il s'agissait bien sûr, dans l'un et l'autre cas, d'un jugement de valeur porté en prenant comme critère de bonne utilisation

1. « On a marché sur la Lune », Brain Damage, paroles et chant de Roland C. WAGNER, 1991. Accessible en ligne : <https://www.youtube.com/watch?v=vkCbXK5IboU> (juin 2020).

l'utilisation capitaliste) : « *Les marchés des Indes orientales et de la Chine, la colonisation de l'Amérique, les échanges avec les colonies, l'accroissement des moyens d'échange et des marchandises en général donnèrent au commerce, et à la navigation, à l'industrie un essor inconnu jusqu'alors* »². Ainsi, alors que quelques-uns rêvaient d'un dépassement du Capital, le rêve dominant était plutôt celui d'un Capital qui se relancerait par les vieilles méthodes, dans leur représentation idyllique. Mais une fois la Terre conquise, que resterait-il d'autre que l'espace à la fois pour s'emparer de nouvelles ressources et pour créer de nouveaux marchés ?



C'est l'époque du développement de la science-fiction classique, « *véhicule des sentiments et des aspirations de masse* »³ nourri en grande partie par ce rêve. Ainsi bien des textes de celle-ci reprennent-ils pour la conquête de l'espace une vision plus ou moins fantasmée des expansions et des conquêtes passées : dans les nouvelles de Stanley Weinbaum, les aventures des pionniers de la conquête des planètes du système solaire font penser à celles des pionniers de la conquête de l'Ouest. Voici ce que lui-même écrit pour présenter Han Hammond, l'un de ses héros : « *c'était un de ces aventuriers solitaires que l'on voit toujours surgir le long des frontières et aux confins des régions habitables, et dont la plupart se rangent en deux catégories : soit celle des casse-cou intrépides*

en quête de danger, soit celle des proscrits, criminels ou assimilés, en quête de solitude ou d'oubli ». On pourrait objecter que le capitalisme n'est pas très présent là-dedans. Mais le personnage décrit n'appartient à aucune de ces deux catégories : « *Peu concerné par les abstractions précitées, mais attiré par le charme solide et sans défaut de la fortune, il cherchait simplement à s'enrichir* »^{4a}. Cette citation, dans son ensemble, serait parfaitement à

-
2. Karl MARX & Friedrich ENGELS, *Manifeste communiste (Manifest der Kommunistischen Partei, 1848)* ; in *Œuvres I*, Pléiade, 1969 (trad. Maximilien Rubel & Louis Evrard), ch. I, p. 162.
 3. Hannah ARENDT, *Condition de l'homme moderne (The Human Condition, 1958)* ; Pocket, 1994 (trad. Georges Fradier) ; « Prologue », p. 34.
 4. Stanley WEINBAUM, « Une Odyssée martienne » (« A Martian Odyssey », 1934) ; Coda, 2007 (trad. Françoise Jackson) ; (a) « Planète parasite », p. 60 ; (b) « Vallée des rêves », p. 42.

sa place, sans qu'on y change rien, dans un roman de Mayne Reid, qui ne se passe pas sur Mars. Il est vrai que la nouvelle dont elle est extraite ne se passe pas non plus sur Mars, mais sur Vénus. Les tout premiers hommes qui posent le pied sur Mars ne sont pas, eux, à la recherche de fortune, mais de savoir. Ce qui n'empêche pas l'un d'entre eux d'observer : « *La seule valeur que nous trouverons ici, c'est la possibilité d'échanges commerciaux avec les Martiens. [...] Ils peuvent faire du commerce avec les nations de la Terre* »^{4b}. Les savants viennent d'abord, mais ils ouvrent la voie aux commerçants, et ce qui est susceptible d'entretenir les liens avec une nouvelle planète, c'est la volonté du Capital de s'accroître.

Les descriptions des colonies terriennes sur Mars dans les nouvelles de Catherine Moore ressemblent à celles que les auteurs de romans d'aventures bien terrestres donnent des colonies occidentales en Afrique (les Noirs et les Arabes sont simplement remplacés par des Martiens et des Vénusiens) : « *Il se frayait un chemin dans la foule cosmopolite bigarrée ; les langages de mille races résonnaient à ses oreilles, les odeurs mêlées de parfum, de sueur, d'épice et de cuisine, et les mille relents indescriptibles du lieu assaillaient ses narines* »⁵. Malgré le bruit et l'odeur, le marché où se trouve le héros n'est pas en Afrique du Nord, mais sur Mars. Cette similitude entre l'Afrique et la planète Mars se retrouve également chez Edgar Rice Burroughs : à partir du cinquième volume de la série, *Tarzan l'indomptable*,^{6a} les aventures de Tarzan en Afrique sont à peine moins exotiques que celles de John Carter sur la planète Mars^{6b} (peu importe que l'Afrique réelle n'ait guère à voir avec celle de Tarzan, qui y rencontre au fil des romans des tricératops, une civilisation d'hommes blancs de quarante centimètres, des guerriers d'une croisade perdue, des légionnaires romains...).

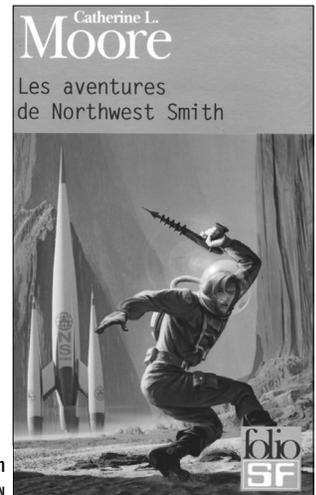


Illustration
d'Hervé LEBLAN

5. Catherine MOORE, « Songe vermeil » (« Scarlet Dream », 1934) ; in *Les Aventures de Northwest Smith*, Folio SF, 2010, pp. 139-180 ; la citation est extraite de l'édition J'ai Lu SF de 1978 (in *Shambleau*, pp. 43-76, trad. Georges Gallet), p. 43.
6. Edgar Rice BURROUGHS, (a) *Tarzan l'indomptable* (*Tarzan the Untamed*, 1920) ; Hachette, coll. Bibliothèque verte, 1996. (b) *Le Cycle de Mars* (1912-1948) ; Bruxelles, Lefrancq, coll. Volumes, 1994.

Après la deuxième guerre mondiale, la possibilité d'aller dans l'espace se rapproche et les textes cessent de s'inscrire dans un avenir complètement indéterminé ; qu'ils soient plus ou moins précisément datés, ils ne se présentent plus que comme des anticipations d'un quart de siècle voire moins, et leurs contenus deviennent plus réalistes. L'alliance entre la conquête spatiale et le capitalisme est particulièrement nette dans « L'Homme qui vendit la Lune » de Robert Heinlein, qui raconte les manœuvres astucieuses par lesquelles Delos Harriman réunit les fonds nécessaires au lancement de la première fusée à se poser sur notre satellite. Il ne s'agit certes là, comme le titre l'indique, que de la Lune, et non de Mars, mais celle-ci ne constitue qu'une première étape qu'il est nécessaire d'atteindre avant de pouvoir envisager d'aller plus loin : le héros fait miroiter au conseil d'administration d'une entreprise dont il cherche l'appui le bénéfice attendu, qui serait « *toute une planète, et vierge. Et d'autres planètes ensuite. Si on ne trouve pas le moyen de se sucrer là-dessus, autant réclamer tout de suite l'aide sociale* »⁷. C'est l'auteur qui souligne la première expression, mais c'est moi qui souligne la phrase suivante.

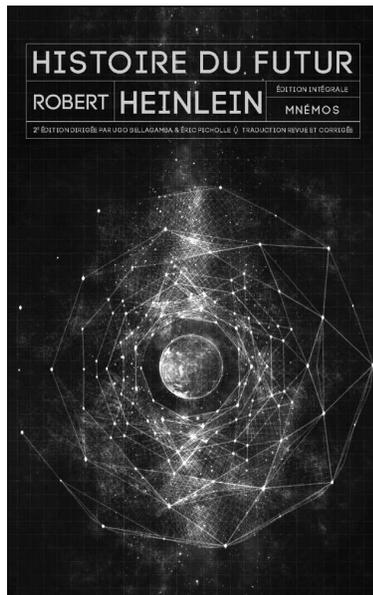


Illustration
d'Adam TAYLOR

7. Robert A. HEINLEIN, « L'Homme qui vendit la Lune » (« The Man Who Sold the Moon », 1950) ; in *Histoire du futur*, Mnémos, coll. Intégrales, 2020 (trad. Pierre Billon & Jean-Claude Dumoulin, rév. Pierre-Paul Durastanti), pp. 127-203.

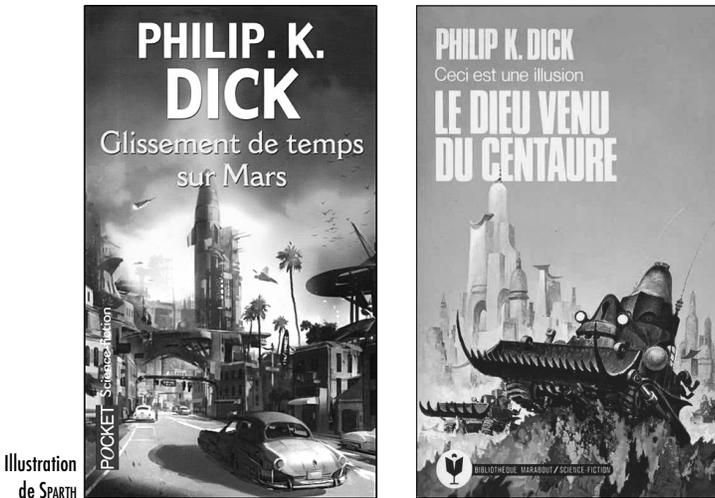
Bien sûr, l'analyse d'Heinlein n'est pas une analyse matérialiste : ce n'est pas parce que le système capitaliste a intérêt (ou pourrait avoir intérêt) à la conquête spatiale que celle-ci se fait, c'est parce qu'un homme qui veut aller dans la Lune utilise le capitalisme pour réaliser son rêve – que d'ailleurs, il ne réalisera pas vraiment, puisque ses associés l'en empêchent quand il est encore en bonne santé, et qu'il n'atteint finalement notre satellite que pour y mourir (dans « Requiem »⁸). Le reproche est cependant assez vain : il y a dialectiquement interaction des espoirs humains et de l'infrastructure économique ; Heinlein manque certes une étape, celle de l'action de l'infrastructure sur les humains, mais celle qu'il évoque est aussi nécessaire : s'il n'y a personne pour relayer efficacement les besoins de l'infrastructure, ceux-ci ne peuvent être satisfaits.

L'idéalisme de Heinlein va de pair avec son enthousiasme, que l'on peut rétrospectivement trouver naïf mais que bien d'autres partageaient à la suite de la victoire sur le nazisme. Au début des années 60, avec la montée des guerres de libération et les mouvements contestataires qui se développent en Occident, la conquête de l'espace apparaît toujours comme favorisée par le capitalisme, mais elle n'a plus rien de glorieux. Comme dans les romans de l'entre-deux-guerres, la colonisation de Mars (en 1994) décrite dans *Glissement de temps sur Mars*⁹ de Dick, fait penser aussi bien à la conquête de l'Ouest qu'à celle de l'Afrique du Nord, mais on voit maintenant le côté sombre de celles-ci : des terres hostiles, des conquérants qui sont des envahisseurs brutaux et pleins de morgue ; la planète Mars est en effet désertique, et les riches colons méprisent les Martiens, les Bleeks, héritiers d'une civilisation plus vieille que celles de la Terre. Au héros qui naïvement lui demande : « Cela ne vous fait pas plaisir de savoir que vous venez de sauver la vie de cinq personnes ? » (il s'agit de cinq Bleeks), l'un d'entre eux répond : « Vous voulez dire cinq nègres. Je n'appelle pas ça cinq personnes ».^{9a} J'ignore si les colons d'Amérique du Nord traitaient à l'occasion les Indiens de nègres, ou s'ils avaient un autre terme péjoratif pour les désigner. Mais il suffit de substituer le mot « bicots » au mot « nègres » pour laisser tomber la science-fiction et se retrouver en Afrique du Nord.

8. Robert A. HEINLEIN, « Requiem » (1940) ; in *Histoire du futur*, op. cit., pp. 235-249.

9. Philip K. DICK, *Glissement de temps sur Mars (Martian Time-Slip)*, 1964) ; J'ai Lu SF, 2014 (trad. Henry-Luc Planchat) ; (a) ch. II, p. 39, éd. Pocket, 1986.

Dans *Le Dieu venu du Centaure*,¹⁰ du même Dick, qui se passe une vingtaine d'années plus tard, mais pas dans la même ligne temporelle, on ne voit plus de riches colons sur Mars, seulement des victimes du système qui vivent dans de misérables clapiers souterrains, simples «cellules» pourvues en tout et pour tout d'un lit de fer, d'une table et d'un réchaud, et enrichissent, outre leurs employeurs, les vendeurs licites de poupées, qui leur permettent de fuir en imagination la rudesse de leurs conditions de vie, et les vendeurs illicites de drogues, qui viennent fournir consistance à leurs rêves de vie terrestre aisée en donnant une apparence de réalité à la vie de luxe qu'ils mènent par poupées interposées.



On le sait maintenant, les choses ne se sont pas déroulées ainsi : la conquête de l'espace a commencé un peu plus vite que ne le prévoyait Heinlein (au regard des textes qui précèdent «L'Homme qui vendit la Lune», on serait tenté d'en situer les événements dans les années 1970), mais elle a ensuite marqué le pas. En outre, ses «début» (peut-on parler de débuts quand il n'y a pas vraiment eu de suite ?) ne se sont pas du tout passés comme l'envisageait la fiction de Heinlein, pourtant réaliste. Il peut être intéressant de se demander pourquoi.

10. Philip K. DICK, *Le Dieu venu du Centaure* (*The Three Stigmata of Palmer Eldritch*, 1965) ; J'ai Lu SF, 2015.

Il y a à cela deux réponses possibles. L'une fait appel à la pure contingence : il n'y a pas eu d'homme ayant comme son héros Delos Harriman à la fois le désir d'aller sur la Lune et le génie financier nécessaire pour monter les entreprises qui rendraient le voyage rentable. On ne peut totalement l'exclure, mais elle ne paraît cependant pas très vraisemblable. Car les coûts financiers étaient tels, et l'espérance de gain en retour tellement peu assurée, qu'il était sans doute impossible qu'une entreprise jeune, créée par un petit nombre d'hommes animés par une grande idée, pût effectivement dégager les capitaux nécessaires ; y fût-elle même arrivée qu'entre temps, les grands idéaux auraient été effacés par le poids du système : quelle différence entre le jeune Louis Renault, passionné d'automobile, qui crée une industrie pour assouvir sa passion, et le vieux Louis Renault, qui commerce avec l'occupant nazi ! Quelle différence entre le jeune Steve Jobs, qui crée des ordinateurs sur lesquels chacun peut travailler, dans lesquels chacun peut intervenir, qui tente ainsi de développer une informatique populaire comme il y avait autrefois une électronique populaire, et le Steve Jobs du XXI^e siècle, dont les ordinateurs sont certes d'un usage aisé, mais complètement fermés, rendant les utilisateurs entièrement dépendants des spécialistes !

Le système vient d'autant plus imposer aux rêveurs sa finalité propre, l'accroissement du Capital, qu'ils y occupent une place importante. « *Mon point de vue, d'après lequel le développement de la formation économique de la société est assimilable à la marche de la nature et à son histoire, peut moins que tout autre rendre l'individu responsable de rapports dont il reste socialement la créature, quoiqu'il puisse faire pour s'en dégager* »¹¹. Or, et ceci s'applique tout autant aux grandes entreprises déjà constituées, la conquête de l'espace aurait constitué un investissement trop important au regard du caractère aléatoire du profit dégagé en retour pour que le système puisse en permettre le risque à l'une d'entre elles. Heureusement (ou malheureusement pour qui, animé d'une pensée fondamentalement religieuse, considère qu'aller dans l'espace, ce serait « *la répudiation [...] d'une Terre Mère de toute créature vivante* »¹² – mais le bébé qui quitte l'utérus maternel répudie-t-il donc sa mère ?), le poids

11. Karl MARX, *Le Capital. Critique de l'économie politique (Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie, 1867)* ; Livre premier, Préface de la première édition, *Œuvres I*, Pléiade, 1969 (trad. Joseph Roy), p. 550.

12. Hannah ARENDT, *Condition de l'homme moderne, op. cit.*, p. 34.

de considérations keynésiennes était encore très fort à l'époque. Le capitalisme sans contrôle court à sa perte : « *Le système ne s'autorégule pas et, s'il n'est pas orienté, il sera incapable de transformer notre pauvreté actuelle en abondance possible* »¹³. C'est cependant le meilleur des systèmes : « *Pour ma part, j'estime que le capitalisme, sagement dirigé, peut se révéler probablement plus efficace que tout autre système rival existant* »^{14a}. Il importe donc, dans l'intérêt du capitalisme lui-même, que l'État intervienne, jouant un rôle de boussole ou de garde-fou : « *il faudrait que bien des grandes entreprises, en particulier celles qui sont d'utilité publique et d'autres qui requièrent un capital fixe considérable, soient semi-socialisées* »^{14b} ; « *l'activité de quelque nature que ce soit est le seul moyen de faire à nouveau tourner les rouages du progrès économique et de la création de richesses. Sur le plan national également je souhaiterais que l'on conçoive et exécute des plans de grandeur et de magnificence* »¹⁵.

Ainsi, nous sommes allés sur la Lune, même si ce n'est pas exactement de la façon dont le prévoyait Heinlein : il s'agissait d'un plan de grandeur et de magnificence, qui requerrait un capital fixe trop important pour une entreprise privée. L'utilité publique, du moins à court terme, n'était pas manifeste. Évidemment, c'est en dernière instance que l'économique est déterminant : a donc aussi joué dans le voyage de l'humanité vers la Lune la lutte entre les grandes puissances, lutte de prestige et lutte militaire (les retombées réelles de la recherche ont stimulé l'industrie, mais celles que prévoyaient les décideurs politiques se situaient surtout dans le domaine de l'armement) ; ont certainement aussi joué les rêves d'espace de chercheurs qui ont su convaincre les politiques que, par la course à la Lune, ces derniers réaliseraient leurs ambitions de puissance.

L'étape suivante ne se fera pas, ou plus exactement elle ne s'est pas faite dans l'immédiat : Stephen Baxter peut bien écrire tout un roman uchronique, *Voyage*,¹⁶ qui raconte comment dans la foulée de la Lune, l'Amérique atteint Mars en 1986, on voit clairement dans sa postface

13. John Maynard KEYNES, « La Pauvreté dans l'abondance », *La Pauvreté dans l'abondance*, Gallimard, coll. Tel, 2002 (trad. Laurent Cordonnier, Thierry Demals, Laurence Duchêne, Henri Philipson, Nicolas Postel et Franck Van De Velde), p. 222.

14. John Maynard KEYNES, « La Fin du laissez-faire », *idem* ; (a) p. 86 ; (b) p. 81.

15. John Maynard KEYNES, « L'Économie en 1931 », *Sur la monnaie et l'économie*, Petite Bibliothèque Payot, 2009 (trad. Michel Panoff), p. 66.

16. Stephen BAXTER, *Voyage* (1996) ; J'ai Lu SF, 2003.

que la non-conquête de Mars n'est pas simplement contingente, mais qu'elle est le fruit d'une suite de décisions politiques. En outre, restant au niveau politique, il manque les raisons économiques fondamentales, qui sont pourtant les conséquences des réalisations scientifiques elles-mêmes : quand Dick publie en 1964 *Glissement de temps sur Mars*, il dépeint une planète désertique, mais dotée d'une atmosphère respirable, ce que l'on peut encore espérer à l'époque. Or les sondes *Mariner* vont montrer à partir de 1965 que Mars est invivable en l'état. L'investissement nécessaire à y aller ne peut donc être rentabilisé au regard de l'état des sciences et des techniques, même s'il est pris en charge par la collectivité. Aller sur Mars n'est plus alors un rêve humain, ni le rêve du Capital, ce peut tout au plus être un rêve de machines : dans *Homme-plus*,¹⁷ de Frederik Pohl, ce sont des cyborgs que l'on envoie sur Mars, des êtres humains que les modifications qu'ils ont subies rendent monstrueux d'apparence ; mais on découvre à la fin du roman que les décisions essentielles ont été prises par les intelligences artificielles désireuses d'assurer leur survie après l'autodestruction prochaine de l'humanité, qu'elles estiment fort probable. Si le moment où se passe le roman n'est pas indiqué, plusieurs éléments permettent de le situer vers la fin du xx^e siècle ou le début du xxi^e. Il n'en a rien été : on peut supposer qu'il n'y a pas encore d'intelligence artificielle qui a pris conscience d'elle-même et nous manipule, ou que les intelligences

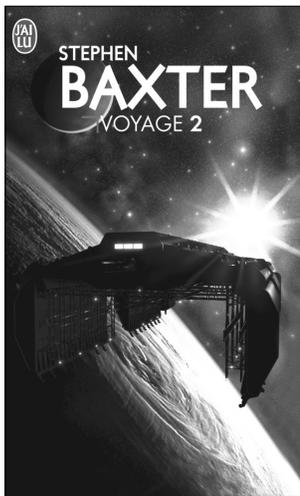


Illustration de
Jean VOUILLON

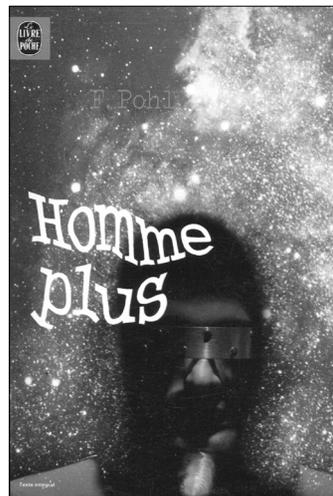


Illustration de
Pierre FAUCHEUX

17. Frederick POHL, *Homme-plus* (*Man Plus*, 1976) ; Pocket coll. SF/Fantasy, 1990.

artificielles conscientes sont plus optimistes quant à l'avenir de l'humanité que celles du roman. Cette dernière hypothèse est cependant bien moins vraisemblable.

On voit alors surtout dans la course à l'espace un gaspillage pur et simple. Un passage de *Mars*, de Ben Bova, est assez significatif de cet état d'esprit : « *Les représentants des pauvres protestaient que les milliards dépensés dans l'exploration martienne seraient mieux investis en nourriture, en logements, en éducation* »^{18a}. La réponse de l'auteur, et de son personnage, qui sans doute les convainc, n'est pourtant pas très satisfaisante : « *Brumado leur disait que lui-même était un enfant de la misère, et que si la pensée de Mars le remplissait de joie de vivre, pourquoi ne seraient-ils pas capables d'élever leurs regards au-delà de leur existence quotidienne désespérante et de rêver des rêves grandioses* »^{12b}. En somme, Mars comme opium du peuple. Oui, l'argent dépensé pour l'exploration martienne est autant d'argent en moins pour vous nourrir, vous loger, vous éduquer. Mais qu'importe ? Il vous fait vivre des rêves grandioses. Je ne suis pas certain que l'argument puisse être très satisfaisant pour quelqu'un qui a faim et qui est à la rue. Mais le pire est de laisser ainsi entendre qu'il y a effectivement un choix à faire entre produire de la nourriture, construire des logements et des écoles, et aller dans l'espace. Or à la fin

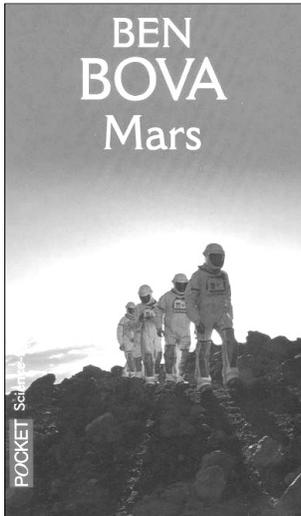


Illustration de Francis DEMANGE

du xx^e siècle, avant l'explosion de la crise écologique, il y avait assez à manger pour tout le monde sur la planète, il y avait les moyens de loger et d'éduquer tout le monde décemment, la misère n'était plus comme elle avait pu l'être lors des siècles passés une misère naturelle, mais une misère systémique, due à l'obsolescence programmée, au gaspillage organisé, à la destruction de biens destinée à éviter une chute des cours du marché... L'argent dépensé pour la course à l'espace n'était donc pas de l'argent perdu pour le bien-être général, il aurait tout au contraire, si cette course s'était révélée rentable pour

18. Ben BOVA, *Mars* (1992) ; Pocket, 2004 (trad. Bruno Bodin) ; « Sur Terre » ; (a) p. 27 ; (b) p. 28.

le Capital, contribué au bien-être des Terriens (non certes à celui des éventuels extraterrestres ou de ceux que l'on aurait envoyés sur Mars pour qu'ils développent la planète rouge) ; même non rentable pour l'économie capitaliste, il pouvait contribuer à développer le savoir humain, et donc à terme les potentialités de l'humanité, renouvelant ce que Bacon disait de la découverte occidentale des Amériques (qui – je reconnais qu'il s'agit d'une litote – n'eut pas que des bons côtés dans le cadre du capitalisme naissant, particulièrement pour ceux qui n'avaient pas besoin de les découvrir, y étant déjà) : « *ce progrès de la navigation et des découvertes peut aussi fonder une espérance : celle de voir toutes les sciences aller de l'avant et augmenter* »¹⁹.

Mars paraît en 1992. À l'époque, en effet, si la course à l'espace ne semble plus pouvoir enrichir le Capital, on a néanmoins surmonté le traumatisme constitué par la découverte de l'inhospitalité de la surface martienne. Aussi va-t-il y avoir dans la même décennie d'autres romans qui dépeignent à nouveau la conquête de Mars par une humanité non transformée : la Trilogie martienne,²⁰ de Kim Stanley Robinson, dont la publication commence en 1993, et *Les Enfants de Mars*,²¹ de Gregory Benford, qui paraît en 1999. Les trois romans se passent dans un avenir proche. Mars lui-même n'est pas précisément daté, mais on peut le situer entre 2006 et 2016 (on peut donc maintenant affirmer avec certitude qu'il a été invalidé par la réalité) : il y est en effet question du premier véhicule automatique à avoir atterri sur la surface de Mars, en 1976, avec cette information qu'il se tient « *encore sur ses pattes articulées après plus de trente ans* »^{22a}. Bien sûr, ce qui se passe « *après plus de trente ans* » peut mathématiquement se passer après plus de quarante. Mais littérairement, un auteur n'a aucune raison de prendre une décennie inférieure à celle qu'il veut évoquer. *Les Enfants de Mars* vient ensuite, départ en février 2016, arrivée en 2017 : il est sûr là encore que nous ne serons pas dans les temps espérés par l'auteur : les derniers mots de ses

19. Francis BACON, *Du progrès et de la promotion des savoirs (De dignitate et augmentis scientiarum, 1605)* ; Paris, Gallimard, coll. Tel, 1991 (trad. Michèle Le Dœuff) ; Livre second, p.103.

20. Kim Stanley ROBINSON, *La Trilogie martienne : Mars la rouge (Red Mars, 1993) ; Mars la verte (Green Mars, 1993) ; Mars la bleue (Blue Mars, 1996)* ; Presses de la Cité, 2018 (trad. Michel Demuth et Dominique Haas).

21. Gregory BENFORD, *Les Enfants de Mars (The Martian Race, 1999)* ; Pocket, coll. SF/Fantasy, 2011 (trad. Dominique Haas) ; (a) « Remerciements », p. 500.

22. Ben BOVA, *Mars, op. cit.* ; (a) « En planeur », p. 404 ; (b) « Sur Terre », p. 26 ; (c) p. 27.

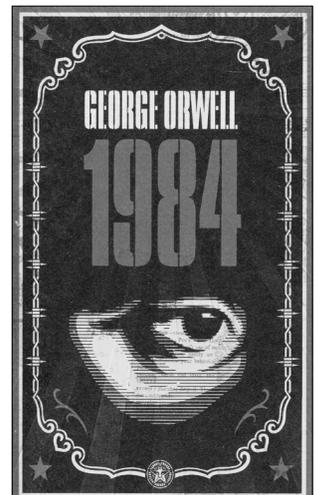
remerciements, « *Vous aurez contribué à faire de Mars, ce point brillant dans le ciel, une destination* », ^{21a} montrent bien qu'il ne s'agit pas pour lui d'une simple fiction, mais d'une prophétie qui se veut autoréalisatrice : en dépeignant un avenir possible qu'il estime souhaitable, Benford essaie de convaincre qu'il faut aller dans ce sens. Seul Kim Stanley Robinson, qui situe le départ du vaisseau pour Mars en 2026, n'a pas encore été manifestement démenti. On peut cependant estimer que lui aussi le sera, en raison de l'évolution du système économique, qui fait maintenant des rêves de Mars les rêves d'un autre temps, passé (les trois auteurs ont grandi à l'époque où la conquête de Mars pouvait paraître économiquement rentable) ou futur (d'un temps où le capitalisme aura à nouveau besoin d'une expansion spatiale, ou mieux encore, d'un temps où l'intérêt social primera : on ne pourra plus alors parler de conquête de Mars, mais de découverte de Mars : l'esprit dans lequel l'humanité s'élancera vers les étoiles ne sera plus un esprit d'asservissement, mais de coopération accrue, d'approfondissement des relations que nous entretenons non seulement avec la Terre, mais avec le reste de l'univers).

Les trois auteurs, tous trois soucieux de réalisme, essaient pourtant de prendre en compte les contraintes humaines, et pas seulement les contraintes physiques. Mais ce peut être avec une grande naïveté. Ben Bova commence par une remarque (hélas) fort juste : « *Peu importait ce que pensaient ou voulaient les scientifiques* ». Mais il enchaîne aussitôt : « *C'étaient les politiciens qui comptaient, les hommes et les femmes qui contrôlaient les finances nationales. Et les gens, les électeurs qui alimentaient ces finances avec leurs impôts* » ^{22b}. Comme s'il était fréquent que la superstructure prenne des décisions qui ne vont pas dans le sens des intérêts de l'infrastructure (cela peut certes arriver : voir *Le 18 Brumaire de Louis Napoléon Bonaparte*, ²³ qui étudie de telles circonstances), comme si les politiciens étaient à l'écoute des souhaits économiques des électeurs ! Dans ses démarches, l'homme qui est à la source de la conquête de Mars (car chez Bova comme chez Heinlein, c'est la volonté d'un homme qui est déterminante), Alberto Brumado, déjà mentionné, prend bien en compte les décideurs réels, mais contrairement à toute vraisemblance, ils sont déjà convaincus : « *Les industriels réalisaient que d'envoyer des humains sur Mars permettrait de stimuler le développement de nouvelles technologies, grâce au financement gouvernemental et sans risque* » ^{22c}.

23. Karl MARX, *Le 18 Brumaire de Louis-Napoléon Bonaparte (Der achtzehnte Brumaire des Louis Napoleon, 1852)* ; Garnier-Flammarion, 2007.

Une telle lucidité des industriels aurait pu être de fait à une époque où les États menaient une politique keynésienne. Mais elle n'est pas plus envisageable en 1992 que vingt ans après, où le néolibéralisme dominant considère que le seul but de l'État est de casser les solidarités sociales qui subsistent encore, qu'il doit baisser les impôts et éviter tout investissement qui n'aurait pas de retombées immédiates sur l'industrie. Là ne s'arrête pas l'angélisme de Bova : il nous dit que « *les hommes d'État comprirent peu à peu que Mars pourrait servir de symbole à une nouvelle ère de paix et de coopération capable d'entraîner les cœurs et les esprits du monde entier* », ^{22c} comme si cette compréhension devait rendre les hommes d'État plus favorables à la conquête de Mars. Or l'histoire récente suffit à montrer que les hommes d'État préfèrent la guerre et la concurrence à la paix et la coopération : à peine le grand méchant communisme a-t-il disparu que les politiciens occidentaux lui substituent le grand méchant musulman et le choc des civilisations (symétriquement, les régimes bureaucratiques soi-disant socialistes dénonçaient le grand méchant capitalisme source de tous les maux, et les gouvernements dits islamistes s'en prennent aux grands méchants infidèles). Les conflits entre nations et entre blocs présentent un double avantage : en politique intérieure, ils soudent les nationaux (sauf bien sûr ceux qui sont des ennemis de l'intérieur, que l'on a ainsi un prétexte pour réprimer) (voir le rôle des affrontements entre blocs dans 1984 ²⁴) ; économiquement, ils permettent quand ils se transforment en affrontement ouvert de relancer l'industrie (il faudra reconstruire ce que la guerre a détruit) et de diminuer le nombre des chômeurs.

Gregory Benford est plus réaliste : il prend en compte les politiques économiques qui conduisent les États à dépenser de moins en moins et conçoit une solution peu coûteuse pour ceux-ci : « *les nations avancées pouvaient se lancer dans l'aventure pour beaucoup moins cher en proposant tout simplement une prime de trente milliards de dollars à la première expédition habitée qui réussirait à revenir de Mars* ». Ce n'est pas tant que le coût



24. George ORWELL, 1984 (1949) ; Gallimard, coll. Du monde entier, 2018.

est faible, c'est surtout que « *l'État ne déboursait pas un centime tant que le but n'était pas atteint, et ne payait que si c'était un succès* ». L'inconvénient, auquel semble-t-il il n'accorde pas assez d'attention, c'est le revers de la médaille : « *Si le projet échouait, les seuls perdants étaient les investisseurs privés* »^{25a}. Comme Heinlein, Benford a une image héroïque du capitalisme, qui a pu être vraie autrefois, mais qui ne l'est plus aujourd'hui, une image dans laquelle des capitalistes n'hésitent pas à mettre en jeu toute leur fortune pour un grand projet auquel ils croient. En l'occurrence, c'est John Axelrod, qui a fait fortune dans la biotechnologie mais dont la « *passion pour Mars remontait à l'enfance* ». Pourquoi pas ? À nouveau, on pourrait expliquer par la contingence de l'inexistence d'Axelrod que les choses ne se soient pas passées conformément aux espoirs de Benford. Mais à nouveau, cette explication serait insuffisante. Tout multimilliardaire qu'il soit, Axelrod ne peut seul se lancer dans le projet, il lui faut « *quelques jours de marchandage* » pour monter « *un consortium de grosses entreprises* »^{25b} : les risques financiers que à la limite pourrait accepter de prendre un homme seul pour un bénéfice aléatoire, il est douteux que tout un consortium de grosses entreprises s'y associe. En outre, même si Benford semble prendre en compte le désinvestissement de l'État, il ne le fait que de manière très partielle. Car, et en ceci encore Benford est très réaliste, Axelrod, pour envoyer une expédition sur Mars, essaie de faire baisser les coûts au maximum. Or l'un des procédés qu'il emploie est de réutiliser du matériel de la NASA, un matériel qui en fait n'existe que dans le roman, parce que, en raison en partie de la baisse des investissements étatiques (et en partie en raison de ses choix stratégiques), la NASA ne l'a pas fait fabriquer, ne fournissant ainsi pas aux investisseurs privés le matériel qui leur aurait été nécessaire.

Il est plus facile de prédire le passé que l'avenir. Indiquer *a posteriori* pourquoi Bova et Benford se sont trompés est ainsi une tâche assez aisée. Mais Robinson, lui, situe son roman dans plus de dix ans. Ne serait-il pas encore possible que, au-delà de l'aspect romanesque, qui lui relève bien sûr de la fiction, les choses se déroulent conformément à ce qu'il décrit ? D'autant que son analyse socioéconomique est plus fine que celle des autres auteurs. Si au début on croit avoir à faire à une expédition scientifique sans but lucratif sous le contrôle de l'ONU, qui a

25. Gregory BENFORD, *Les Enfants de Mars*, *op. cit.* ; (a) ch. 2, p. 30 ; (b) *id.*, p. 33.

pour l'occasion créé un comité *ad hoc*, le comité aux Affaires Martiennes de l'ONU, ou AMONU, les plus lucides des scientifiques savent bien qu'il n'y a là qu'une apparence :

— Franck, pourquoi nous a-t-on envoyés ici ? [demande l'idéaliste John Boone].

— Parce que la Russie et nos chers États-Unis étaient à bout de ressources, voilà pourquoi. De vieux dinosaures industriels décrépits, voilà ce que nous étions. Sur le point de se faire bouffer par le Japon, par l'Europe, et par tous ces petits tigres qui proliféraient en Asie. Et nous avions toute cette expérience spatiale à dépenser, des industries aérospatiales aussi énormes qu'inutiles. Alors, on en a fait une équipe pour venir débarquer ici avec l'espoir que ce serait payant !^{26a}

On serait tenté d'objecter qu'une analyse en termes de capitalismes nationaux est un peu datée et ne correspond plus à notre temps, ni même à celui de l'écriture du roman. Mais cette analyse n'est que celle de l'un des personnages, et un autre la pousse un peu plus loin : « *Les primates scientifiques et malins que nous étions voulaient se tailler des îles pour eux-mêmes, et non pas travailler à offrir à tous ce genre de condition. Et c'est pour ça que dans la réalité, les îles font partie de l'ordre des transnationales. Elles ont été achetées, elles n'ont jamais été vraiment gratuites, et il n'a jamais été question de recherche vraiment pure et absolue* »^{26b}. Là où les autres pensent naïvement que quelques individus peuvent utiliser le système pour mener à bien leurs grands projets, il met en évidence que c'est le système qui utilise les individus : les scientifiques croient réaliser leurs rêves, mais ils ne le peuvent que parce que cela sert des intérêts économiques nationaux, eux-mêmes illusoire par rapport à ceux, plus puissants encore, des transnationales. Les transnationales sont issues de la combinaison des anciennes (actuelles) multinationales. L'une des plus petites d'entre elles a une « *économie plus solide que n'importe lequel des vingt premiers pays du monde* »^{26c}. On imagine donc aisément que ce qui, pour des entreprises plus petites, représente un gros investissement risqué, n'est plus proportionnellement qu'une dépense imperceptible, ce qui la rend moins invraisemblable. Mais pourquoi alors passer par l'étape des intérêts économiques nationaux ? Robinson pouvait avoir l'illusion au début des années 1990 que l'ultralibéralisme n'allait pas durer, que l'on saurait tirer les leçons du passé ; l'ultralibéralisme, en effet, n'a rien de vraiment neuf :

26. Kim Stanley ROBINSON, *Mars la Rouge*, op. cit. ; éd. Pocket, 2003 ; (a) p. 185 ; (b) p. 169 ; (c) p. 167.

des classes sociales entières, des nations entières ont été expropriées. La stabilisation des monnaies est devenue le point focal de la pensée politique de peuples et de gouvernements ; [...] On a reconnu le remboursement des prêts étrangers et le retour à une monnaie stable comme les pierres de touche de la rationalité en politique, et on a considéré qu'aucune souffrance personnelle, aucun empiètement sur la souveraineté n'était un sacrifice trop grand pour recouvrer l'intégrité monétaire. Les privations des chômeurs auxquels la déflation avait fait perdre leur emploi ; le dénuement des fonctionnaires congédiés, sans même une retraite de misère ; et même l'abandon de droits de la nation et la perte de libertés constitutionnelles ont été jugés comme un prix équitable à payer pour répondre aux exigences de budgets sains et de monnaies solides, ces a priori du libéralisme économique.²⁷

Ce n'est pas du présent ni de l'avenir que parle Polanyi, mais des années 1920, qui allaient s'achever par la grande crise de 1929, dont on connaît les conséquences.

Mais l'ultralibéralisme est toujours là, et l'accélération des flux de capitaux permise par le développement scientifique et technique a transformé un système qui était à son origine basé sur le long terme (voir *L'Éthique protestante et l'esprit du capitalisme*²⁸ de Weber) en un système qui recherche les profits à court terme, en se souciant fort peu de l'avenir. Ainsi, même si l'on ne peut dire avec certitude que la conquête de Mars décrite par Robinson ne se fera pas, on peut remarquer que les choses sont assez mal parties. Les transnationales ont beau être puissantes et plus riches que les États, elles aussi dans son roman s'appuient sur des réalisations étatiques : « *Au début du siècle, la NASA et la Glavkosmos avaient commencé à fixer de petites fusées d'appoint sur les réservoirs pour les larguer sur orbite. Des milliers de réservoirs avaient été expédiés de cette manière, avant d'être pris en remorque jusqu'aux chantiers pour y être recyclés. Ils avaient ainsi permis la construction de deux grandes stations spatiales, une L5 et une autre en orbite lunaire* »^{29a}. Ceci ne se situe pas dans notre avenir, mais devrait se situer dans notre passé, et justement ne s'y situe pas non plus.

27. Karl POLANYI, *La Grande Transformation. Aux origines politiques et économiques de notre temps* (*Origins of Our Time. The Great Transformation*, 1944) ; Paris, Gallimard, coll. Tel, 2009 (trad. Catherine Malamoud et Maurice Angeno) ; ch. 12, pp. 207-208.

28. Max WEBER, *L'Éthique protestante et l'esprit du capitalisme* (*Die protestantische Ethik und der "Geist" des Kapitalismus*, 1905) ; Paris, Gallimard, coll. Tel, 2004.

29. Kim Stanley ROBINSON, *Mars la Rouge*, *op. cit.* ; (a) p. 62 ; (b) p. 71.

Ainsi tous les auteurs, même quand ils font confiance à l'initiative privée, ont-ils besoin pour rentabiliser le retour à Mars de politiques néokeynésiennes (en appelant ainsi de manière certes un peu rapide des politiques qui passent par des prélèvements importants des États) qui ne semblent pas à l'ordre du jour. Mais on peut penser que le retour de ces politiques économiques ne suffirait pas à permettre à l'humanité d'aller sur Mars dans les délais indiqués par Kim Stanley Robinson. Lui-même en a à peine entrevu la raison, qui prend plus de place dans *Les Enfants de Mars* et plus encore dans la suite de *Mars, Retour sur Mars*³⁰ (ce qui n'a rien de surprenant : écrits plus tard, ces romans de Ben Bova peuvent mieux observer les développements du capitalisme, et ainsi s'en inspirer), même si me semble-t-il aucun de ces romans n'en tire toutes les conséquences. Cette raison, c'est ce que Yann Moulier Boutang considère comme la nouvelle grande transformation du capitalisme, et qu'il appelle « capitalisme cognitif ». L'analyse précise de cette transformation varie certes selon les auteurs. Mais on peut considérer que ce que les diverses analyses ont de commun, c'est de considérer que nous sommes entrés dans une nouvelle phase du capitalisme, une phase dont « *la virtualisation de l'économie, c'est-à-dire le rôle de l'immatériel et des services liés à la production de cet immatériel est certainement l'une des caractéristiques les plus évidentes* »³¹. Ce rôle de l'immatériel est déterminant, à la fois pour ce qui est de la production (c'est pourquoi Moulier Boutang parle de « capitalisme cognitif » : ce sont les connaissances qui jouent un rôle fondamental) et de la commercialisation : la marque immatérielle rapporte bien plus que le support matériel de cette marque. Plutôt que de construire en dur un grand parc d'attractions qui ne satisferait qu'une partie du public, les entreprises capitalistes équiperont un domaine pour projeter dans les équipements informatiques incorporés aux vêtements et aux lentilles optiques électroniques dont chacun sera porteur l'illusion parfaitement réaliste des divertissements : « *À Pyramid Hill, il y avait des jeux où on pouvait conduire un salsipède Scoochi ou voler des oeufs de raptor – et des jeux où de petites créatures en peluche dansaient joyeusement, en suppliant qu'on les prenne dans les bras pour leur faire un câlin. En désactivant toutes les vues de jeu, on pouvait voir les autres joueurs*

30. Ben BOVA, *Retour sur Mars (Return to Mars, 1999)* ; Pocket, coll. SF / Fantasy, 2005 (trad. Bruno Bodin).

31. Yann Moulier BOUTANG, *Le Capitalisme cognitif. La Nouvelle Grande Transformation*, Amsterdam, 2008, ch. III « Ce qu'est le capitalisme cognitif », p. 85.

se déplacer à travers bois, absorbés dans leur propre univers »³². Vendre ainsi de l'immatériel coûte bien moins cher, et rapporte bien plus, que de vendre des biens matériels. C'est aussi plus respectueux de l'écologie : on a de grands bois là où le capitalisme traditionnel aurait exigé qu'on les rase pour construire des bâtiments. L'exemple du parc d'attractions ne doit pas conduire à voir ce capitalisme cognitif comme plus négatif que le capitalisme industriel, parce qu'enfermant les gens dans l'illusion ; il fait tout simplement une grosse part de ses profits sur la vente de l'information et du divertissement.

Robinson voit bien l'impact médiatique du voyage sur Mars, qui en fait justement un mélange d'information et de divertissement : il écrit que « les médias faisaient partie de la vie des astronautes et, durant la période de sélection, ils avaient été sondés encore plus souvent. Mais, désormais, ils constituaient un matériau brut pour des programmes TV sur l'espace qui dépassaient tous les indices jamais enregistrés. Pour des millions et des millions de spectateurs, ils étaient le feuilleton suprême »^{26b}. Il ne tire cependant pas les conséquences de ce succès d'audience, et n'insiste en aucune façon sur sa contribution au financement du voyage. Ce facteur financier est en revanche clairement pris en compte par Gregory Benford, qui montre comment Axelrod compose son équipage en pensant aux bénéfices médiatiques, lui faisant déclarer : « Les amants partant pour Mars. Un surcroît d'audience assuré lors des passages TV. D'abord, un grand mariage. Des tas de pubs pour des produits dérivés, si on joue bien le coup »³³. Dans Mars, les media sont présents, mais à l'exception d'un show pédagogique, c'est essentiellement dans les émissions d'information qu'ils traitent de l'expédition sur la planète, et l'aspect politique de la chose est bien plus développé que son aspect financier – Jamie Waterman, à moitié d'origine indienne (*native American*), déclenche un scandale mondial au moment historique où le premier il pose le pied sur Mars, en ne prononçant pas le discours convenu mais en se contentant d'un mot dans la langue de ses ancêtres. Les héros peuvent partir en exploration sans que prendre une caméra soit la première de leur préoccupation, au point que, venant de faire une découverte peut-être importante, l'un d'entre eux interroge soudain : « Dites, l'un de nous a-t-il été assez intelligent pour prendre une caméra ? »³⁴.

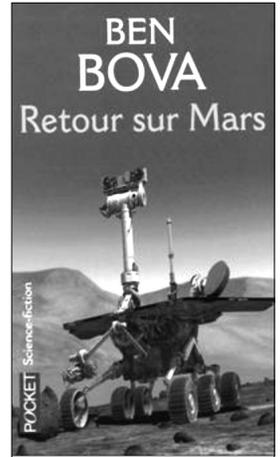
32. Vernor VINCE, *Rainbows End* (2006) ; Livre de Poche SF, 2011 (trad. Patrick Dusoulier), ch. 4, p.95.

33. Gregory BENFORD, *Les Enfants de Mars*, op. cit., ch. 4, p.58.

34. Ben BOVA, *Mars*, op. cit., p.191.

Dans *Retour sur Mars*, en revanche, il est impossible d'oublier les caméras : une fois arrivés sur la planète rouge, les explorateurs commencent certes par vérifier que le dôme installé lors la première expédition est toujours en état de fonctionnement ; mais tout de suite après, ils « sortirent et se mirent à installer les caméras vidéo et les accessoires de réalité virtuelle, afin d'enregistrer leur arrivée sur Mars et retransmettre leurs nouvelles à la Terre »^{35a}. Et c'est sans tarder qu'ensuite, l'un d'entre eux insère « au sommet de son casque les deux caméras miniaturisées. Ces caméras étaient asservies au mouvement de ses yeux, du moins si l'équipement électronique fonctionnait correctement.

Il portait des gants d'épaisseur moléculaire par dessus les gants de sa combinaison spatiale, et pourrait ainsi montrer à des millions de téléspectateurs sur Terre tout ce que lui-même voyait et touchait »^{35b}. L'un des chapitres nous montre d'ailleurs une famille terrienne suivant l'émission en réalité virtuelle, et une autre l'investisseur principal faisant les comptes de ce que lui rapportent ces émissions : 30 millions de dollars pour l'une d'entre elles ; mais l'expédition dans son ensemble coûte près de 25 milliards de dollars, soit mille fois plus. Il faut donc maintenir l'attention des spectateurs pendant mille jours, près de trois ans, pour ne serait-ce que récupérer le capital investi (et encore ne compte-t-on pas le coût de la première expédition, financée par les États, qui « avait coûté près de 250 milliards de dollars »^{35b}). Pourquoi une entreprise dépenserait-elle une telle somme, alors qu'il est tellement moins coûteux de réaliser en studio des enregistrements aussi vrais que nature, qui ne feront aucune différence pour les spectateurs, et des enregistrements qui pourront même ne pas être complètement mensongers, en ce qu'ils rendront bien compte de la réalité de la planète Mars, grâce aux robots qui y ont été envoyés, bien moins dispendieux et bien plus fiables que des êtres humains ? Certes, la presse parle d'un projet visant à envoyer d'ici à 2023 des humains sur Mars dans le cadre d'une émission de télé-réalité.³⁶ Il est douteux que ce projet soit sérieux, ou, s'il l'est, qu'il puisse parvenir à son terme.



35. Ben BOVA, *Retour sur Mars*, op. cit. (a) p. 28 ; (b) p. 45.

36. <http://mars-one.com/> (juin 2020).

Bien sûr, comme je l'indiquais en commençant, le plus probable n'est pas toujours ce qui se réalise, et l'improbable n'est pas impossible. Si Kim Stanley Robinson, dont les ouvrages font preuve d'une capacité d'analyse remarquable, a pu se tromper, je ne suis pas moi-même à l'abri de l'erreur. Sans doute n'ai-je notamment qu'une vision étroitement occidentale de la question. En Chine, il semblerait que coexiste le capitalisme industriel de l'ère ancienne et le capitalisme cognitif contemporain, avec encore un fort interventionnisme étatique, et cette combinaison pourrait permettre à ce pays de poursuivre avec succès la course à l'espace. Je ne connais cependant aucun roman de science-fiction – faute peut-être de connaître la science-fiction chinoise – qui raconte les premiers pas des Chinois sur Mars.

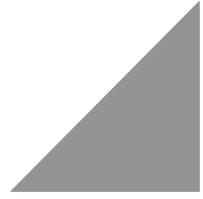
La vision du ^{XXI}^e siècle que nous présente Stephen Baxter dans *Transcendance* est cependant celle qui me semble la plus crédible (il est vrai que, le plus récemment écrit, 2005, cet ouvrage est celui qui dispose du plus grand nombre d'éléments pour interpoler l'avenir) : le capitalisme reste sur Terre, il se développe en réparant ses dégâts passés, « les vénérables pas de tir d'où partaient les fusées pour la Lune ont été abandonnés, à cause du réchauffement, de la montée des océans et des interminables tempêtes sur l'Atlantique »^{37a}. Comme dans *Rainbows End*, les voyages virtuels ont remplacé les voyages réels : « Le coût d'un billet d'avion, même un aller simple, pour la Sibérie était tout simplement ahurissant. En 2047, personne ne prenait plus l'avion, à moins d'être très riche, très puissant, ou d'y être absolument obligé »^{37b}. Le capitalisme cognitif, on l'a déjà signalé, présente cet avantage d'être bien moins polluant que le capitalisme industriel de la phase précédente. Il ne durera pas toujours : l'époque proche où se situe *Transcendance* est appelée l'époque du Siphon. Mais le roman se situe sur plusieurs époques : à un demi-million d'années dans l'avenir, l'humanité, qui a d'ailleurs beaucoup évolué, est non seulement allée sur Mars, mais s'est répandue dans la galaxie. Il lui a cependant d'abord fallu franchir le Siphon, qui est encore devant nous : nous n'irons pas sur Mars dans l'immédiat.

37. Stephen BAXTER, *Transcendance* (*Transcendent*, 2005) ; Pocket, coll. SF/Fantasy, 2010 (trad. Dominique Haas) ; première partie (a) ch. 1, p. 13 ; (b) ch. 5, p. 61.



ANNEXES





ANNEXE 1

Annuaire des participants

Anouk ARNAL

Ingénieur agronome & éditrice, Saint-Martin-du-Var

Ugo BELLAGAMBA

Écrivain & historien du droit et des idées politiques

Laboratoire ERMES, Université Côte d'Azur

Estelle BLANQUET

Didacticienne des sciences, INSPE de l'Académie de Bordeaux,
Laboratoire Cultures, Éducation, Sociétés (LACES), Université de
Bordeaux & CRHI, Université Côte d'Azur

Simon BRÉAN

Centre d'études de la langue et des littératures françaises (CELLF)

Équipe « Littératures françaises XX^e-XXI^e siècles », Université Paris-Sorbonne

Claude ECKEN

Écrivain, Béziers

Jean-Luc GAUTERO

Logicien et épistémologue, CRHI, Université Côte d'Azur

Franck GRAMMONT

Modélisation des neurosciences et des sciences cognitives,
Laboratoire J. A. Dieudonné, Université Côte d'Azur

Daniel HENNEQUIN

Physicien CNRS & vulgarisateur (*kezako.unisciel.fr*),

Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules (PhLaM),
équipe « Atomes froids », Université Lille I

Élodie HOMMEL

Sociologue, Institut des Technosciences de l'Information et de la
Communication, Université Paul Valéry, Montpellier

Irène LANGLET

Équipe « Littérature contemporaine »,
Laboratoire « Littératures, Savoirs et Arts » (LISAA),
Université de Paris-Est Marne-la-Vallée

Claude LOBRY

Mathématicien, ancien professeur à l'Université de Nice

Suzanne MALAVAL

Dentiste, Nice

Éric PICHOLLE

Physicien CNRS, Institut de Physique de Nice
Équipe « Photonique et Information Quantiques », Université Côte d'Azur
& MSHS - Sud-Est, Axe « Histoire des Idées, des Sciences et des Pratiques »

Jean PICHOLLE

Chef d'entreprise, Pau

Alice RAY

Angliciste et traductrice, docteur en traductologie, Université d'Orléans

Jean-Jacques RÉGNIER

Écrivain & ancien ingénieur MSH, Aix-Marseille Université (AMU)

Frédérique RÉMY

Glaciologue CNRS, Équipe « Cryosphère »,
Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS),
Université Paul Sabatier, Toulouse 2

Anne ROSFELTER

Doctorante en biologie cellulaire, Laboratoire Biologie du Développement
de l'Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer
(Sorbonne Université)

Pascal J. THOMAS

Mathématicien, Institut de Mathématiques, Université Paul Sabatier,
Toulouse 2

Daniel TRON

Angliciste, Université de Tours & Laboratoire Cultures, Éducation,
Sociétés (LACES), Université de Bordeaux

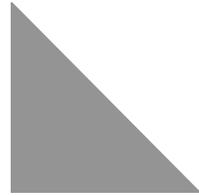
Jean-Louis TRUDEL

Historien des techniques, Faculté des Arts, Université d'Ottawa (Canada)
& Écrivain

Anthony VALLAT

Sociologue, École Supérieure de Santé de Lausanne, Suisse





ANNEXE 2

Index des noms

A

AARONSON, Scott 388
ABENSOUR, Miguel 334, 337, 338
ADAMOV, Philippe 264
ADHÉMAR, Joseph 133, 134, 140
AGACHE, Donat 303
AGASSIZ, Louis 109, 136
ALDISS, Brian 77
D'ALEMBERT, Jean 134, 199, 219
ALKON, Paul 238
ALLEN, Irwin 398
ALEXANDRE le Grand 281, 301, 302
ALONSO, Jose 384
ALVAREZ, Luis 160
ANDERSON, Michael 324
ANDERSON, Poul 76, 114, 365
ANDREVON, Jean-Pierre 154
ANGENOT, Marc 80
APPLETON, Victor 204, 242
D'AQUIN, Thomas 341
ARENDE, Hannah 64, 414, 421
ARISTOTE 13, 19, 20, 30, 108, 215,
325, 341
ARNAUD, Georges J. 114, 150
ARNESON, Dave 230
ASIMOV, Isaac 44, 102, 103, 179, 279,
287, 288, 295, 310, 328, 392, 405
ASPECT, Alain 369, 378, 379
ASTOR, John Jacob 115
ASTOR, Maggie 64
ATWOOD, Margaret 63

AUCLAIR, Jean-Marc 151
AUDET, René 179
SAINT AUGUSTIN 341, 346
AUFFÈVES, Alexia 381
AUTARD, Sandy 345, 346

B

BACHELARD, Gaston 27, 216-221,
374
BACIGALUPI, Paolo 132
BACON, Francis 195-197, 200, 202,
211, 325, 423
BACON, Sara 302
BADHAM, John 259, 353
BADIOU, Alain 20
BADOUREAU, Albert 115
BALLARD, James G. 110, 116, 118,
125, 139, 146, 148, 151, 155, 286,
294, 314
BALZAC, Honoré de 263
BANKS, Iain M. 33, 292, 325-327,
353, 397, 402
BARDET, Gaston 317
BARISH, Barry 167
BARNES, John 129, 132, 151
BATES, Stephen 231
BAXTER, Stephen 98, 384, 393, 420,
432
BEAR, Greg 361
BEECHER-STOWE, Harriet 180
BEGUET, Marie-Christine 117
BEHRENS, Peter 310

- BÉLIARD, Octave 144
 BELL, Art 118, 184
 BELLAMY, Edward 308, 309
 BENETT, Léon 284
 BENFORD, Gregory 120, 126, 161,
 231, 423-425, 430
 BENZÉCRI, Jean-Paul 227
 BERGERON, Patrick 324
 BERGSON, Henri 98, 376
 BERKELEY, George 199, 205
 BERNA, Paul 142
 BERNOULLI, Jean 199
 BERTHEMET, Virginie 121
 BETHE, Hans 161-164
 BEZOS, Jeff 397
 BITBOL, Michel 367, 372
 BLAIR, Scott 104
 BLISH, James 292, 393
 BLOCH, Félix 161
 BLOOM, Dan 113
 BODIN, Bruno 422, 429
 BODIN, Yohann 44, 111
 BOHR, Niels 367, 370, 375, 386
 BONESTELL, Chesley 411
 BONG, Joon-Ho 116
 BONNIER, Louis 310
 BONTEMS, Vincent 368, 372, 374
 BOOTH, Andrew 79
 BORDES, François (CARSAC) 121
 BORGES, Jorge Luis 21
 BOUCHARD, Guy 180
 BOUCHETTE, Errol 310
 BOUILLON, Pierrette 79
 BOULLE, Pierre 391, 407
 BOULLÉE, Étienne-Louis 305
 BOURBAKI, Nicolas 328
 BOVA, Ben 422-431
 BOWEN, John 148
 BOYE, Karin 68
 BOZZETTO, Roger 69
 BRADBURY, Ray 79, 293
Brain Damage (groupe) 413
 BRECHT, Bertold 347
 BRILLOUIN, Léon 30, 385
 DE BROGLIE, Louis 368, 370, 374-376,
 388
 BROOKS, Mel 397
 BROUANT, Hervé 143
 BROWN, Alphonse 148
 BROWN, Fredric 102
 BRUANT, Catherine 303
 BRUCKERT, Marc 289
 BRUNNER, John 94, 111, 120, 149,
 284, 316
 BUCK, Pearl 162-164
 BUENO, Maria José 304
 BUFFON, Georges-Louis 133, 135,
 141
 BURROUGHS, Edgar R. 415
 BUSH, George H. 119
 BUSH, George W. 51, 178
 BUSH, Vannevar 161
 BYRON, George Gordon 143
- C**
- CALLENDAR, Guy-Stewart 136, 150
 CALVINO, Italo 288
 CAMERON, James 357
 CAMPANELLA, Tomasso 325
 CAMPBELL, John W. 20, 160, 328, 392
 CAPDEBOSQ, Jean-Baptiste 265
 CAPEL, Marie 342
 CARNAP, Rudolf 31
 CARROLL, Lewis 21
 CARSAC, Francis 121, 292
 CASE, Nicky 92
 CAZA, Philippe 58, 149
 CELSIUS, Andres 135
 CERDA, Ildefonso 303, 318
 CHAMBEAU, Caroline 205
 CHAMBON, Jean 109, 140
 CHARTERS DE ALMEISA, Joao 315
 CHIANG, Ted 361, 362
 CHOAY, Françoise 314
 CLARKE, Arthur C. 28, 29, 394, 410
 CLÉMENÇON, Anne-Sophie 311
 CLIQUET, Elisa 397
 CLOW, Lee 66

- COCHET, Yves 113
 COHEN, Jean-Louis 311
 COHEN-TANNOUDJI, Claude 369
 COHEN-TANNOUDJI, Gilles 25, 374
 COLOMB, Christophe 402, 403, 407
 COMBALLOT, Richard 82
 COMBES, Jean 302
 COMPTON, Arthur 161-164
 CONANT, James 161
 CONDORCET, Nicolas 200, 202, 219
 CONWAY, Kellyanne 62
 COPERNIC, Nicolas 215, 216, 355
 CORBETT, Harvey 310
 COREY, James 398
 CORNOG, Robert 158, 160
 COSTA, Lucio 305
 COUDREAU, Thierry 381
 COUDROY DE LILLE, Laurent 303,
 312, 318
 DE LA CROIX, Horst 303
 CRUZ, Adrian 406
 CSERNUS, Tibor 127
- D**
- DARWIN, Charles 47, 189, 208
 D'AURIA, Virginia 378
 DAVIES, Gordon C. 83
 DAY, Thomas 362
 DEBREU, Gérard 328
 DE CAMP, L. Sprague 96
 DEKKER, Fred 239
 DEMUTH, Michel 81, 82, 87
 DEMUTH, Patrick 150
 DENNETT, Daniel 235
 DESCARTES, René 130, 197-200, 202,
 205
 DESJACQUES, Joseph 326
 DEVLIN, Dean 127
 DIAMANDIS, Peter 396
 DICK, Philip 50, 55, 86, 127, 358,
 359, 397, 417, 418, 421
 DI GIORGIO MARTINI, Francesco 174,
 303, 304
 DINOCRATE 281, 301-303, 309, 319
- DI PIETRO ARVERLINO, Antonio 282
 DISNEY, Walt 105, 318
 DIU, Bernard 378
 DORÉMIEUX, Alain 86
 DOS PASSOS, John 94
 DUBIED, Annik 382
 DUBOS, Jean-Baptiste 135
 DUFFIEUX, Pierre-Marie 376
 DUHEM, Pierre 202-206, 257
 DUMAS, Alexandre 265
 DUMONT, Stéphane 104, 146, 149
 DUNYACH, Jean-Claude 117, 297,
 355
 DUPUICH, J. A. 145
 DURKHEIM, Émile 92
 DUVEAU, Georges 349
- E**
- EATON, Ruth 311
 ECO, Umberto 21, 43, 59, 72, 76, 97
 EGAN, Greg 73, 76, 98, 101, 225,
 226, 233, 331, 357, 377, 384, 408
 EINSTEIN, Albert 28, 31, 161, 165,
 167, 204, 217, 218, 367, 370, 375,
 378, 386
 EMMERICH, Roland 112, 118, 128,
 176, 239
 ENGELS, Friedrich 414
 ENGLERT, François 167
 ÉRASME 335, 340
 ESNAUD-PELTERIE, Robert 394
- F**
- FEDRICI, Bruno 378
 FEFFER, John 156
 FERGUS, Mark 191, 398
 FERMI, Enrico 160, 164
 FERRAND, Jérôme 334
 FEYNMAN, Richard 24, 375
 LE FILARÈTE 303
 FLAMMARION, Camille 138, 142
 FLAUBERT, Gustave 147
 FLEISCHER, Richard 184
 DE FONTENELLE, Bernard 198, 199

FORD, Henry 312
 FORWARD, Robert 77
 FOURIER, Charles 147, 309, 326
 FOURIER, Joseph 135, 136, 140, 150
 FRAKES, Jonathan 185, 402
 FRANK, Anne 64
 FRANKLIN, H. Bruce 115, 158
 FRED 21, 22
 DE FRÉMINVILLE, Marine 305
 FRESSOZ, Jean-Baptiste 135
 FREUD, Sigmund 103, 355
 FREY, Jean-Pierre 317
 FROUD, Brian 45
 FUKUYAMA, Francis 188
 FURETIÈRE, Antoine 198

G

GALILÉE 25, 55, 130, 206, 257, 325, 347
 GALLE, Johann 48
 GALOUBE, Daniel 226, 297
 GARNIER, Tony 283, 309, 311, 313
 GAUTIER, Théophile 147
 GEDDES, Patrick 312, 317
 GÉDÉON de Catalogne 282
 GEFEN, Alexandre 179
 GENETTE, Gérard 179
 GÉRIN-LAJOIE, Antoine 316
 GERNELLE, François 230
 GERNSBACK, Hugo 323, 324
 GERVAIS, Marie 77
 GIBSON, William 225, 229, 236, 238, 242, 243
 GIGAX, Gary 230
 GILLES, Pierre 344, 347
 GINDRE, Philippe 80
 GIROUD, Robert 311
 GLUKHOVSKY, Dmitry 295
 GODWIN, Mike 62
 GODWIN, Tom 392
 GORE, Al 112, 167
 GOTLIB 7, 16, 173 p[^]crédits
 GOUANVIC, Jean-Marc 81, 82
 GOUJON, Lazare 311

GOURMELIN, Jean 61
 GOYARD-FABRE, Simone 333, 334, 340, 341, 344
 GRANGIER, Philippe 369, 377, 381
 GREBER, Jacques 283
 GREENE, Walter 115
 GRENIER, Armand 116
 GRIERSON, David 319
 GROVES, Leslie 164
 GUGGENHEIM, Davis 112
 GUIDÈRE, Mathieu 79, 82

H

HAHN, Otto 158
 HAMILTON, Edmond 103
 HARBISON, Robert 303, 305
 HART, Vi 92
 HAYDEN, Steve 66
 HAYNES, Toby 242
 HEIDEGGER, Martin 368, 386, 387
 HEINLEIN, Robert 20, 28, 29, 64, 81, 84, 102, 103, 123, 129, 158-160, 176, 190, 235, 242, 263, 292, 297, 391, 394, 396, 405, 410, 411, 416-418, 420, 424, 426
 HEISENBERG, Werner 165, 368, 370, 372, 377, 380
 HÉNARD, Eugène 310
 HENDRICK, Fernand 141
 HENNEQUIN, Daniel 15, 261, 377
 HENRI VII 340
 HENRI VIII 333, 343, 344
 HENSON, Jim 45
 HERBERT, Frank 33, 58, 70, 71, 81, 84, 104, 179, 365
 HERBERT, Jean-Loup 305
 HERGÉ 63, 394, 411
 HÉRODOTE 19, 30, 116, 333, 335, 336, 393
 HIGGINS, William 158
 HIGGS, Peter 167
 HIPPODAMUS de Milet 302
 HOFSTADTER, Douglas 102, 104, 235
 HOLBEIN, Ambrosius 339

- HOMÈRE 69, 335
 HOOD, Gavin 241
 HORGAN, John 162
 DE L'HOSPITAL, Michel 199
 HOUELLEBECQ, Michel 189
 HOWARD, Ebenezer 283, 308, 309,
 311-314, 319
 HOWARD, Ron 37
 HUGO, Victor 144, 306
 HUME, Davis 135
 HUXLEY, Aldous 62, 324, 326
 HUZAR, Eugène 114
 HWANG, Su-Young 377
- I**
- IGARTUA, José 305
 IMBERT, Patrick 87
- J**
- JAMES, William 100, 102
 JAMESON, Fredric 33
 JEFFERIES, Richard 142
 JEFFERSON, Thomas 135
 JOBS, Steve 66, 230, 419
 JOHNSON, Adam 124
 JOLIOT-CURIE, Frédéric 165
 JONES, Karen 308
 JOY, Lisa 104
 JOYCE, James 102
- K**
- KAISER, Florian 381
 KAJGANICH, David 105
 KALOGRIDIS, Laeta 363
 KANT, Emmanuel 205
 KARENTHY, Ferenc 294
 KARGON, Robert 304, 308, 311-313,
 318
 KAUFMAN, Charlie 291
 KENNEDY, John F. 394, 411
 KEPLER, Johannes 98, 131
 KEYNES, John 422
 KINGSBURY, Donald 98
 KLEIN, Gérard 59, 296, 349, 378
- KNIGHT, Damon 329
 KONOPINSKI, Emil 161-163
 KORNBLUTH, Cyril 263
 KORZYBSKI, Alfred 21
 KRAMER, Stanley 122
 KRUGMAN, Paul 96, 265
 KUBRICK, Stanley 63, 118
 KUHN, Thomas 39, 208-218, 221,
 222
 KURZWEIL, Ray 38, 351
- L**
- LABONTÉ, Laurent 378
 LAFFORGUE, Laurent 332
 LAJOYE, Patrice 186
 LAKATOS, Imre 94, 209, 214-218
 LAMB, Charles 310
 LAMBRY, Léon 140
 LANG, Fritz 287, 411
 LANGEVIN, Paul 30
 LAPLACE, Pierre-Simon 93
 LARIVIÈRE, Jules-Ernest 310
 LARSON, Glen 362
 LAWRENCE, Ernest 161
 LEBLAN, Hervé 415
 LECLERC, Félix 299
 LECOMTE, Roxane 146
 LE CORBUSIER, William 283, 296,
 311, 313, 314, 317
 LEDOUX, Claude-Nicolas 282, 304,
 305, 318
 LEDUC, Michèle 373
 LEFF, Harvey 385
 LE GUIN, Ursula 33, 80
 LE HON, Henri 140
 LEIBER, Fritz 49
 LEM, Stanislaw 102
 LEROUX, Morice 311
 LEVENS, Philip 406
 LE VASSEUR, Nazaire 316
 LE VERRIER, Urbain 48
 LÉVY-LEBLOND, Jean-Marc 371
 LIEVENS, Henri 96
 LIGNY, Jean-Marc 44, 69, 114, 128

- LINOSSIER, Rachel 314
 LLOYD WRIGHT, Frank 311, 312
 LOCKE, John 205
 LOCKE, William 79
 LOOS, Adolf 286
 LORENZ, Edward 170
 LUCAS, George 324
 LUCIEN de Samosate 348
 LUTZ, Eric 384
- M**
- MACDONALD, Ian 398
 MACH, Ernst 372
 MACHIAVEL, Nicolas 336, 337, 340
 MACLEOD, Ken 402
 MADONNA-DESBAZEILLE, Michèle 338
 MALLORY, Gregory 394
 MANCHETTE, Jean-Patrick 73
 MANCHU 95, 99, 101, 111, 152, 153,
 233, 264, 353, 384
 MANN, Théodore 134-137, 150
 MARCHADOUR, Germain 340
 MARCO POLO 288
 MARVIN, Cloyd 162
 MARX, Karl 54, 375, 414, 419, 424
 MASMOUDI, Laid 290
 MASTERMANN, Margaret 210
 MATURANA, Humberto 97
 MAUMI, Catherine 312
 MAURY, Alfred 109
 MAURY, Matthew 137
 MAXWELL, James Clerk 31, 385
 MAYNE REID, Thomas 415
 McALLISTER, Laurent 296, 310
 McCAFFREY, Anne 241
 McDONALD, Ian 225, 398, 408
 MEITNER, Lise 158
 DE MELLO, Neli 305
 MERCIER, Louis-Sébastien 322, 324
 METTAIS, Hipolyte 142
 METZINGER, Thomas 357
 MIÉVILLE, China 288, 289, 294
 MILIOUTINE, Nikolai 312
 MILLER, Bruce 63
 MILLER, Chris 185
 MILLER, George 184
 MILMAN, Perola 381
 MILTON, John 140
 MINH, Yann 226
 MIQUEL, Paul-Antoine 97, 368, 374,
 376, 377, 389
 MŒBIUS 121
 MOIROUX, Françoise 309
 MOLELLA, Arthur 304, 308, 311-313,
 318
 MOORE, Catherine 415
 MOORE, Gordon 352
 MOORE, Ronald 362
 MORE, Thomas 10, 321-326,
 333-349
 MORELLE, Étienne-Gabriel 324
 MORGAN, Richard 363
 MORICE, Alain 309
 MORIN, Edgar 92, 106
 MORISSET, Lucie 305
 MORIZOT, Baptiste 374
 MOSTOW, Jonathan 359
 MOUHOT, Jean-François 136
 MOULIER BOUTANG, Yann 429
 MUMFORD, Lewis 312
 MUNOZ, Benoît 154
 MURCH, Kater 384
 MUSK, Elon 395-397
- N**
- NAGHILOO, Mahdi 384
 NATHANSON, Isaac 158
 VON NEUMANN, John 351, 370
 NEWTON, Isaac 39, 55, 199, 204, 205,
 222, 305
 NGAH, Lufti 378
 NICOLLET, Jean-Michel 53
 NIVEN, Larry 98
 NOLAN, Christopher 184
 NOLAN, Jonathan 105
 NOONAN, Chris 184
 NOVARINA, Gilles 314

O

OBAMA, Barack 178
 O'CONNELL, Sean 83
 OGBURN, William 313
 OKORAFOR, Nnedi 187
 OPPENHEIMER, Robert 157, 161-163
 ORWELL, George 60-68, 425
 OSTBY, Hawk 191, 398
 OSTROWSKY, Daniel 381
 OZ, Frank 45

P

PAIS, Abraham 367, 386
 PAL, George 186, 411
 PAQUET, Olivier 284, 310
 PAQUOT, Thierry 303, 305, 308-312
 PASTEUR, Louis 124
 PAYNE, Alexander 291
 PEETERS, Benoît 296
 PELLETIER, Francine 132
 PELOT, Pierre 294, 363
 PERRET, Auguste 313
 PFISTER, Wally 359
 PHARABOD, Jean-Pierre 378
 PICHEL, Irving 63, 186, 411
 PIRANÈSE 305
 DE PISAN, Christine 335
 PLATON 41, 240, 257, 286, 302, 335,
 336, 408
 POE, Edgar 141, 323
 POHL, Frederik 103, 188, 412, 421
 POINAT, Sébastien 367, 372
 POINCARÉ, Henri 332
 POIZAT, Jean-Philippe 377
 POLANYI, Karl 428
 POLICE, Aurélien 409
 POLIDORI, John 143
 POPPER, Karl 21, 34, 204-209, 214,
 220, 222
 POUYDEBAT, Eugène 146
 POURNELLE, Jerry 64, 98
 POWERS, Thomas 165
 PRIEST, Christopher 226, 286, 296

PROYAS, Alex 102, 297
 PTOLÉMÉE 13, 131, 215, 216
 PLUTARQUE 348

Q-R

RABELAIS, François 324, 325
 RADFORD, Michael 66
 RÉMY, Yves & Ada 136
 RENAULT, Louis 419
 RESTIF DE LA BRETONNE, Nicolas 110,
 141
 REX, Andrew 385
 RHODES, Richard 160, 161
 RICCI, Francesco 304
 RICCEUR, Paul 26, 67, 382, 384, 387
 RIMPL, Herbert 304
 ROBINSON, Kim S. 33, 96, 126, 178,
 179, 191, 391, 398, 401, 423, 424,
 426-432
 ROCH, Jean-François 377
 ROGER, Gérard 369
 ROGER, Noëlle 109
 ROLAND, Marcel 139
 ROMITO, Alessandro 384
 DE RONDE, Christian 368, 372, 374
 ROOSEVELT, Franklin D. 161, 165,
 312, 318
 ROSENBLATT, Lee 176
 ROUDAIRE, François-Élie 115
 ROTSCCHILD, James 279
 ROTSCCHILD, Nathan 279
 ROY, Gabrielle 289
 COLONEL ROYET 145
 RUCKER, Rudy 289, 331
 RUFF, Lennart 188
 RUFFIN, Jean-Christophe 294
 RUMSFELD, Donald 51
 RUSSELL, Eric Frank 327
 RUSSO, Anthony & Joe 180

S

SADOUX, Stéphane 309
 SAINT-GELAIS, Richard 59, 67, 180,
 237

- DE SAINT-PIERRE, Bernardin 110,
133, 134, 138
- SAINT-SIMON 329
- SANT'ELIA, Antonio 284, 310
- SAZAMA, Matt 398
- SCALZI, John 241
- SCHECKLEY, Robert 329
- SCHEIBLING, Jacques 92
- SCHRIMPF, Georg 43
- SCHROEDER, Karl 176, 361
- SCHRÖDINGER, Erwin 54, 370, 371
- SCHUITEN, François 296, 307
- SCOTT, Ridley 66, 294, 396
- SCURTI, Franck 140
- SEARLE, John R. 235
- SEIGNEURET, Natacha 314
- SERBER, Robert 161-163
- SERVISS, Garrett 142
- MARQUISE DE SÉVIGNÉ 143
- SHANKLAND, Tom 288
- SHARPLESS, Butt 398
- SHELDON, Rebekah 228
- SHELLEY, Mary 143
- SILVERBERG, Robert 95, 142, 153,
294, 314
- SIMÉON, Joseph 135
- SIMMONS, Dan 104
- SIMONDON, Gilbert 238, 368, 369,
374-377, 380, 386-389
- SIUDMAK, Wojtek 81, 139, 149, 241
- SLOAN, Russell 70
- SMERLAK, Matteo 375
- SOLERI, Paolo 293, 318, 319
- SOLON 346
- SORIA Y MATA, Arturo 312
- SORNETTE, Didier 264
- SPARTH 418
- SPEER, Albert 165
- SPIELBERG, Steven 238, 295
- SPINOZA, Baruch 205, 359
- SPINRAD, Norman 64, 154
- SPITZ, Jacques 145
- STANTON, Andrew 240
- STAPLEDON, Olaf 53
- STEPHENSON, Neal 225, 236, 241
- STERLING, Bruce 152, 225, 228, 231,
237
- STIEGLER, Bernard 386
- STRIEBER, Whitley 118, 184
- STROSS, Charles 96, 353, 354, 357,
360, 363
- SUPPES, Patrick 20, 31
- SUVIN, Darko 55
- SWINTEK, Stephen 124
- SZILARD, Leo 161, 165
- T**
- TALEB, Nassim 105
- TANZILLI, Sébastien 373, 378, 381
- TARDE, Gabriel 144
- TARDITO, Marko 178
- TARSKI, Alfred 31
- TAPINASSI, Cassandra 304
- TAYLOR, Adam 416
- TAYLOR, Alan 358
- TELLER, Edward 119, 160-165
- THÉODULE, Jean-Paul 81
- THOMAS, Brent 66
- THOREAU, Henry 395
- THORNE, Kip 167
- TIERNEY, Jim 71
- TOLMAN, Richard 161
- TOLSTOÏ, Alexei 76, 77
- TOURNIER, Jean 80
- TOWNES, Charles 370
- TRAIN, Arthur 115
- TROTTA-BRAMBILLA, Gabriella 314
- TRUMAN, Harry 283, 290, 410
- TRUMP, Donald 62, 64, 119
- TRUONG, André 230
- TSIOLKOVSKI, Constantin 394, 395
- TYLDUM, Morten 406
- TYSSOT DE PATO, Simon 324
- U**
- UNWIN, Raymond 309
- UREY, Harold 161

V

VALÉRY, Francis 103, 231
 VANCE, Jack 58
 VANESIAN, Kathleen 319
 VAN VALCKENBORGH, Lucas 343
 VAN VLECK, John 161
 VAN VOGT, Alfred E. 103, 293, 296
 VARELA, Francisco 97
 VARENNE, Franck 25
 VARLEY, John 293
 VASAK, Anouchka 143
 VERNE, Jules 14, 20, 30, 110, 114,
 115, 150, 239, 283, 284, 306, 307,
 309, 315, 323
 VIAL, Éric 29
 VIDELIER, Philippe 311
 DE VIGNY, Alfred 138
 VINCE, Vernon 38, 99, 100, 352, 360,
 364, 430
 VIOLET-LE-DUC, Eugène 302
 VITRUVÉ 281, 301
 VOLNEY, Constantin-François 144
 VOLTAIRE 121
 VONARBURG, Élisabeth 128
 VON BERTALLANFY, Ludwig 108
 VON BRAUN, Wernher 393, 394
 VONNEGUT, Kurt 103
 VON NEUMANN, John 351, 370
 VOILLON, Jean 421

W

WACHOWSKI, L. & A. 237, 356
 WAGNER, Roland C. 95, 356, 413
 WALDROP, Philippe 114
 WALRAET, Matthieu 263
 WARREN, Beatrice 84
 WASHBURN, Patrick 161
 WATTS, Peter 124, 361, 405
 WEBB, Donald 100
 WEBER, Max 428
 WEINBAUM, David 380
 WEINBAUM, Stanley 416
 WEINERSMITH, Zach 388

WEINGROFF, Howard 314
 WEISMAN, Alan 122, 123, 125
 WEISS, Reiner 167
 WELLS, Herbert G. 20, 46, 47, 65,
 113, 127, 141, 158, 323
 WEYL, Hermann 24, 26
 WHEWELL, William 204, 207
 WHITE, Tim 39, 174, 232, 233
 WIENER, Norbert 39, 174, 232
 WILLIAMSON, Jack 240
 WINKELMANN, Mike 399
 WIRKOLA, Tommy 184
 WOOD, Robert 115
 WOODS, Lebbeus 59
 WOZNIAK, Steve 230, 242
 VAN DER WUSTEN, Herman 314, 317

X

XKCD 166, 362

Y-Z

ZAMIATINE, Evgueni 68
 ZARIEL 187
 ZARKA, Yves-Charles 336
 ZHURAVLYOV, Vasily 395
 ZOLA, Émile 57, 58, 69, 263, 309
 ZUBRIN, Robert 399



ANNEXE 3

Index des œuvres citées

A

- A Beautiful Mind* (film) 37
Accelerando (STROSS) 353, 354
«A Comparison of the meaning and uses of models in mathematics» (SUPPES) 20, 31
L'Âge de cristal (film) 324
L'Âge de diamant (STEPHENSON) 241
L'Agonie dans les ténèbres (HENDRICK) 141
«Alexandria and the Construction of Urban Experience» (BACON) 302
Altered Carbon (série) 363
L'Analyse des données (BENZÉCRI) 227
L'Analyse des sensations (MACH) 372
«The Ancient History of the Internet» (BATES) 231
«L'Année sans été» (VASAK) 143
«L'An sept mil huit cent soixante de l'ère chrétienne» (LE HON) 140
L'An 2440 (MERCIER) 322, 324
Apostille au Nom de la Rose (ECO) 72
*Aqua*TM (LIGNY) 44, 69, 114, 128
L'Arbre de la science (HUZAR) 114
Arcology (SOLERI) 318
«Arcology and arcosanti» (GRIERSON) 319
L'Argent (ZOLA) 263
«The Artificial Production of CO₂» (CALLENDAR) 136

- Aroida, la ville construite en 135 jours* (MORISSET) 305
Ascension (série) 406
Les Atomes existent-ils vraiment ? (DIU) 378
Au-delà de la Terre (TSIOLKOVSKI) 394
Au-delà du crépuscule (HEINLEIN) 263
«Autarcie et filiation dans *Island* de Huxley» (BERGERON) 324
«Autonomie et ontologie» (BITBOL) 367
«Autopoiesis: The organization of the living» (VARELA) 97
Aux hommes les étoiles (BLISH) 392
«Avec la physique quantique, des technologies nouvelles» (TANZILLI) 373
The Avengers: Infinity War (film) 180
Les Aventures du Capitaine Hattéras (VERNE) 110
«Axiomatique» (EGAN) 101

B

- Babe* (film) 184
Barrière mentale (ANDERSON) 365
féhémoth (WATTS) 124, 405
Being No One (METZINGER) 357
«Bethe, Teller, Trinity and the End of the World» (HORGAN) 162
Binti (OKORAFOR) 167

- Black Mirror* (série) 242
Blade Runner (film) 294
Bleue comme une orange
 (SPINRAD) 154
 « The Bomb – the End of the World »
 (BUCK) 162
Bouvard et Pécuchet (FLAUBERT) 147
 « Les Bras croisés »
 (WILLIAMSON) 240
 « Brasilia, quarante ans après »
 (DE MELLO) 305
The Built, the unbuild and the
unbuildable (HARBISON) 303
Busting the trust (WEIGROFF) 314
- C**
- « Canne brandie, Papy traverse
 l'autoroute » (THOMAS) 231
Le Capital (MARX) 419, 423
Le Capitalisme cognitif
 (BOUTANG) 429, 430
Cap sur Mars (ZUBRIN) 399
 « Le Carnaval à Québec »
 (LE VASSEUR) 316
La Case de l'oncle Tom
 (BEECHER-STOWE) 180
Les Cavernes d'acier (ASIMOV) 287,
 292, 295
Cent ans après ou l'an 2000
 (BELLAMY) 308
 « C'est bon d'être de retour »
 (HEINLEIN) 297, 410
La Chaleur (MAXWELL) 385
Chronique des années noires
 (ROBINSON) 96
Chroniques du pays des mères
 (VONARBURG) 128
Chroniques martiennes
 (BRADBURY) 68, 70, 293
Ciel brûlant de minuit
 (SILVERBERG) 153
Les Cinq cent millions de la Begum
 (VERNE) 283, 284, 307, 309
- Cinquante degrés en-dessous de zéro*
 (ROBINSON) 126, 178
La Cité de Dieu (AUGUSTIN) 341
La Cité des permutants (EGAN) 225,
 233
Les Cités-jardins de demain
 (HOWARD) 283
La Citta nuovà (SANT'ELIA) 310
 « La Clef laxienne »
 (SCHECKLEY) 329
 « Climat : l'homme entre en scène »
 (FREZZOZ) 135
Code de la nature (MORELLY) 324
La Comédie humaine (BALZAC) 54
 « The Coming Technological
 Singularity » (VINGE) 352
 « Comme les poètes ont eu besoin de
 la grammaire » (THOMAS) 32
 « Comment est-ce là-haut ? »
 (HAMILTON) 103
La Compagnie des glaces
 (ARNAUD) 114, 116, 150
Le Concept de modèle (BADIOU) 20
La Conception de la propriété dans
l'Utopie de More (AUTARD) 345
Condition de l'homme moderne
 (ARENDT) 414, 419
 « Connaissance commune et
 connaissance scientifique »
 (BACHELARD) 216
La Connaissance objective
 (POPPER) 205, 208
 « Contexts, systems & modalities »
 (GRANGIER) 381
 « Contribution to the theory of
 models » (TARSKI) 31
 « Conversation d'Eiros avec
 Charmion » (POE) 141
Créateur d'étoiles (STAPLEDON) 53
Crépuscule d'acier (STROSS) 354
Culture (cycle) (BANKS) 33, 292,
 325-327, 329, 353, 356, 402
Cybèle (CHAMBON) 109, 140

- La Cybernétique* (WIENER) 39, 174, 232
Le Cygne noir (TALEB) 105
- D**
- « Dans le palais des rois martiens »
 (VARLEY) 293
Dark City (film) 297
Dark Crystal (film) 45
 « La Découverte de Paris »
 (BÉLIARD) 144
 « Déjantages, ellipses et incohérences formatives » (BLANQUET) 29
 « De l'homme à la matière »
 (BARDIN) 375
 « De l'impossibilité de construire la carte 1:1 de l'Empire » (ECO) 21
Delirium circus (PELOT) 294
 « Déluge universel » (VOLTAIRE) 121
De peur que les ténèbres
 (DE CAMP) 96
 « Dernier convoi » (ECKEN) 117
La Dernière aube (BERNA) 142
Le Dernier rivage (film) 122
Les Derniers hommes
 (POUEYDEBAT) 146
 « Les Derniers lecteurs »
 (TRUDEL) 286, 300
Désordres climatiques
 (anthologie) 155
Des parasites comme nous
 (JOHNSON) 124
Destination Moon (film) 63, 186, 411
La Destruction libératrice
 (WELLS) 158
La Détresse et l'enchantement
 (ROY) 289
Les Deux problèmes fondamentaux de la théorie de la connaissance
 (POPPER) 205
Les Deux sources de la morale et de la religion (BERGSON) 98
De vagues et de brume
 (ANDREYON) 154
- Diaspora* (EGAN) 408
Dictionnaire des utopies
 (RIOT-SARCEY) 334, 337, 338, 349
Dictionnaire universel
 (FURETIÈRE) 198
Le Dieu venu du Centaure
 (DICK) 127, 418
Dimension Avenirs radieux
 (anthologie) 186
Discours de la méthode
 (DESCARTES) 196, 197
 « Discussion des sept sages perses » 335
 « Discussion of probability relations »
 (SCHRÖDINGER) 370
La Division Cassini (MACLEOD) 402
Docteur Folamour (film) 119
 « Les Dominos » (KORNBLUTH) 263
 « Donat Alfred Agache »
 (BRUANT) 303
Downsizing (film) 291
Le Dragon sous la mer
 (HERBERT) 104, 413
 « Du climat au changement climatique » (MOUHOT) 136
Du mode d'existence des objets techniques (SIMONDON) 236
Du modèle à la simulation informatique
 (VARENNE) 25
Dune (HERBERT) 33, 58, 70, 71, 75, 81, 82, 89, 104, 179
Du progrès et de la promotion des savoirs (BACON) 425
- E**
- « Ebenezer Howard »
 (PAQUOT) 283, 308
 « L'Économie en 1931 »
 (KEYNES) 420
Écrits de prison (MORE) 333, 343
 « Edmond Hamilton » (VALÉRY) 103
 « Einstein and the quantum theory »
 (PAIS) 367, 386
Éléments (EUCLIDE) 328

- Éléments de géométrie de l'infini*
(FONTENELLE) 199
- Éléments de mathématique*
(BOURBAKI) 328, 330
- Éloge de la folie* (ÉRASME) 335
- L'Empire du pseudo*
(SAINT-GELAIS) 59, 180, 237
- « En apprenant à être moi »
(EGAN) 101
- Encyclopedia Galactica* (ASIMOV) 179
- Encyclopédie* (D'ALEMBERT) 199
- « Les Encyclopédistes »
(ASIMOV) 179
- « Les Enfants de demain »
(ANDERSON) 114
- Les Enfants de Mars* (BENFORD) 423,
426, 429, 430
- Les Enfants de Mathusalem*
(HEINLEIN) 190
- L'Enquête* (HÉRODOTE) 335
- « Entanglement enabled
delayed choice experiment »
(TANZILLI) 381
- Épépé* (KARENTHY) 294
- « Les Époques de la Nature »
(BUFFON) 135
- Erres boréales* (GRENIER) 116
- Les Espaces économiques de la ville*
(LISSIER) 314
- « Esprits, cerveaux et programmes »
(SEARLE) 235
- Essai philosophique sur les probabilités*
(LAPLACE) 93
- L'Essayeur* (GALILÉE) 25
- L'Éthique protestante et l'esprit du
capitalisme* (WEBER) 428
- Étoiles, garde-à-vous !* (HEINLEIN) 81,
87, 89
- Étoiles mortes* (DUNYACH) 297
- Être et temps* (HEIDEGGER) 368, 387
- Études de la Nature*
(DE SAINT-PIERRE) 110, 133, 138
- Études sur les glaciers* (AGASSIZ) 109
- Les Évadés de l'an 4000* (SPITZ) 145
- L'Éveil du Léviathan* (COREY) 398
- « L'Évolution de la science humaine »
(CHIANG) 361, 362
- Evolution in Frank Herbert's Dune*
(SLOAN) 70
- The Expanse* (COREY) 398
- The Expanse* (série) 191, 398
- « Experimental evidence for a
photon anticorrelation effect »
(ASPECT) 369
- ## F
- « Les Faiseurs de pluie »
(BROWN) 147, 148
- « La Falsification et la méthodologie
des programmes de recherche
scientifiques » (LAKATOS) 94,
214
- Farmer in the Sky* (HEINLEIN) 129,
176
- La Faune de l'espace* (VAN VOGT) 103
- La Fièvre d'Urbicande* (PEETERS) 296
- La Fille automate* (BACIGALUPI) 132
- La Fin de l'histoire* (FUKUYAMA) 188
- La Fin de l'homme* (FUKUYAMA) 188
- « La Fin du laissez-faire »
(KEYNES) 420
- « La Fin du monde »
(FLAMMARION) 138, 142
- First Contact* (film) 185, 402
- Flux* (BAXTER) 98, 384, 393
- La Foire aux atrocités* (BALLARD) 118
- La Folle histoire de l'espace* (film) 397
- Fondation* (ASIMOV) 179
- Fondation* (cycle) (ASIMOV) 44, 179,
279, 288, 392, 397
- Fondation et Empire* (ASIMOV) 44
- La Forêt de cristal* (BALLARD) 118
- La Formation de l'esprit scientifique*
(BACHELARD) 217-220
- La Formation des néologismes en SF*
(GINDRE) 80
- Fragment d'histoire future*
(TARDE) 144

- Francesco di Giorgio* (RICCI) 304
Frankenstein (SHELLEY) 143
 «Frank Lloyd Wright»
 (MAUMI) 312
 «Froides équations» (GODWIN) 392
 «From Einstein's doubts to quantum
 information» (ASPECT) 378
 «From physical to biological
 individuation» (MIQUEL) 377
 «Le Futur déluge, roman d'un
 survivant» (ROLAND) 139
Futur intérieur (PRIEST) 226, 296
Les Futurs Mystères de Paris
 (WAGNER) 356
- G**
- Galactica* (série) 362
 «Gardes-frontières» (EGAN) 384
Gargantua (RABELAIS) 324
 «Gaston Bardet» (FREY) 317
Géographie physique de la mer
 (MAURY) 137
Geostorm (film) 127
Glissement de temps sur Mars
 (DICK) 417, 421
Globalia (RUFFIN) 294
Gödel, Escher & Bach
 (HOFSTADTER) 102
Le Grand dérèglement du climat
 (BALLARD) 118, 184
 «La Grande explosion»
 (RUSSELL) 327
La Grande pluie (BOWEN) 148
La Grande transformation
 (POLANYI) 428
 «Grandeur et misères de la science-
 fiction» (HEINLEIN) 29
 «Gratte-ciel : l'avenir pour horizon»
 (VIDELIER) 311
 «Les Gratte-ciel, c'est Manhattan à
 Villeurbane» (CLÉMENÇON) 311
Gravé sur chrome (GIBSON) 238, 242
La Grosse galette (DOS PASSOS) 94
Gros temps (STERLING) 152
- La Guerre du feu* (ROSNY) 121
La Guerre du froid (SILVERBERG) 142
- H**
- Happy Feet* (film) 185
 «Heidegger et la physique»
 (MIQUEL) 368
Heliconia (ALDISS) 77
*Heurs et malheurs de la mécanique
 quantique* (KLEIN) 378
 «L'Histoire de ta vie»
 (CHIANG) 361
Histoire universelle de l'infamie
 (BORGES) 21
History of the Inductive Sciences
 (WHEWELL) 204
L'Homme est un animal politique
 (ABENSOUR) 334, 337
Homme-plus (POHL) 188, 421
 «L'Homme qui vendit la Lune»
 (HEINLEIN) 391, 395, 416, 418
Homo disparitus (WEISMAN) 122, 123
How the laser happened
 (TOWNES) 370
L'Humanisphère (DESJACQUES) 326
L'Hyperboloïde de l'ingénieur Garine
 (TOLSTOI) 76
- I**
- Ideal Cities* (EATON) 311
 «Les Idées ont la vie dure»
 (ASIMOV) 104
I.G.H. (BALLARD) 286, 314
 «Ignition of the Atmosphere
 with Nuclear Bombs»
 (KONOPINSKY) 162
 «Il arrive que ça saute»
 (HEINLEIN) 158-161
 «Ildefonso Cerda» (COUDROY) 303,
 318
L'Île à hélice (VERNE) 315
L'Île du docteur Moreau (WELLS) 65
L'Île mystérieuse (VERNE) 239

- « Il n'y a plus d'ailleurs »
(ZARKA) 336
- Independence Day* (film) 239
- L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*
(SIMONDON) 368, 376, 387
- « Individuation et transduction dans le vide » (SMERLAK) 375
- « Information gain and loss for a Maxwell demon »
(NAGHILOO) 384
- Interstellar* (film) 184, 187, 190, 191
- Introduction à la pensée complexe*
(MORIN) 106
- Introduction à la traductologie*
(GUIDÈRE) 79, 82
- Introduction descriptive à la lexicogénétiq ue* (TOURNIER) 80
- L'Invasion de la mer* (VERNE) 115
- Invented Edens* (KARGON) 304, 308, 311-313, 318
- L'Iris bleu* (LARIVIÈRE) 310
- I, Robot* (film) 102
- « Ironie et utopie »
(BELLAGAMBA) 334
- « Islands of space » (CAMPBELL) 392
- J**
- Le Jardin de Kanashima*
(BOULLE) 391, 407
- Jean Rivard, économiste* (GÉRIN-LAJOIE) 316
- Jean Rivard, le défricheur* (GÉRIN-LAJOIE) 316
- « Jockey de l'espace »
(HEINLEIN) 410
- « John Barnes : la mère des tempêtes »
(THOMAS) 151
- « Jouer avec la mécanique quantique » (HENNEQUIN) 377
- Le Jour d'après* (film) 118, 128, 176, 186
- Journal* (Anne FRANK) 64
- Juristes en utopie* (FERRAND) 334

K

- La Kallocaïne* (BOYE) 68
- « Kapuzine et les loups »
(MCALLISTER) 296

L

- « Le Laser ou l'impensable ingénierie quantique » (PICHOLLE) 374, 388
- Lector in fabula* (ECO) 43, 59
- « Les Lasers et leur importance théorique » (DE BROGLIE) 374
- « Légendes de l'Âge d'or »
(BENFORD) 161
- Lettre à Schuller* (SPINOZA) 359
- Lettres de mon tombeau* (DE LA BRETONNE) 110, 141
- Life after people* (série) 122
- « Littérature et para-littérature »
(BOZZETTO) 69
- Le Livre des faits et bonnes mœurs*
(DE PISAN) 335
- « Logique de la découverte ou psychologie de la recherche ? »
(KUHN) 209
- Lombres* (MIÉVILLE) 289
- Londres engloutie* (JEFFERIES) 142
- Looking backward* (BELLAMY) 308
- The Los Alamos Primer* (SERBER) 161
- Lost in Space* (série) 398
- « Lucio Costa » (HERBERT) 305
- « Lumière noire » (DAY) 362
- Luna* (MCDONALD) 398, 408
- « The Lungs of the city »
(JONES) 308

M

- La Machine à explorer le temps*
(WELLS) 7, 46, 47, 127, 141
- Machine translation of languages*
(BOOTH) 79
- Mad Max* (film) 184
- Mad Max: Fury Road* (film) 184
- La Main gauche de la nuit*
(LE GUIN) 80

- La Maison Nucingen* (BALZAC) 263
The Making of the atomic bomb
 (RHODES) 160, 161
Manhattan Transfer (DOS PASSOS) 94
Manifeste communiste (MARX) 414
Mars (BOVA) 422-426, 429
Mars la rouge/la verte/la bleue
 (ROBINSON) 191, 391, 423, 427,
 428
cycle de Mars (BURROUGHS) 415
 «*Mathématiques pour tous*»
 (RÉGNIER) 331
Matrix (film) 237, 356, 360
*Mécanique quantique. Du formalisme au
 concept* (POINAT) 367, 372
Le Meilleur des mondes (HUXLEY) 62,
 326
 «*Mémoire sur les grandes gelées*»
 (MANN) 134
 «*Mémo pour action*»
 (DUNYACH) 177
Mémorandum du 14 août 1945
 (HEINLEIN) 394, 410
La Mère des tempêtes (BARNES) 129,
 132, 151
 «*Mesures quantiques non
 destructives*» (GRANGIER) 377
La Métaphore vive (RICCEUR) 26, 284
Métropolis (film) 287, 295
Métro 2033 (GLUKHOVSKY) 295
 «*Military architecture and the radial
 city plan*» (DE LA CROIX) 303
Millenium people (BALLARD) 294
Les Misérables (HUGO) 306
 «*Le Mistigri de Schrödinger*»
 (LÉVY-LEBLOND) 371
Le Monde du non-A (VAN VOGT) 296
Le Monde englouti (BALLARD) 118,
 146
Le Monde givré (RÉMY) 137
 «*Le Monde givré de Bernardin de
 Saint-Pierre*» (RÉMY) 133
Mozart en verres miroir
 (STERLING) 228, 237
- N**
- «*The Nature of a Paradigm*»
 (MASTERMANN) 210
Les Naufragés du A (FRED) 21
Nécroville (MCDONALD) 225
 «*Net@fandom.com*»
 (BENFORD) 231
Neuromancien (GIBSON) 225, 229,
 238, 240
 «*Ne vous inquiétez pas, ce n'est que
 de la SF*» (FRANKLIN) 158
 «*Normal science and its dangers*»
 (POPPER) 209
 «*Notes sur les uchronies*» (VIAL)
 «*La Notion de modèle en physique
 théorique*» (G. COHEN-TANNOUDI) 25
 «*La Notion d'entité*»
 (BONTEMS) 374
Nous autres (ZAMIATINE) 68
Le Nouveau déluge (ROGER) 109, 139
Le Nouvel esprit scientifique
 (BACHELARD) 217, 220
La Nouvelle Atlantide (BACON) 325
 «*Nouvelles de la science – la
 Comète*» (FLAMMARION) 142
 «*Nouvelles théories sur le déluge*»
 (MAURY) 109
Novum Organum (BACON) 195, 196
- O**
- Objectif Lune* (HERGÉ) 63
Oblique (BEAR) 361
 «*Ode à la fleur*» (FEYNMAN) 24
 «*The Office of Censorship's
 Attempts to Control Press
 Coverage of the Atomic Bomb*»
 (WASHBURN) 161
On a marché sur la Lune (Hergé) 63,
 411
 «*On a marché sur la Lune*»
 (WAGNER) 415
*Ondes, corpuscules, mécanique
 ondulatoire* (DE BROGLIE) 375, 376

- « On n'arrête pas le progrès »
(ASIMOV) 103
- « Ontology, matter and emergence »
(BITBOL) 372
- « Les Ordres du spectre : la SF
numérique » (SHELDON) 228
- Organon* (ARISTOTE) 19
- L'Origine des espèces* (DARWIN) 47
- « Origine et passé d'Aigues-Mortes »
(COMBES) 302
- Origins of futuristic fiction*
(ALKON) 238
- Orthogonal* (cycle) (EGAN) 73, 101
- P**
- La Paille dans l'œil de Dieu*
(NIVEN) 98
- « Le Panopticon érotique de Ledoux »
(BUENO) 304
- « Paolo Soleri Is the True Legend of
the Arizona Architecture Scene »
(VANESIAN) 319
- « La Parabole des polygones »
(HART) 92
- Parade nuptiale* (KINGSBURY) 98
- « Le Paradigme absent »
(ANGENOT) 80
- Le Paradis perdu* (MILTON) 140
- Paris au XX^e siècle* (VERNE) 306, 309
- Paris avant le déluge* (METTAIS) 142
- Paris futur* (GAUTIER) 147
- Passengers* (film) 406
- « Patrick Geddes » (PAQUOT) 312,
317
- La Patrouille de l'espace*
(HEINLEIN) 405
- « La Pauvreté dans l'abondance »
(KEYNES) 420
- Le Pavé de l'Enfer* (KNIGHT) 329
- Peine et utopie* (colloque) 334
- La Pensée et le mouvant*
(BERGSON) 376
- Perdido Street Station* (MIÉVILLE) 294
- Petit guide de la SF au Québec*
(TRUDEL) 322
- « Petite histoire cyberpunk
immersive de la cyberculture »
(MINH) 226
- Pétrole apocalypse* (COCHET) 113
- La Philosophie du non*
(BACHELARD) 27, 217
- « Physique des particules et
individuation » (G. COHEN-
TANNOUJJI) 374
- Pieds nus dans l'aube* (LECLERC) 299
- La Poésie* (ARISTOTE) 19, 30, 383
- Pommiers dans le ciel*
(HEINLEIN) 129, 176
- Pour des soleils froids* (TRUDEL) 291,
315
- Pour patrie l'espace* (CARSAC) 292
- « Pourquoi le programme de
recherche de Copernic a-t-il
supplanté celui de Ptolémée »
(LAKATOS) 216
- Pour une poétique de la SF*
(SUVIN) 55
- « Pour une sociologie de la
traduction » (GOUANVIC) 81
- Pour une théorie de la rencontre*
(MORIZOT) 374
- Préface à Pierre Gilles* (MORE) 344,
347
- « Premiers contacts avec la
modélisation scientifique à
l'école » (BLANQUET) 26
- Le Prince* (MACHIAVEL) 336
- Cycle des Princes-marchands*
(STROSS) 96
- The Principles of Psychology*
(JAMES) 100, 102
- « Le Prix du pardon »
(WALRAET) 263
- Prospectus d'un tableau historique
des progrès de l'esprit humain*
(CONDORCET) 202

Q

- Les Quarante signes de la pluie*
(ROBINSON) 126, 178
Quatrième Pomme (statue)
(SCURTI) 140
Qu'est-ce que la géographie ?
(SCHEIBLING) 92
Qu'est-ce que la vie ? (MIQUEL) 97
«*Qu'est-ce qu'un photon ?*»
(DUFFIEUX) 376

R

- «*Radieux*» (EGAN) 76
Rainbows End (VINGE) 352, 430, 432
«*Rapport minoritaire*» (DICK) 55
Le Rationalisme appliqué
(BACHELARD) 218
Le Ravin des ténèbres (HEINLEIN) 102
Le Rayon bleu (GERVAIS) 77
Ready Player One (film) 238, 240, 295
Le Réalisme et la science
(POPPER) 207
Réflexions critiques sur la poésie
(DUBOS) 135
La Réhabilitation du patrimoine architectural et urbain des médinas marocaines (MASMOUDI) 290
«*La Relation d'incertitude*
 $\delta n \cdot \delta \varphi > 2\pi$ » (DE BROGLIE) 370, 388
La République (PLATON) 286, 302, 335, 336, 408
«*Requiem*» (HEINLEIN) 417
«*Le Retour du Caméléon*»
(CAPDEBOSQ) 265
Retour sur Mars (BOVA) 429, 431
Rêves de Gloire (WAGNER) 95
Rêves de la terre et du ciel
(TSIOLKOVSKI) 394
Révolte sur la Lune (HEINLEIN) 102, 235, 292

Révolutions de la mer

- (ADHÉMAR) 134
Rifteurs (WATTS) 124
Les Rivages de lumière (AUCLAIR) 151
«*Robert Cornog, l'ami atomiste*»
(HIGGINS) 158
Robert Heinlein et l'arme atomique 158-160, 394, 410
«*Robert Heinlein, l'atome et la Lune*» (PICHOLLE) 160
Robert Lozé (BOUCHETTE) 310
Robocop 3 (film) 239
Cycle des Robots (ASIMOV) 328
Les Robots et l'Empire (ASIMOV) 328
Roma Æeterna (SILVERBERG) 95
Les Rougon-Macquart (ZOLA) 58
La Ruche d'Helstrom (HERBERT) 365

S

- Le Sable et l'acier* (PELLETIER) 132
La Saison de la colère (ECKEN) 117, 125, 155, 183
Salut l'Amérique ! (BALLARD) 116, 148
Le Samouraï virtuel
(STEPHENSON) 225, 236, 243
Sans dessus dessous (VERNE) 114, 115
Saturn's Children (STROSS) 363
Sauver les apparences (DUHEM) 257
Scènes de la vie future (COHEN) 311
Le Sceptre du hasard (KLEIN) 59
Science and Information theory
(BRILLOUIN) 30, 385
Science and Sanity (KORZYBSKI) 21
«*La Science diffuse : chaos technique*» (THOMAS) 151
«*Science et science-fiction*»
(ECO) 76
Sécheresse (BALLARD) 110, 118
Le Second déluge (SERVISS) 139, 142
Semilles humaines (BLISH) 393
Semantic patterns (WARREN) 84
«*Se rappeler les morts parce qu'ils le veulent*» (TRUDEL) 132

La Servante écarlate (ATWOOD) 63, 65
La Servante écarlate (série) 65
Seul sur Mars (film) 65
Seven sisters (film) 396
 «Simondon, l'hypothèse du préindividuel» (BONTEMS) 368, 374
Simulacron 3 (GALOUYE) 226, 297
Sociologie de l'utopie (DUVEAU) 349
Soixante jours et après (ROBINSON) 126, 178
Solaris (LEM) 103
 «Soldats des bois, de la mer et du ciel» (TRUDEL) 132
Soleil vert (film) 184
 «Solution non satisfaisante» (HEINLEIN) 159, 161
Le Songe/Somnium (KEPLER) 98, 131
 «Songe vermeil» (MOORE) 415
Spaceballs (film) 397
 «Spooky action at no distance» (WEINBAUM) 380
Starfish (WATTS) 124
Stargate (série) 88
Starship Troopers (HEINLEIN) 81, 87, 89
Star Trek (univers) 242
Star Trek, Premier Contact (film) 185, 402
Star Wars (univers) 88, 392
La Stratégie Ender (film) 241
 «Stross on Development Economics» (KRUGMAN) 96
Structura Maxima (PAQUET) 284, 286, 310
La Structure des révolutions scientifiques (KUHN) 39, 210, 212, 213, 221
 «Sur la Lune» (TSIOLKOVSKI) 394
Sur la Terre qui change (LAMBRY) 140
Sylvie & Bruno (CARROLL) 21
Synecdoche, New York (film) 291

T

Tableau historique des progrès de l'esprit humain (CONDORCET) 200, 202
 «The Talk» (AARONSON) 388
Tarzan l'indomptable (BURROUGHS) 415
Tau Zéro (ANDERSON) 76
La Tempête universelle de l'an 2000 (ROYET) 145
Temps, espace, matière (WEYL) 24
Temps et récit (RICŒUR) 87, 382, 387
Le Temps n'a pas d'odeur (KLEIN) 296
 «Temps personnel et (pseudo-) paradoxes einsteiniens» (BLANQUET) 28
 «Les Ténèbres» (BYRON) 143
Terminator (film) 357, 358
Terminator Genysis (film) 358
Terminator 3 : le soulèvement des machines (film) 359
The Terror (SIMMONS) 104
 «Le Théâtre de l'individuation» (STIEGLER) 386
The City and the City (MIÉVILLE) 288
The City and the City (série) 288
The Man Who Rocked the Earth (WOOD) 115
 «Théorie de l'unité universelle» (FOURIER) 147
Théorie générale des systèmes (BERTALLANFY) 108
La Théorie physique (DUHEM) 202
 «The Theory of Interstellar Trade» (KRUGMAN) 265
Thomas More et la Bible (MARCHADOUX) 340
THX 1138 (film) 324
Le Titan moderne (BADOUREAU) 115
 «Tomorrow's Children» (ANDERSON) 114
Tom Swift et sa fusée spatiale (APPLETON) 242
Tous à Zanzibar (BRUNNER) 94

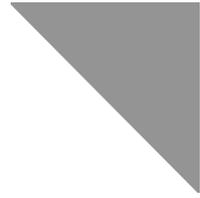
- Town planning in practice*
(UNWIN) 309
- Traité d'architecture civile et militaire*
(MARTINI) 304
- Traitement automatique des langues
naturelles* (BOUILLON) 79
- Transcendance* (BAXTER) 432
- Transcendance* (film) 359
- Transperceneige* (film) 116
- « La Trattatistica di architettura del
Quattrocento » (TAPINASSI) 304
- Travail* (ZOLA) 309
- « Travail, roman de Zola »
(MORICE) 309
- trilogie climatique (ROBINSON) 126,
178
- trilogie martienne (ROBINSON) 33,
191, 391, 423
- « Trois fonctions littéraires de la
hard SF » (PICHOLLE) 19
- Le Troupeau aveugle* (BRUNNER) 111,
149
- The Truman Show* (film) 283, 290
- Tschai* (VANCE) 58
- Tunnel in the Sky* (HEINLEIN) 405
- U**
- Ubik* (DICK) 86
- « Ultrafast heralded single photon
source » (NGAH) 378
- « Une année faste » (HEINLEIN) 103
- « Une cité industrielle »
(GARNIER) 309, 311
- « Une définition du récit d'après Paul
Ricoeur » (DUBIED) 382
- Une forme de guerre* (BANKS) 292
- « Une mauvaise langue pour que
vive l'utopie » (CAPEL) 342
- Une odyssée martienne* (WEINBAUM)
- Une vérité qui dérange* (GUGGENHEIM)
- « Une ville idéale : Amiens en l'an
2000 » (VERNE) 306
- Un feu sur l'abîme* (VINGE) 99
- L'Univers irrésolu* (POPPER) 21, 107
- « Un laser uchronique »
(PICHOLLE) 384
- Un paysage du temps* (BENFORD) 126
- « USS Callister » (série) 242
- L'Utopie* (MORE) 322-324, 326,
333-349
- V**
- Le Vagabond* (LEIBER) 49
- Le Vaisseau qui chantait*
(MCCAFFREY) 241
- Le Vampire* (POLIDORI) 143
- Le Vent de nulle part* (BALLARD) 139
- Ventus* (SCHROEDER) 176, 361
- La Vie de Galilée* (BRECHT) 347
- Le Vieil homme et la guerre*
(SCALZI) 241
- « Le Village enchanté » (VAN
VOGT) 293
- La Ville est un échiquier*
(BRUNNER) 284, 316
- « La Ville fonctionnelle » (VAN DER
WUSTEN) 311
- « La Ville imaginaire »
(DE ALMEIDA) 315
- Les Villes de l'avenir* (HÉNARD) 310
- Les Villes nomades* (BLISH) 292
- Vision aveugle* (WATTS) 361
- Vocabulaire des sciences et techniques
spatiales* (DGLF) 87
- « La Voie martienne » (ASIMOV) 405
- Le Vol de la libellule* (FORWARD) 77
- Voyage* (BAXTER) 420
- Le Voyage cosmique*
(ZHURAVLYOV) 395
- « Le Voyage du petit homme »
(SOMCYNKY) 319
- Voyage en d'autres mondes*
(ASTOR) 115
- « Le Vrai puits et abîme de la (xéno)
encyclopédie » (PICHOLLE) 25

W

- Walden* (THOREAU) 395, 396
Wall-E (film) 240
WarGames (film) 239, 353
War Stars (FRANKLIN) 115
Westworld (série) 105
Why Stock Markets Crash
 (SORNETTE) 264
The World Aflame (NATHANSON) 158
 « World reduction in Le Guin »
 (JAMESON) 33

X-Y-Z

- Zendegi* (EGAN) 101
Zones de divergence (FEFFER) 156
- 13,5 km sous Montréal* (TRUDEL) 295
Le 18 brumaire de Napoléon Bonaparte
 (MARX) 426
1984 (ORWELL) 60-73, 427
2001, une Odyssée de l'espace
 (film) 63
2312 (ROBINSON) 398, 401
42 210 univers de la SF
 (BOUCHARD) 180



ANNEXE 4

Index des thèmes

- A**
- AAAPA 231
 - Abbaye de Thélème 324
 - abondance 299, 420
 - société d' 292, 402, 403
 - abstraction 33, 218-220, 414
 - Académie de la Singularité 351
 - acceptabilité 365
 - accords de Paris 186
 - acculturation 179
 - Acte de Suprématie 333
 - actions (bourse) 263, 265-279, 354
 - adaptation du corps humain 153, 154, 188
 - administration
 - malintentionnée 127, 463
 - afrofuturisme 187
 - âge d'or de la SF 20, 237, 238, 242
 - aide au diagnostic 229
 - Alamogordo (lieu) 157
 - albédo 120
 - à l'équerre du Monde 339-342
 - algorithme 226, 227, 271, 278
 - ambiguïté 107, 130, 173, 195, 321, 334, 337, 345, 348
 - amibe 92
 - analyse
 - des correspondances 227
 - mathématique 264, 354
 - morphosyntaxique 84
 - technique (bourse) 262, 269, 271, 272, 276, 278, 279
 - anarchie 292, 402
 - Anciens 41, 326
 - ange 140, 326
 - angoisse 101
 - ansible 392
 - Antarctique 110, 134, 140-142, 153, 156
 - anthropomorphique
 - (architecture) 303, 304, 317
 - anticipation
 - (littérature) 44, 46, 49, 53, 126, 186, 416
 - (bourse) 270
 - antimétaphysique 372
 - antiphrase 68
 - APA 231
 - apologie des lois 344
 - approche fictionnaliste de la science 234
 - approvisionnement 301
 - Apollo* 63, 394, 398
 - architecte 52, 281-286, 290, 291, 296-297, 301-303, 310-314, 318
 - naval 41
 - architecture 286, 290, 294, 297, 304
 - de papier 305
 - résidentielle 307
 - arcologie 293, 318
 - arme bactériologique 124
 - ARPAnet* 231
 - art de gouverner 338
 - assemblée de neurones 100

Astounding SF (revue) 103, 410
 astronomie 13, 39, 48
 - mésopotamienne 40
 atavisme d'espèce 403
 athlète du *hacking* 237
 Atlantide 302
 atmosphère 42, 116, 119, 132, 135,
 138, 139, 141, 151, 154, 157-164,
 168, 173, 193, 421
 audiovisuel 179
 autocensure 125
 automate 27, 105, 279, 293
 automaticien 40, 174, 245, 249, 252,
 254, 256, 257
 automatique
 - apprentissage 226
 - (discipline) 39, 74, 245, 252,
 256
 - pilote 27, 52, 279
 - traduction 79
 autopoïèse 97
 autorégulation 420
 avec les mains 330, 388
 aventurier 414
 aveuglement 126, 129
 axe de rotation de la Terre 140, 141

B

bactérie 42, 92, 175, 176, 361
 BANEXI 266
 banlieue pavillonnaire 127, 283,
 308, 311, 312
 - pavillonnaire 305, 307, 309,
 313
 Barbie (poupée) 291
 barre d'erreur 170
 barrière de glace 120
 bastide 281, 302
 Bat Durston 68, 69
 Batman 295
 biais
 - de mesure 234
 - de représentativité 62
 Bible 121, 340

Big Brother 61, 62, 65, 406
big data 24, 52, 106, 226, 227,
 233-235, 243, 252
big science 401
 biosphère 120, 400
 bombe atomique 37, 114, 119, 158,
 161, 164, 165, 355, 410
 boucle de rétroaction 174, 233, 242
 boulet de Jules Verne 30
BrainPal 241
 bricolage 238, 239, 242
British Interplanetary Society 394
 Bulle internet 264

C

CAC40 272
 cadre paradigmatique 29, 30
 calcul 48, 123, 134, 162, 163, 211,
 218, 227, 235, 250, 251, 253, 258,
 277, 278, 373, 385
 - capacité 42, 170, 353, 383, 396,
 406
 - différentiel 199
 - faux 114
 - intégral 248
 - matriciel 252
 - raté 114
 - vitesse 233
 calligraphie 43
 calotte polaire 143, 150
 calviniste 359
 canal des transactions
 habituelles 278
 canaux ioniques 97
 Cannon Lake (processeur) 352
 canular 119
 capacité
 - à interagir avec des
 machines 237
 - de calcul 42, 137, 170, 353
 - de stockage 227
 - des ordinateurs 42, 170, 227
 - polyglotte 100
 capital 267, 419, 420, 423

- capitale (État) 283, 299, 303, 306, 344, 345
- capitalisme 106, 414, 416, 417, 410, 423, 424
 - cognitif 429, 430, 432
 - industriel 430, 432
 - national 427
- caprice 41, 305, 340
- captation numérique 233
- carnet de commande 270
- carte 22, 40
 - à l'échelle 1 21
 - dynamique 22
- case-mère 352
- casting* 189, 406
- catastrophe 116, 120, 126, 132, 140, 146, 163, 169, 329
 - climatique 111-113, 118, 122, 127, 168
 - écologique 117, 185
 - film 119
 - naturelle 138
 - nucléaire 295
- catéchisme 182
- catharsis 30, 185
- cathédrale 47, 404
- cautionary tale* 38
- cendres 143, 144
- Cercle de Vienne 367
- chambre chinoise 235
- changement climatique 113, 116, 119, 122, 124, 128, 131, 136, 140, 150, 154-156, 183, 187, 188, 190, 191, 193, 398
- chaos 93, 108, 288, 323
 - apparence de 285
- chat de Schrödinger 371
- chiens ET (VINGE) 99, 100
- christianisme 95, 341, 342
- chromodynamique quantique 107
- cinécriture 238
- cité 301, 302, 317, 319, 334, 335, 341, 343, 348
 - bucolique 310
 - du travail libéré 312
 - flottante 140
 - idéale 340
 - industrielle 309, 311
 - jardin 283, 307, 308, 312
 - organique 296
 - cité-planète 310
 - radieuse 283, 284
 - scientifique 221
 - spatiale 292
- classe dominante 48
- cli-fi* 113, 150
- climato-sceptiques 119, 172
- clôture 97, 106, 268, 271, 276, 277, 323, 324, 345, 373
- CNRS 388
- code sémiotique 330
- cohérence 47, 69, 340
 - cognitive 43, 74
 - interne/externe 33, 56, 75, 76
 - (ondes) 377, 378
- colonialisme 289
- colonie 285, 290, 299, 301, 302, 327, 400, 404, 407, 413, 414, 415
- colonisation 71, 95, 116, 399, 414, 417
- combinaisons formelles 179
- combinatoire 173, 180, 181
- comète 133, 141, 151, 155, 156, 401
 - de Halley 142
- complexité 13, 24, 25, 33, 38, 42, 45, 71, 78, 91, 93, 95, 97, 101, 106, 137, 176, 179, 200, 235, 267, 279, 337, 352, 354, 403
- complotisme 130
- comportements 33, 54, 181, 182, 326
 - citoyens 125
 - collectifs 279
 - complexes 108
 - individuels 93
 - sociaux 190
- composé 84-86, 153, 197, 198

- concept 30-32, 55, 57, 75, 76, 91, 97, 103, 107, 108, 131, 186, 212, 218, 220, 228, 236, 245, 252, 254, 297, 298, 308, 331, 336, 359, 362, 368, 369
- (chimique) 153
 - (Descartes) 197, 198
 - (mot) 84-86
- condensat de Bose-Einstein 377
- conditions expérimentales 181
- confiance 56, 154, 157, 162, 211, 229, 429
- conflit israélo-palestinien 288
- conformisme 180
- conjecture
- de Hodge 331
 - de Poincaré 332
- conjoncture économique 267
- connaissance
- du passé 51
 - du simple 197, 198
 - objective 64
 - préscientifique 208
- conquête de l'Ouest 407, 414, 417
- conscience 234, 235, 358, 359, 365, 413
- artificielle 102, 234, 421
 - collective 354
 - émergence 105
 - environnementale 129, 137, 177, 180
 - « grande » 163
 - humaine 228, 234, 357
 - malheureuse 343
- consensus 54, 56, 94, 119, 168, 169, 173, 174, 176-179, 371, 373
- constitution 337, 346, 386, 428
- construction / déconstruction / planification 285, 286
- conte de fées 229, 237
- contenu empirique 215
- contingence 419, 426
- physique / narrative 387
- continuité 202, 317, 354, 376
- contradiction motrice 59, 75
- contrainte 38, 53, 75, 94, 96, 98, 123, 125, 126, 174, 182, 285, 318, 353, 370, 386, 387, 395, 402, 405, 408, 424
- de genre 73
 - einsteinienne 392
 - narratives 76
 - quantique 377, 381
 - syntaxique 181
 - technologique 254
 - topologique 376
 - urbanistique 292, 293, 295
- contre-modèle 14, 290, 323, 344, 348, 349
- controverse théologique 140
- conversion 213, 214, 217
- copyright 354
- corrélations 39, 40, 233, 267, 370, 374, 375, 381
- corpus 14, 42, 80, 98, 110, 111, 113, 137, 178, 206, 225
- couche logicielle profonde 236
- couche d'ozone 116, 184
- courtier 274
- court terme 27, 51, 170, 193, 264, 266-271, 276, 279, 400, 411, 420, 428
- cow-boy 236
- CO₂ 132, 168, 173, 451
- création lexicale 80, 83, 86, 88
- crise
- climatique 186
 - écologique 422
 - économique 264, 267, 268, 413, 428
 - en science 212, 222, 223
- critère de centralité 43
- croissance 207
- crue 40, 139, 249, 257, 258
- cryptographie 382, 383
- cryptomonnaies 353
- culpabilisation 187
- culture 238, 257, 339, 342, 360

- bagage 59
- cible 83
- *cyberpunk* 230
- du lecteur 67
- étatsunienne 186
- générale 61
- juridique 335
- non-humaine 293
- populaire 65
- SF 13, 60, 113
- scientifique 31, 130
- cyber- (préfixe) 232, 322
- cyberespace 233, 243
- cybernétique 39, 174, 232, 322
- cyberpunk* 14, 60, 125, 226, 228, 229-232, 234-243, 322, 323, 355, 363
- cyborg* 421
- cycle
 - astronomique 41
 - boursier 269-273, 277-279
 - de dégénérescence 336
 - du carbone 193
- cyclone 151, 152, 156

- D**
- Dasein* 387
- datation 243
- débat citoyen 182
- déboisement 135
- décentrement traductif 81
- décisions non démocratiques 177
- décroissance 285
- deep learning* 79, 226, 227
- déjà réalisé (impression de) 125
- délégation 265
- déluge 109, 110, 114, 121, 133, 134, 139-142, 148, 155
- démarche d'investigation 183
- démocratie scientifique 177
- démon 28, 29, 93
 - de Laplace 28, 93
 - de Maxwell 28, 384, 385
- déni 185
- dépassement du rêve 125
- déploiement (de la Singularité) 366
- déroulement 330
- désinvestissement de l'État 426
- destin 343, 359, 360
- désubstantialisation 374
- déterminisme 55, 317
 - apparent 376
- deus ex machina* 185
- développement durable 182, 183, 187, 398, 401
- dialogue interdisciplinaire 240
- didactisme honteux 60
- didacto-catastrophisme 130
- discussion des sept sages perses 335
- dissimilatrice (approche) 82
- distanciation cognitive 73, 94, 130, 131, 326
- doctrine vague 201
- doute hyperbolique 130
- droit de propriété 339, 344, 345
- dynamique 91, 97, 166, 195, 214, 216, 218, 254, 264, 276
 - carte 22
 - de l'atmosphère 42
 - des fluides 137, 168
 - du climat 167
 - non linéaire 93, 174, 401
 - sociale 95
- dystopie 53, 68, 72, 106, 293, 296, 342

- E**
- échelle 14, 21, 24, 41, 51, 93, 97, 115, 137, 152, 158, 168, 170, 177, 196, 296, 304, 318, 336, 383, 393, 400, 404
 - Beaufort 151
 - cosmique 375
 - d'une génération 189
 - du siècle 169, 171
 - globale 118, 150, 310, 403
 - interstellaire 265, 328

- microphysique 373
- moléculaire 93, 431
- échu (photon) 377-383
- écofiction 44, 121, 180
- école primaire 182
- écologie 117, 126, 129, 182, 184, 293, 294, 430
 - microbienne 42, 100
 - totalitaire 118
- écosystème 24, 106, 108, 176, 184
 - marin 168
 - microbien 175
 - simplifié 176
- écoterrorisme 118
- fonte des glaces 124, 134, 135
- éducation à 182, 184
- éducation 239, 241, 326, 422
 - académique 230
 - technique formelle 236
- effet
 - de serre 119, 135, 136, 151, 154, 155, 168, 175, 193
 - de seuil 175, 402
 - d'exotisme 69
- efficacité d'un travail 182
- effusion des glaces 133
- émergence 73, 92, 94, 232, 322, 360, 372
 - de la conscience 99, 105, 106, 235, 362
- Empire romain 95, 96
- Empire State Building* 139
- émotions 101, 102, 190, 191, 323
- emplacement propice 299
- en-dehors théorique 218
- end of day* 268, 271, 274
- ennemis de l'intérieur 425
- enthousiasme collectif 404
- entité collective 92
- entrée-sortie 245, 254-258
- entreprise 263, 266-269, 276, 318, 396, 400, 403, 408, 416, 419, 420, 426, 427, 429, 431
- environnement
 - de la donnée 236
 - (écologie) 122, 129, 155, 187, 360, 364
 - exotique 392
 - (local) 27, 91, 97, 106, 189, 288, 293, 310, 336, 352, 376, 378, 380, 381, 383, 384, 408
- EPCOT (lieu) 318
- épidémie de myopie 189
- EPR (paradoxe) 375, 380
- épure 340
- équation 25, 28, 31, 38, 39, 50, 100, 103, 108, 247-250, 255, 256, 259, 260, 316, 373
 - de Schrödinger 54
 - non linéaire 366
- équilibre scénaristique 237
- ergonomie 236, 356
- esthétique *cyberpunk* 228, 238
- ET 99, 239, 322
- éther 31
- éthique 112, 188, 229, 336, 365
- eunomie 349
- eureka* 201
- événement 29, 30, 59, 74, 118, 120, 121, 135, 185, 234, 265
 - clef 271, 278, 295
 - historique 65, 347, 418
 - imprévu 49
 - d'individuation 375
 - physique 379, 380, 385-387
 - positif 173
 - rare 233
 - singulier 171- 173
- évolution de la mâchoire 189
- exécutable 256
- exemplarité 43, 108
- expérience de pensée 14, 21, 27, 29, 30, 57, 96, 98, 101, 106, 177, 235, 369, 385, 386
- exo-monde 322
- exotisme (effet d') 69, 86

- expert 120, 165, 229, 246, 249
 - du GIEC 14, 32, 168
 explosion nucléaire 157, 161
 extrapolation 44, 49, 50, 104, 123,
 169, 354
 extraterrestre 80, 98, 215, 423
 $E=mc^2$ 31, 400
- F**
- Fabula (ateliers) 179
 façade (fausse) 286
 facteur humain 353
 faisceau de scénarios
 plausibles 14, 33, 169
 fait
 - alternatif 62, 131
 - baconien 197, 200
 - d'expérience 204
 - établi 28, 56
 - historique 208, 347
 - scientifique 123
 - social 92, 93, 333
 Falcon Heavy (fusée) 396, 403
 falsifier / falsification 94, 206, 211,
 214
 famille 118, 189, 307, 309, 327, 346,
 431
Far-West 105, 408
 féodalité 327
 feux de signalisation 299
 fiction
 - climatique 69, 112, 116, 132,
 150, 178, 186
 - juridique 347
 fin du monde 122, 138, 142, 157
 fission nucléaire 159, 160, 163, 165
 fleuve en feu 149
 flux d'information 229
 fonte des glaces 159, 160, 163, 165
 football 92
 formaliste
 - approche 31, 373, 386
 - formulation 20
 - posture 370, 372
- forêt 114, 117, 132, 135, 148, 154
 forme humaine 304
 forte pression haussière 273
 forteresse idéalisée 303, 304
 Forum international 266
 fouriériste 109, 140, 147, 155
 fourni 91, 200
 fusion nucléaire 159, 160, 362
 - contrôlée 177, 400
 futurologie 37
 futur 37-44, 46, 49, 50, 66, 137, 156,
 169, 186, 238, 271, 287, 296, 308,
 310, 315, 322, 349, 360, 361, 362,
 380, 382, 384, 411, 424
 - lexique 80, 89
 - modéliser le 14, 38, 43-45, 49
 - plausible 34
 - prévisible 93, 399, 402
 - simple (grammaire) 179, 322
 futurisme 187, 282, 310, 410
 Futuristes (école) 284
- G**
- Gaïa 133
Galaxy (revue) 69, 104
 gardiens 335, 336
 gaspillage 422
 généralisation 123, 189, 206, 220,
 221, 221, 240, 253, 254, 283, 356,
 365
 - petite 196
 génération *cyberpunk* 237
 génome humain 154, 156, 232
 géologue 140
 géométrie 199, 203, 282
 géosystème 293
 gestion durable 183
 GIEC 9, 14, 27, 32, 34, 51, 111, 112,
 119, 123, 125, 126, 129, 136, 137,
 167-181, 187, 190-193, 401
 glaciation 109, 116, 121, 134-137,
 140, 155, 156, 173, 176
 globalisation 106, 232
 Golem 41

gourou 270, 351
 gratte-ciel 139, 151, 152, 283, 299,
 310, 311, 314
 gravitation 48, 146, 159, 167, 399
 - universelle 48
Gulf stream 110, 126, 137, 139, 142,
 154, 176
Gun Club (VERNE) 114

H

Habitat 67 284
hacker 9, 236, 242 243
 haplotopique 25
hard SF 14, 19, 28, 47, 65, 76, 77, 98,
 101, 123, 126, 158, 331, 410
 Harriman, D. D. (personnage) 396,
 416, 419
 hasard 82, 211, 374
 hiatus 107, 356, 398
 hiérarchisation 42, 43
 hippie 230
 histoire contrefactuelle 95
 Hollywood 186, 189
 Holocauste 64
HOM-dip 371
 horloge 91
hubris/hybris 163, 343
 huis-clos 405
 humanisation 301, 304, 318
 humilité 42
 humour noir 163
 hydraulique 246-251
 hyperborée 135
 hyperespace 392, 393
 hyperréalisme immersif 226
 hypothèses 21, 40, 44, 49, 51, 74,
 76, 96, 98, 124, 134, 158, 162, 169,
 170, 173, 178, 208, 234, 260, 371,
 373, 389, 402, 422
 - auxiliaire 214, 215
 - dépassable 205
 - d'histoire littéraire 298
 - gratuite/arbitraire 122, 123
 - métaphysique 21

- pessimiste 398
 - simplificatrice 31

I

idéal esthétique 284
 identification
 - à un personnage 327, 357
 - de modèle 249, 258
 - des hypothèses 162
 - des paramètres 168, 409
 - du connu 181
 ignition de l'atmosphère 159, 162
 image 148, 156
 - analyse d' 228
 - archétypale 318
 - de l'entreprise 267
 - de synthèse 225
 - spatiale 63, 129, 411
 - image-2D 229
 image-type 148, 156
 imaginaire
 - collectif/commun 164, 324,
 411
 - courbe 330
 - physicien 28
 - politique 61
 - repli 125
 - spatial 395
 - technique 232
 - vs. dogmatisme 338
 - vs. réalité 282
 imitation urbanistique de
 l'humain 304
 immatériel 429, 430
 immortalité 101, 363
 imprévus 49, 170
 incommensurabilité 213, 217
 inconscient 190, 356-358
 indicateur 270-279
 individualité 89, 101, 356, 357
 induction 23, 40, 73, 296, 207
 inégalités de classe 345
 infini 199, 250, 253, 363
 - renvoi du test 76

- infiniment petit 24, 27, 97, 260
infodump 59
 information 39, 57, 60, 67, 70-72,
 100, 137, 203, 236, 243, 258, 265,
 274, 376, 392, 430
 - distribution 59
 - climatique 97
 - flux 229
 - personnelle 233
 - quantique 378, 380-385
 - sensible 269
 - source 112
 - systèmes 232
 - technologies de 61
 - traitement 352, 355, 361
 infrastructure économique 417
 ingénierie 34, 48, 55, 123, 174, 222,
 231, 240, 242, 257, 258
 - automatique 40, 245, 249, 252,
 256, 360, 397
 - climatique 115, 119, 127, 137,
 155, 400
 - génétique 190
 - globale 115, 119, 127, 176, 400
 - météo 152, 153
 - militaire 303
 - quantique 374, 388
 - Renaissance 305
 initiation politique 340
 intelligence artificielle 176, 229,
 234, 235, 241, 351, 353, 357, 360-
 362, 421
 - faible 102
 - forte 235
 intelligence humaine 38, 351, 352,
 356, 357, 364
 intention esthétique 236
 interactions culturelles 178
 interdisciplinarité 103
 interface homme/ machine 236,
 239-241, 355, 364
 intérieur/extérieur 377
 interpénétration 289-291
 interprétation de Copenhague 367,
 368, 373, 386
 intertextualité 324, 325
 intrication quantique 370, 374, 375
 investissement 266, 269, 403, 404,
 410, 419, 421, 425, 427
 - étatique 426
 - portefeuille 274
 investisseur 230, 267, 269, 408, 431
 - avisé 272
 - privé 426
 irrationnel (comportement) 190,
 214, 217, 219
- J**
- jauge 388
Je sais tout (journal) 138, 142
 Jugement dernier 37
 jurisprudence 348
 juste prix 267
- K**
- Krakatoa (volcan) 144
- L**
- laboratoire social 226
 lacune
 - gestion des 67, 68, 191
 - magie des 95
 l-adique (représentation) 332
 langage 79, 235, 334, 361, 415
 - courant/commun 62, 65
 - de programmation 259, 274
 - des décharges 100
 - formel 367
 - mathématique 54, 367
 - naturel 367, 370, 371, 385, 386
 langage-machine 237
 laser 127, 151, 174, 370, 374, 376,
 388
 lecteur-modèle 43
 lecture dogmatique 338
 législateur 342, 346

- libre-arbitre 341, 343, 357, 359, 360
 lieu virtuel 300
 littérature 13, 19, 53, 54, 57, 59, 74-76, 79, 80, 94, 102, 112, 121, 128, 141, 156, 178-183, 190, 243, 330
 - américaine 395
 - antérieure 181
 - d'anticipation 46
 - édifiante 180
 - exolittérature 322
 - générale 113
 - hybride 47
 - jeunesse 411
 - uchronique 53
 - utopique 331
 livre-univers 33
 lobby 119
 logiciel boursier 274
 logique de désir 365
 loi 196, 217, 220, 225, 253, 318, 345, 346, 347, 348
 - civile 346, 349
 - de Clarke 29
 - des grands nombres 40, 171
 - de Godwin 62
 - de Moore 352
 - de Murphy 174
 - de la Nature 258
 - de la robotique 328
 - de l'offre et de la demande 269, 276, 279
 - de l'univers 202
 - de Poiseuille 247
 - des gaz parfaits 253
 - d'urbanisme 308
 - du récit 329
 - juste 339, 344, 347
 - naturelle 347, 349
 - scientifique 196, 207, 257
 longueur (du pont) 45
ludicrous speed 397
- M**
- machine à traduire 79
machine learning 52
 macrostructurelle (approche) 404
 malheurs 340, 345
Manhattan Project 157, 161, 163, 164
man in blue 230
 maquette 25, 41, 52, 77, 291, 311, 315
 marchés financiers 263
 marges du plausible 178
 marine 86, 104, 410
Mariner (sonde) 421
marketing 68, 404
Mars500 405
 matérialisme 375, 417
 matrice disciplinaire 210-215, 218-22
 - prolifération des 222
Marvel 186
 mathématique(s) 31, 75, 79, 100, 203, 258, 272, 279, 328-330, 351
 - code 20
 - courbe 38, 354
 - didactique 107
 - langue 25, 54, 367
 - musique des 252
 - outils 76, 264
 - pures 31
 - théorie 74
 mathématicien 20, 31, 37, 133, 249, 250, 328-330, 366
 mathématisation de la physique 368
 matrice 232, 241, 254, 255
 - attentive 355, 356
 - biologique 365
 - disciplinaire 210-215, 218-222
 - lexicogénétique 80, 85, 88, 89
 - *user-friendly* 236
Mayflower 402
 MCM/70 (ordinateur) 230
 mécanique ondulatoire 368, 375
 médiation 369
 mégatexte 324

- mémoire 240
 - algorithme 259, 274, 383
 - collective 64
 - IA 105
- mentalités 103, 182, 394, 405, 411
- mer libre 110, 137
- mesure
 - (des connaissances) 216-218
 - (étalon) 345
 - (physique) 111, 133, 136, 167, 170, 234, 253-255, 257, 368, 370-373, 376-385, 387-389
 - (politique) 167, 193, 346
- métadonnées 227
- métaphore 72, 170, 229, 237, 256, 285, 288, 303, 304, 342
- météo 42, 51, 93, 139, 143, 144, 152, 153, 168, 170
- méthane 132, 151, 168
- méthode 32, 52, 110, 123, 124, 202, 270, 271, 335, 414
 - cartésienne 93
 - expérimentale 57
 - GIEC 169-174, 177
 - peyrescane 14, 34
 - scientifique 13, 33, 42, 97, 162, 181, 201, 208, 220
- Métropolis 287, 295
- Micral N (ordinateur) 230
- microclimat 137
- microordinateur 230, 352
- millenials* 130
- Mimésis I, II, III (Ricoeur) 382, 383
- miniaturisation 232, 352
- Minds* (Culture) 325, 327, 356
- miroirs des Princes 335
- mise en équations 247
- misère systémique 422
- modèle 13, 14, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 33, 42-45, 47-49, 51-61, 65-70, 72-74, 77, 88, 97, 101, 118, 126, 137, 166, 171, 219, 223, 226, 233, 257, 258, 292, 325, 334
 - analogique 26, 39, 373
 - analytique 25, 26, 27, 162
 - architectural 286, 291, 301, 314
 - astronomique 39, 41, 45, 49, 52
 - climatique 27, 54, 154, 156, 170, 174, 193
 - comme fiction 21, 45, 47
 - de comportement 39, 40, 52, 241, 256, 258
 - de connaissance 39, 40, 52, 70, 256
 - de création lexicale 80
 - cumulatif 206, 223
 - dynamique 195
 - économique 39, 65, 402
 - d'écriture 43
 - explicatif 48
 - explicite 24, 98
 - financier 264
 - formel 373
 - général 22, 51, 123
 - géométrique 25
 - GIEC 169-170, 181
 - heuristique 26, 48, 384
 - IA 360
 - implicite 27
 - d'Ising 39
 - lexical 87
 - linguistique 82, 361
 - en littérature 43, 53, 71
 - mathématique 39, 75
 - maxwellien 31
 - mécanique 41
 - météo 51
 - morphosyntaxique 80, 88
 - narratif 32
 - non-cumulatif 205
 - non linéaire 25
 - normatif 195
 - numérique 25, 26, 232, 257, 286, 300
 - orwellien 65, 66
 - politique 65

- prédictif 48
- prescriptif 195, 198
- quantitatif 123, 162, 170
- de la réalité 38, 48, 207, 223, 245
- réduit 41
- (Scheibling) 92
- scientifique 52, 171, 173, 190, 191
- simplifié 123, 363
- social 58, 65
- de la société 55, 322
- statistique 25
- Tarski 31
- de terraformation 398
- théorique 157
- de totalitarisme 60, 65, 69
- de traduction 82, 85, 88
- urbain 317
- de vol 51
- modélisation du climat 168, 192
- modéliser le modèle 226
- modernisme 94, 238
- modernité 216, 298, 335, 340
- mode traductive 82, 87
- moi 357
- monde moderne 336
- Monde 1, 2, 3 (Popper) 21
- monoargument 119
- Monty Python 239
- mosaïque (forme) 132, 179
- mot de passe 240
- moteur de recherche 227
- multinationale 427
- mur sonore 228
- musique des mathématiques 252

N

- naïveté 133, 323, 424
- NASA 410, 411, 426, 428
- naturaliste 203
- nature 135, 138, 147, 148, 197, 202, 212, 220, 221, 253, 258, 287, 339, 344, 346, 419, 420

- de la conscience 234
- de la science 234
- de l'homme 308, 341, 364
- du photon 382
- nazisme 61-65, 347, 417
- nécessité impérieuse 400, 404
- néocortex 100
- néolibéralisme 328, 425
- néologisme 49, 107, 334, 337, 343, 371
 - morphologique 86
 - sémantique 83, 86, 88
- néophilie 404
- Neptune 48-50
- neuromantique 225
- neurone 99-101, 227
- New Weird* 74
- niche écologique 222, 404
- nomadisme stellaire 292
- non linéaire 25, 92, 93, 137, 168, 174, 366, 379, 401
- non rentable 423
- non séparabilité 370
- noosphère 325
- normalisation 277
- normalité du Mal 341
- norme 345
- Nouvelle Vague 238
- novlangue 65, 68
- novum 55, 76, 131, 335, 392
- noyau dur 94, 214
- nuage 97, 142, 144, 147, 148, 153, 154, 156, 175
 - de points/variables 54, 253

O

- objet 20, 39, 93, 96, 97, 197, 202, 238, 245, 298, 370
 - cartésien 200
 - céleste 392
 - complexe 191
 - crédible 89
 - esthétique 34, 45, 54, 56, 328
 - familial 212

- fonctionnel 85
 - imaginaire 21
 - individué 381, 383
 - industriel 329
 - littéraire 33
 - mathématique 100, 330
 - physique 24, 54, 56
 - politique 331
 - quantique 369-389
 - réduit 41
 - simplifié 25
 - technique 27, 236, 239, 325
 - théorique 219
 - obscurantisme antiscientifique 103
 - observateur 28, 54, 65, 255, 330, 373, 376, 378, 380-382, 386
 - observation 23, 27, 30, 38, 40, 41, 110, 123, 125, 144, 167, 181, 198, 268, 272, 336, 371, 406
 - sémantique 85
 - trompeuse 197
 - observer la Nature 346
 - obstacle 199-201
 - à l'apprentissage 107
 - épistémologique 219, 374
 - au progrès 200
 - offre et demande (loi) 263, 267, 269, 270, 279
 - oiseau de paradis 189
 - omni-jeu vidéo 233
 - one change story* 329
 - ontologie 368
 - open source* 240
 - opération technique 369
 - opinion 28, 196, 200, 201, 209, 347
 - opium du peuple 422
 - ordre 67, 197
 - en Bourse 264, 270, 275, 276, 278
 - de grandeur 110, 115, 393, 400
 - de succession 269, 329
 - or espagnol 402
 - OuLiPo 332
 - ours blanc 138, 183
 - oxymore 344
 - ozone 116, 151, 168, 184
- P**
- panfictionnalisme 34
 - parabole 38
 - paradigme 13, 30, 39, 41, 72, 210, 211, 213, 237, 347
 - biologique 365
 - dominant 29, 74, 131
 - global 210
 - local 210, 211
 - de logique totalitaire 60
 - personnel 76
 - ptoléméen 131
 - scientifique 56
 - urbain 297
 - paramètre 24, 33, 49-52, 57, 74, 96, 109, 168, 169, 253, 256, 258, 287, 305, 322, 326, 329, 360, 391, 403, 404, 409, 410
 - continu / discret 393
 - démographique 171
 - économique 267, 391, 402, 408
 - humain 54, 181, 393
 - institutionnel 327
 - libre 22, 27
 - nombre de 22, 41, 169, 229
 - orbital 155
 - pertinent 26, 41, 42, 48, 67, 171, 323, 392
 - physique 97, 392
 - psychologique 405
 - Paris 141, 142, 144, 145, 147, 154, 165, 186, 285, 286, 300, 303, 308, 314
 - Bourse de 267, 274
 - parler "avec les mains" 330, 338
 - passagers clandestins 155
 - pathos* 182, 188
 - pensée magique 177, 230, 236
 - perceptron 227
 - périphrase 71, 371

- personnage qui sonne faux 33
 pessimisme 186, 202, 336
 peste noire 96
 pétrole 71, 119, 120, 184
 phase 286
 - bourse 269, 270, 279
 - du capitalisme 429, 432
 - d'écriture 55
 - (Kuhn) 210, 222, 223
 - ondes 370, 380, 388
 - transition de 368
 philosophie naturelle 196
 phlogistique 204
 photon 233, 234, 373-375, 382, 383, 388
 - annoncé 370, 379-381
 - annonceur 380
 - échu 377, 378, 380
 - intriqués 379
 - jumeau 397
 - nombre 370, 373
 - phase 388
 - préindividuel 377, 378
 - unique 376
 - vif 378
 physicalisme 31, 97, 373
 pilote automatique 27, 52, 245
 pionnier 407, 408, 414
 - (informatique) 230
 - mentalité de 405, 411
 placement 266
 plan 37, 282, 420
 - en échiquier 302, 303, 315, 316
 - de la Nature 221
 - en quadrillage 281
 - de ville 281, 282, 292, 294, 299, 301-305, 307, 311, 315, 316
 - zoomorphe 304, 305
 plasticité 98, 100
 plastique 111, 148, 149, 152
 platonicien 20, 32, 336
 plausibilité 80, 98, 113, 126, 170-173, 178, 187, 190, 191, 360
 plus-value 266, 268, 269, 273
 poésie 19, 29, 30, 79, 331
 - (ARISTOTE) 19, 30, 383
 poétique de la science-fiction 30
 point Godwin 62
 point singulier 360
 polar 73, 74, 150
 pollution 111, 136, 153, 155, 188, 314, 359
 polyglotte (capacité) 100
 polysémie 32, 39, 107, 108
 portefeuille d'investissements 274
 Porto-Rico 129
 post-apocalyptique 113, 184, 185
 post-colonialisme 289
 post-contre-culture 230
 post-humanité 365
 post-modernisme 238
 post-singularité 352, 360, 363
 post-vérité 130
 poubelles à plastique flottantes 111
 poupée 291, 418
 poussin 203
 prédiction 27, 42, 43, 48, 49, 51, 54, 55, 57, 98, 123, 173, 249, 251, 257, 258, 352, 374
 - aberrante 366
 - à court terme 27, 51, 52
 - chiffrée 161, 168
 - des éclipses 39
 - GIEC 169, 170, 174, 193
 présentation piégée 59
 presse (grande) 183
 pression paradigmatique 19
 prise
 - de bénéfice 270
 - de conscience 32, 60, 111, 119, 129, 137, 177, 325
 privilège 324, 345
 problème
 - à N corps 25
 - ésotérique 212
 - mathématique 32
 - non linéaire 168

- de robinets 246
- sociologie 42, 54
- procédé du Soleil 143
- processus
 - complexe 97
 - de correction 197
 - de distanciation 130, 131
 - émergent 91, 92
 - d'individuation 380-386, 389
 - poétique 30
 - de simplification 42, 50
 - de spécialisation 221
 - de traduction 79
 - utopique 322
- profilage psychologique 405
- programme
 - (Lakatos) 94, 214-216, 219
 - informatique 50, 79, 256, 259
 - scolaire 61, 64, 182
 - TV 430
- progrès 203, 205
 - rationnel 214
 - scientifique 200, 213, 216, 220
 - de la vérité 201
- progression organique 204
- projection du passé 270
- projet génome humain 232
- promesse 202, 348
- prophétie autoréalisatrice 424
- propriété privée 335
- prosaique 345
- psychohistoire 44, 279, 288
- psychologie boursière 268, 269
- psychométriques (tests) 406
- publicité 66, 354
- puissance de la technique 349
 - transformatrice 325
- puits gravitationnel 399
- pulps* 323
- pulsion 120, 319
- punk 230

Q

qbit 384

quark 24, 107
 Québec 116, 132, 231, 282, 284, 285,
 303, 305, 310, 316, 322

R

ralentir 233
 rallye boursier 269-278
 ramassage des titres 272
 RAND Corporation 37
 Raphaël Hythlodée
 (personnage) 338, 341, 342, 344
 rayonnement solaire 114, 116, 119
 raz-de-marée 140, 148, 150
 réaction en chaîne 169, 161, 165
 réaction haussière 272
 réalité 14, 32, 38, 39, 48, 49, 52, 65,
 78, 94, 126, 137, 150, 178, 191, 201-
 203, 215, 221, 223, 245, 282, 291,
 300, 301, 323, 324, 336, 337, 342,
 347, 382, 423
 - approximation de 207
 - augmentée/virtuelle 225,
 226, 431
 - complexité 13, 67
 - empirique 33
 - extérieure 20, 21, 74
 - factuelle 30
 - historique 53
 - individuée 368
 - objective 28
 - quantique 374
 - physique 21, 372, 374, 382
 - préindividuelle 368, 387
 - scientifique 234
 - sociale 230
 - sous-jacente 38
 réalisation particulière 22
 réalisme 302, 316, 399, 424
 - contextuel 381
 - économique 402
 - manque de 302
 réchauffement climatique 98, 111,
 112, 127, 135, 148, 150, 155, 172,
 173, 177, 185

- récit 19, 30, 38, 44, 46, 47, 52, 55-62,
 65-78, 80, 86, 98, 109, 116-120, 125,
 133, 137, 139, 164, 171, 179, 182,
 215, 241, 284, 287, 297, 298, 324,
 327, 329, 330, 331, 344, 357, 363,
 369, 398, 404, 409
 - catastrophe 117, 118, 122
 - climatique 128
 - *cyberpunk* 60
 - dickien 359
 - dystopique 294
 - éco-climatique 183
 - épique 68
 - historique 19, 20
 - intelligible 30
 - moral 38
 - mosaïque 132
 - mythique 360
 - parascientifique 157
 - prospectif 384
 - quantique 381-388
 - de révolte 118
 - spéculatif 172
 - utopique 328
- reconnaissance
 - dans le réel 66
 - visuelle 227
- rectification de l'erreur 206
- recyclage 125, 238
- réductionnisme cartésien 197
- réfutation 209
- règle 45, 74, 77, 195, 235, 243, 293,
 307, 318, 325, 328, 329, 380
 - commune 91
 - formelle 181
 - physique 74
 - de pureté 284
 - réifiée 325
 - de Webb 100
- règlement mensuel 274
- régularité statistique 368
- régulateur à boules 174
- relativité
 - du mouvement 130
 - einsteinienne 29, 30, 218, 222
- remparts quadrangulaires 302
- Renaissance 282, 303-305, 333, 335,
 339
- renormalisation 375
- représentations 39, 41, 46, 59, 61,
 70, 72, 207, 229, 237, 240, 241, 258,
 286, 289, 330, 332, 360, 365, 414
 - culturelles 179
 - *cyberpunk* / *cyberspace* 226,
 233, 243
 - du réel 19, 21, 23, 48, 49
 - du monde physique 24, 384
 - scientifique 27
 - simplifiée 25, 40, 288
 - de la société 347
 - de soi 357
 - de systèmes clos 53
 - théorèmes de 31
 - de la ville 287, 318
- reproductible 40
- réseau de neurones 227
- ressources 44, 49, 61, 105, 114, 145,
 183, 184, 291, 346, 353, 392, 396,
 399, 400, 403, 404, 414
- retournement des cours 268, 270-
 273, 276
- rétroaction 54, 174, 175, 227, 233,
 243, 357
- rétroprédiction 52
- révolution scientifique 30, 39, 55,
 171, 210, 212-214, 216, 221
- risque calculé 162
- robot qui ne se sait pas robot 358
- roi-philosophe 336
- roman 13, 46, 47, 55, 72, 73, 75, 80,
 87, 105, 109, 126, 150, 190, 294,
 391, 398, 432
 - d'apprentissage 60
 - d'aventures 69, 70
 - à thèse 180
 - écocatastrophiste 184
 - *hard SF* 76
 - historique 74

- illisible 331
- policier 74
- politique 186
- rouage 91, 340, 349, 420
- RPAA 312, 313
- rupture 176, 184, 203, 216-220, 222, 326, 342, 349, 354, 355, 360

- S**
- salle de marché 264, 274
- santé 182, 284, 306, 417
 - de l'esprit 307
- Santorin (volcan) 121
- Saros (cycle de) 41
- savant fou 115, 237
- Saturday Evening Post* 411
- scénario 117, 129, 166, 177, 178, 180-182, 360, 380, 392
 - climatique 112, 129, 133, 136, 138, 141, 155, 398
 - conquête spatiale 399, 408
 - faisceau de 33
 - GIEC 125, 129, 169, 170, 172, 177, 191
 - de guerre nucléaire 37
 - particuliers 34
 - plausible 33, 113, 123, 169-173, 191
 - (post-)apocalyptique 113, 157, 182, 185
 - singulier 171-173, 178
- science 13, 19, 20, 25, 50, 79, 80, 98, 99, 112, 170, 181, 182, 190, 195, 196, 204, 207-210, 213, 215, 216, 218-222, 234, 237, 240, 243, 284, 328, 333, 364, 421, 423
 - coût 403
 - du droit 348
 - dures 43, 54, 56, 100, 177
 - empiriste 20, 21
 - foi en la 164
 - incantation à 120
 - du langage 79
 - de la matière 21
 - mathématisée 245
 - à maturité 94
 - normale 210-212, 214, 220
 - observationnelle 234
 - physique 202-204
 - politique 171
 - qui n'existe pas encore 38
 - religion de 256
 - du singulier 99
 - de la vie 97
 - de la ville 310
- scientifique idéal 28
- séance (de la Bourse) 267, 268
- seconde révolution quantique 389
- segment didactique 238
- ségrégation 92, 285, 289, 290, 296
- sélection
 - naturelle 406
 - naturelle 285
 - des hypothèses 208
 - naturelle 98, 189, 190, 208
 - sexuelle 189
- sémantique (relation) 85
- sensibilité aux conditions
 - initiales 93
- sérialité 324, 325
- seuil 235, 260, 276, 316
 - effet de 175, 402
- SF
 - âge d'or 237, 238, 242
 - apocalyptique 157
 - d'aventure 68
 - classique 414
 - climatique 113, 132, 186, 187
 - démarche 44
 - de gadget 298
 - logique 57, 58
 - programmatique 325
 - sérieuse 128
 - technophile 188
 - terminologie 80
 - urbaine 309
- SF lovers* 231
- Sibérie 132, 138, 144, 147, 432

- siècle des Lumières 349
 signaux d'achat 275
Silicon valley 128, 197
SimCity 296
 simplification 13, 24, 33, 38, 41-43,
 50, 78, 223, 298, 321
 - abusive 354
 - = modèle 298
 simulation 22-30, 51, 65, 66, 71, 98,
 123, 225, 297
 - d'humains 408
 - quantique 373
 singularité
 - einsteinienne 382
 - (mathématique) 38, 354, 366
 - (vingienne) 237, 352, 355, 356,
 358-365
 sociabilité humaine 346
 socialisme dictatorial 96
 société 32, 46, 53, 55, 56, 68, 73, 80,
 95, 98, 106, 122, 135, 138, 145, 146,
 158, 156, 177, 181, 183, 188, 239,
 263, 322, 323, 325, 328, 337, 339,
 344, 346, 347, 351-354, 362, 391,
 394, 402, 404, 405, 413, 419
 - alternative 334
 - d'abondance 292, 402
 - communiste 326
 - électronique 226
 - féodale 142
 - galactique 279, 288
 - haute 241
 - d'inégalités 363
 - parfaite 326, 333
 - paternaliste 142
 - ploutocratique 346
 - post-pénurie 326
 - technologique 396
 - secrète 365
 - utopique 327
 - western 225
 sociologie 54, 92, 94, 104, 168, 171,
 333
solarpunk 186, 187
 soleil 41, 127, 133, 135, 138, 139,
 141-146, 151, 155
 Solvay (congrès) 368
 son du canon 279
 souveraineté 346, 349, 426
space op 104
 SpaceX 396, 397, 403
 spécialisation/spécialistes 168,
 212, 221, 222, 236, 365
 spectre autistique 228
 stagnation 199-201, 220
 stimulation bosonique 387
 stratégie didactique 59
 stockage des données 227, 233
stream of consciousness 102
 substantialisme 219, 368
 superarme 115
 superingénieur 127
 supervirus 124, 172, 173
 support 56, 179
 surpopulation 293, 398
 suspense 329
 symbole 66, 68, 204, 342, 345, 425
 synchronisation 100, 297
 syntaxe 176, 181
 système 73, 76
 - capitaliste 417, 420, 427
 - chaotique 170
 - complexe 42, 77, 78, 91-108,
 174, 175
 - grand 196, 197
 - de référence 57, 72
 - solaire 41, 48, 49, 142, 393,
 398, 401-403, 407, 411, 414
 - totalitaire 60, 71
- T**
- tableau noir 229
 taser 242
 taudis 305
 technologie fermée 242
 technophile (SF) 188
 technoscientifique 120
 téléphone portable 233

- téléréalité 406
- temps
- action dans le 254
 - apories du 78
 - d'arrivée 380
 - caractéristique 56, 267, 271
 - chronos 321
 - configuré/préfiguré 382
 - intrication 379
 - (météo) 170
 - d'ordinateur 40, 362
 - partiel 300
 - propre 382
 - raisonnable 226, 227
 - de réaction 269
 - réel 40, 51, 241, 264, 268, 271, 274, 369
 - de réflexion 369
 - significatif 22
- tension
- ambiance 164
 - (entre modélisation et réalité) 57, 101
 - utopique 322
- terminaison absolue 185
- terraformation 129, 176, 392, 400
- Terre
- avenir sur 122
 - axe 114, 115, 140, 142, 151, 156
 - climat 174
 - déshydratation 135
 - orbite 115, 138, 140
 - plate 120, 130
 - réchauffement 146, 150, 154
 - refroidissement 132, 150
 - rotation 141, 143, 156
 - autour du Soleil 109, 130
 - sous 144, 145
 - surpopulation 293, 398, 401
 - transformation 326
 - tremblement 174
 - tour de 132
 - vie sur 157, 163
 - vue de l'espace 129
 - vénusformation 129, 400
- test
- nucléaire 157
 - d'une observation 48
 - psychométrique 406
- texte créatif 79
- théorème de représentation 31
- théoriciens de la littérature 31
- théorie
- *ad hoc* 206
 - axiomatisée 328, 329
 - cinétique des gaz 377
 - émergence d'une 42
 - de l'évolution 215
 - fausse 206, 207
 - de Galilée 206
 - horizon d'attente 62
 - des jeux 37
 - de la lecture 43
 - limites 27
 - littéraire 43
 - mathématique 32, 74, 75
 - de la mesure 373
 - des modèles 31
 - du phlogistique 204
 - physique 202, 203, 205, 217, 258
 - prédictions 27
 - quantique 165, 370
 - quantique des champs 368, 375, 388
 - qui n'existe pas encore 25
 - qui sauve les apparences 257
 - de la réalisation 252, 258
 - de la relativité 24, 31, 222
 - révolutionnaire 209
 - du roman 72
 - du signal 39
 - successives 207
 - des systèmes 108, 254, 255
 - des textes possibles 179
 - de la valeur 328
 - validation/validité 29, 48
 - *vs.* faits 28

thermodynamique 28, 168, 385
 - (approche) 279
 Tintin (personnage) 63, 411
 toponymie 347
 totalitarisme 60, 61, 64-69, 72, 73
 tournant psychologique 103
trader 264, 271
 tradition 203, 341
 Trait-Carré (lieu) 282, 303
 traitement automatique du langage 79
 traitement autoritaire 180
 transfert sémantique 82
 transhumanisme 351, 355, 356, 365
 transition de phase 368
 transmutation nucléaire 159, 160
 transversalité 14, 191
 Trantor 288, 310
 tremblement de terre 140, 174
 tyrannie 118

U

uchronie 30, 38, 94-96, 322, 347
 ultralibéralisme 427, 428
 urbanisme 290, 292, 293, 304, 306, 308-312, 315-318
 utilitariste 181
 utilité 172, 180, 304, 420
 utopie 53, 302, 321-329, 331, 334-336, 355
 - de Ledoux 305
 - des Lumières 342
 - mathématique 328, 329, 331
 - résidentielle 316
 - savante 331
 utopiste 147, 308, 311, 334
 UV 152

V

Vaillant petit tailleur 237
 Vaire (rivière) 40
 vaisseau-arche 292, 392
 valeur 67, 198, 326, 415
 - américaine 186

- booléenne 227, 370
 - (bourse) 266-270, 273-277
 - chrétienne 341
 - édifiante 77
 - économique 268, 269
 - intrinsèque 268, 269
 - objective 267
 - d'un paramètre 22, 27, 50, 51, 57, 253, 373
 - pédagogique 27
 - précise 170
 - prédictive 273
 - statistique 382
 - des symboles 68
 - théorie de 328
 variations cycliques 275
 véhicule 83, 85, 87, 139, 289, 315, 423
 - science-fictionnel 82
 vendredi noir 264
 verdure 283, 307-309
 vérité 30, 129, 201, 204, 207, 245, 300, 338, 344
 - historique 344
 - indiscutable 205
 - post-vérité 130
 - ultime 258
 vexation narcissique 354, 356
 viabilité 302
 vie moderne 308
 vif (photon) 378, 380, 381, 383, 384
 ville 46, 92, 127, 132, 143, 145, 146, 149, 286, 287, 294, 295, 299, 300
 - abandonnée 123
 - aberrante 288
 - *alien* 293
 - de l'ancien monde 285
 - augmentée 300
 - autarcique 294
 - circulaire 303
 - de compagnie 305
 - ville-concept 301, 315
 - concrète 299
 - de compagnie 305

- décor 290
 - de l'ancien monde 285
 - écologique 318
 - en étoile 282, 303
 - enfouie 287
 - européenne 285
 - expérimentale 314, 319
 - fonctionnelle 311
 - futuriste 282
 - idéale 281, 285, 291, 302-304, 306, 308, 317
 - imaginaire 281
 - linéaire 312
 - modèle 281, 284, 285, 287, 288, 290, 292, 297, 298, 300, 302, 307, 310, 317, 319
 - nouvelle 281, 290, 302, 304, 305, 307, 310, 314, 316
 - organique 296
 - où l'on vit 316
 - planète 288
 - planifiée 285, 299
 - rêvée 299
 - science-fictionnelle 295
 - ségrégationniste 289
 - socialiste (*sotsgorod*) 312
 - sous globe 150
 - spatiale 297
 - train-ville 114
 - virtuelle 225, 226, 286
 - virtualisation de l'économie 429
 - virtuose du clavier 239
 - virus 124, 125, 172, 173, 184
 - informatique 239
 - vitalisme 97
 - vitesse
 - de calcul 233
 - de libération 159
 - supraluminique 153
 - de télétransmission 264
 - de traduction 227
 - de traitement humain de l'information 355
 - ultra-relativiste 28, 382
 - Vivagora 182
 - voyage 103, 292, 393, 396, 403
 - Christophe Colomb 402
 - longue durée 405
 - sans retour 407
 - spatial 87, 125, 191, 241
 - ultra-relativiste 28
 - vers la Lune 186, 407, 411, 419, 420
 - vers Mars 430
 - virtuel 432
 - voyeurisme 185
 - vulgarisation 78, 112, 394
 - V2 393, 410
- W**
- Wikipédia 72
 - Wired* (revue) 125
 - world-building 33
 - WordPress (logiciel) 240
- X-Y**
- yeux rouges 226
- Z**
- zonage 284, 285, 302, 311, 314
 - zoomorphisme 305
- 2CV 239, 240

CRÉDITS ICONOGRAPHIQUES :

Couverture : conception A. Arnal, à partir d'un dessin de Gotlib (d.r.).
 pp. 7 & 16 : citation de Gotlib (d.r.) ; pp. 15, 17, 18, 36, 90, 320, 350, 435 & 437 : clichés © A. Arnal ;
 p. 16 : affiche © Physique à Nice, conception A. Arnal ; p. 19 : couverture © éd. Mille et une nuits ;
 pp. 20 & 23 : schémas © É. Picholle ; p. 22 : citation d'un album de Fred, © Dargaud ; p. 26 : cliché © E. Blanquet ;
 p. 40 : cliché © Nice-Matin (d.r.) ; p. 43 : couv. illustration de G. Schrimpf, © Livre de Poche ;
 pp. 44 & 111 (à g.) : couv. illustration de J. Bodin, © Folio ; p. 45 : couv. © B. Froud ; p. 50 : couv. © Open Road ;
 p. 53 : couv. illustration de J.-M. Nicollet, © Nouvelles Éditions Oswald ; pp. 58 & 149 (en bas) : couv. illustration de Caza,
 © J'ai Lu ; p. 50 : couv. illustration de L. Woods, © Nota Bene, Québec ; p. 61 : couv. illustration de J. Gourmelin, © Folio ;
 pp. 63 (à g.) & 397 : affiche © M.G.M. prod. ; à dr. : affiche © George Pal prod. ; p. 71 : couv. illustration de J. Tierney,
 © Ace Books ; p. 81, à g. : couv. Illustration de W. Siudmak, © J'ai Lu ; à dr. : couv. illustration de Jean-Paul Théodule,
 © France Loisirs ; p. 83, à g. : couv. illustration de G. C. Davies, © New English Library (NEL) ;
 à dr. : couv. illustration de S. O'Connell, © Hodder ; p. 84 : tableau © A. Ray ; p. 88 : couv. © J'ai Lu ;
 pp. 95 (haut), 99 (à dr.), 101, 111 (à dr.), 152, 153, 233, 264 (à g.), 353 & 384 : couv. illustration de Manchu,
 © Livre de Poche ; pp. 95 (bas) & 176 (à dr.) : couv. illustration de G. Francescano, © L'Atalante ;
 p. 96 : couv. illustration de H. Liévens, © éd. Marabout ; p. 99, à g. : couv. illustration d'A. Brion, © Bragelonne ;
 p. 104, à g. : couv. illustration D. Hofstadter, © Basic Books ; à dr. : affiche © HBO ; p. 115, à g. : couv. illustration
 de W. N. Greene, © Doubleday ; à dr. : couv. cliché DoD (USA), © Univ. Massachussets Press ; p. 117, à g. : affiche
 © Snowpiercer prod. ; à dr. : couv. cliché M.-C. Béguet, © Somnium ; p. 118 : couv. © Jardin des livres ;
 pp. 119 & 407 (à dr.) : affiche © Columbia Pict. ; p. 121, à g. : couv. illustration de V. Berthemet, © Garnier-Flammarion ;
 à dr. : couv. illustration de Mœbius, © Lefrancq ; p. 122 : affiches © Stanley Kramer prod. (à g.) & © Flight 33 prod. (à dr.) ;
 p. 124 : couv. illustration de S. Swinter, © J'ai Lu ; pp. 126 & 153 (haut) : couv. © Folio ; p. 127 : couv. illustration
 de T. Csernus, © J'ai Lu ; p. 128, à g. : couv. illustration de Picomodi, © Mnémos ; à dr. : affiche © xxth Century Fox ;
 p. 129 : couv. © Mame éd. ; pp. 134 (à g.), 137 & 207 : couv. © Hermann ; à dr. : couv. illustration de C. J. Vernet,
 © Presses Un. Saint-Étienne ; pp. 139 & 241 : couv. illustration de W. Siudmak, © Presses Pocket ;
 p. 143 : couv. illustration de H. Brouant, © Hachette ; p. 145, à g. : couv. illustration de J. A. Dupuich,
 © Le Livre de Paris éd. ; pp. 145 à dr. & 209 : couv. © Gallimard ; pp. 146 & 149 (en haut à dr.) : couv. illustration
 de S. Dumont, © Denoël ; p. 147 : couv. illustration de S. Lecomte, © Publie.net éd. ; p. 147 : couv. illustration
 de S. Lecomte, © Publie.net éd. ; p. 149, en haut, à dr. : couv. illustration de W. Sidmak, © Presses Pocket ;
 p. 150 : couv. illustration de P. Demuth, © Fleuve Noir ; p. 154 : couv. illustration de B. Munoz, © J'ai Lu ;
 p. 157 : cliché U.S. Army (d.p.) ; p. 159 : couv. © Somnium ; p. 160 : cliché Lawrence Berkeley National Laboratory (d.p.) ;
 p. 164 : cliché Argonne National Laboratory (d.p.) ; pp. 166 & 362 : planches © Randal Monroe, *xkcd.com*,
 usage pédagogique (d.r.) ; p. 176, à g. : couv. illustration de L. Rosenblatt, © Ballantine éd., New York ;
 p. 178 : couv. illustration de M. Tardito, © Presses Pocket ; p. 181 : couv. illustration Les Graphoïdes
 © Le Passeur éd., Québec ; pp. 185 & 238 : affiches © Warner Bros ; p. 187 : couv. illustration de Zariel © Actu SF éd. ;
 p. 191 : affiche © Alcon Entertainment prod. ; p. 198 : couv. origine Wikipédia Commons (d.p.) ;
 pp. 203 & 216 : couv. © Vrin ; p. 205 : couv. illustration de C. Chambeau, © Flammarion ; p. 211 : couv. © Flammarion ;
 p. 222, 244, 261 & 280 : portraits par J.-J. Régnier, avec son aimable autorisation ; p. 228 : couv. © Denoël ;
 pp. 232 & 281 : couv. © Seuil ; pp. 235 & 399 (à g.) : couv. © Livre de Poche ; pp. 246, 248, 251, 259 & 280 : schémas
 © C. Lobry ; p. 264, au centre : couv. © Garnier-Flammarion ; à dr. : couv. illustration de P. Adamov, © Livre de Poche ;
 p. 265 : couv. © Princeton Univ. Press ; pp. 277 & 278 : schémas © J. Picholle ; pp. 282, 302 & 319 : documents origine
Wikipédia Commons (d.p.) ; p. 283 : couv. © Sens & Tonka éd. ; p. 284 : illustrations de Léon Benett (d.p.) ;
 p. 287 : couv. © Hachette ; p. 289, à g. : couv. © Presses Pocket ; à dr. : *idem*, illustration de C. Miéville ; p. 291 : affiche
 © Sydney Kimmel Entertainment prod. ; p. 295 : couv. © Zulma éd. ; p. 297 : affiche © Mystery Clock Cinema prod. ;
 p. 300 : couv. © Vermillon éd., Canada ; p. 307 : couv. illustration de F. Schuiten © Livre de Poche ; p. 313 : couv.
 © M.I.T. Press ; p. 315 : couv. illustration de G. Francescano © Fleuve Noir ; p. 327 : couv. © Milady éd. ;
 p. 339 : couv. illustration d'A. Holbein © Aden éd., Belgique ; p. 343 : couv. illustration de L. van Valkenborgh © Larousse ;
 p. 358 : affiche © Skydance prod. ; p. 363 : affiche © Mythology Entertainment prod. ; p. 369, à g. : couv. © Klincksieck éd. ;
 à dr. : source cliché : site <http://gilbert.simondon.fr/> (d.r.) ; p. 371 : couv. © Sciences & Avenir ; p. 372 : couv.
 © Jérôme Million éd. ; p. 379, en haut : couv. © La Recherche ; en bas : cliché source Wikiwand, *Creative Commons* ;
 p. 385 : illustration de H. S. Lefl, © Institute of Physics (usage pédagogique, d.r.) ; p. 388 : citation de « The Talk »,
 © S. Aaronson & Z. Weinersmith ; p. 395 : affiche © Mosfilm prod., U.R.S.S. ; p. 396 : cliché promotionnel © SpaceX ;
 p. 399, à dr. : couv. illustration de M. Winkelmann © Actes Sud ; p. 401 : couv. © Free Press ; p. 407, à g. : affiche
 © Levens prod. ; p. 409 : couv. illustration d'A. Police, © Béliat' éd. ; p. 413, à g. : couv. illustration de J.-M. Jasienko,
 © Denoël ; au centre : couv. illustration de S. Blair © ActuSF éd. ; à dr. : affiche © AMC prod. ; p. 416 : couv.
 © Envikabook ; p. 417 : couv. illustration de H. Leblan © Folio ; p. 418 : couv. © Mnémos ; p. 420, à g. : couv. illustration
 de SPARTH © Presses Pocket ; à dr. : couv. © Marabout. p. 423, à g. : couv. illustration de J. Vouillon © J'ai Lu ;
 à dr. : couv. illustration de P. Faucheux © Livre de Poche ; p. 424 : couv. illustration de F. Demange © Presses Pocket ;
 p. 425 : couv. © Debolsillo ; p. 431 : couv. cliché NASA © Presses Pocket ; p. 441 : cliché © J.-J. Régnier ;
 p. 489 : cliché © U. Bellagamba, 2007.

Lieu magique, Peyresq n'est pourtant Peyresq que grâce à ceux qui y prennent soin de nous et, année après année, sont devenus des amis – merci et bravo, une fois de plus, à notre chère Sylviane et à son équipe parfaite. Merci également à l'association responsable de cette hétérotopie, l'ABSL *Nicolas-Claude Fabri de Peiresc*, à tous ceux qui l'animent, à commencer par Michel et Monique Berlo, ainsi qu'à ceux qui ont la gentillesse de mettre leurs maisons à notre disposition.

Un projet tel que les *Journées interdisciplinaires Sciences & Fictions de Peyresq* ne se concevrait pas sans le soutien et la participation active d'un grand nombre d'organismes. Les organisateurs tiennent à remercier Université Côte d'Azur, l'INSPÉ d'Aquitaine et l'Université François-Rabelais de Tours, la Maison des Sciences de l'Homme et de la Société Sud-Est ainsi que les laboratoires LACES (Bordeaux), CRHI (Nice) et INPHYNI (Nice).

Cette édition consacrée à la modélisation a tout particulièrement bénéficié du soutien de la Maison de la Modélisation, de la Simulation et des Interactions de l'UCA, que nous remercions ainsi que son directeur, le Prof. Stéphane Descombes, dans le cadre d'un projet SUNSET de l'IDEX UCA JEDI ; de même, de l'Axe 5 de la MSHS Sud-Est.

Nous remercions Claudia Boursier, qui a mis en place le site internet de nos journées, et Anouk Arnal, qui s'est chargée de la conception et de la réalisation de ces actes.

Merci enfin à tous les Peyrescans pour leur enthousiasme et les feux d'artifice qui font la qualité des débats autant que l'ambiance unique de ces journées.

Une pensée enfin pour notre ami peyrescan trop tôt disparu, Roland Wagner, à l'œuvre duquel les journées *Sciences & Fiction 2020* auraient dû être consacrées, au moment même où nous bouclons ces actes. L'esprit de la Commune vit toujours dans notre village bien réel.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES DÉTAILLÉE	7
AVANT-PROPOS	13
PRÉAMBULE : Le Modèle n'est pas le territoire <i>par</i> Éric Picholle	19
SESSION 1 : Modéliser le futur : prospective, anticipation, modélisation <i>(lancement : Pascal J. Thomas)</i>	37
SESSION 2 : Techniques de modélisation narrative <i>(lancement : Simon Bréan)</i>	57
ARTICLE : Traduire la terminologie de science-fiction : réflexions sur une modélisation <i>par</i> Alice Ray	79
SESSION 3 : Systèmes humains complexes <i>(lancement : Franck Grammont)</i>	91
SESSION 4 : Récits et apocalypses climatiques <i>(lancement : Frédérique Rémy)</i>	109
ENCADRÉ 1 : <i>Fiction ou scénario scientifiquement fondé ?</i>	123
ENCADRÉ 2 : <i>Quelques catastrophes climatiques originales</i>	132
ARTICLE : Le Jour où les immeubles s'arracheront comme les carottes <i>par</i> Frédérique Rémy	133
ARTICLE : L'Essai nucléaire Trinity (1945) et les risques d'embrasement de l'atmosphère : entre spéculations SF, modélisation scientifique et hubris <i>par</i> Éric Picholle	157
SESSION 5 : Faisceaux de scénarii plausibles : quel rôle pour la narration climatique ? <i>(lancement : Éric Picholle)</i>	167
ENCADRÉ 1 : <i>Un exemple de modélisation scientifique : les stations d'épuration</i>	175

ARTICLE : Modèles du développement scientifique <i>par Jean-Luc Gautero</i>	195
SESSION 6 : Du cyberpunk aux Big Data <i>(lancement : Claude Ecken)</i>	225
ENCADRÉ : <i>Les réseaux avant les réseaux</i>	231
ARTICLE : Le Sphinx et l'automaticien <i>par Claude Lobry</i>	245
ARTICLE : Rallyes haussiers : aucun arbre ne monte jusqu'au ciel ! <i>par Jean Picholle & Anne Rosfelter</i>	263
SESSION 7 : Villes-modèles <i>(lancement : Jean-Louis Trudel)</i>	281
ARTICLE : Les villes imaginaires : de l'art à la technique <i>par Jean-Louis Trudel</i>	299
SESSION 8 : Utopies et modèles politiques : les cas-limites de la SF <i>(lancement : Ugo Bellagamba)</i>	321
ARTICLE : Sortir du Modèle au nom de l'Idéal : le cas emblématique de l'Utopie de Thomas More (1516) <i>par Ugo Bellagamba</i>	333
SESSION 9 : Après la Singularité <i>(lancement : Daniel Tron)</i>	351
ARTICLE : Le récit quantique, un processus d'individuation ? <i>par Éric Picholle</i>	367
SESSION 10 : Les paramètres de la conquête de l'espace <i>(lancement : Estelle Blanquet)</i>	391
ENCADRÉ : <i>La science-fiction, clef américaine de la conquête de l'espace</i> <i>par Éric Picholle</i>	410
ARTICLE : Mars et les rêves du Capital <i>par Jean-Luc Gautero</i>	413
ANNEXES	435



L'Esprit de la Commune vivra éternellement dans nos cœurs virtuels

Éditions du Somnium

Imprimé en octobre 2020
par Copy-Media, F-33610 Canejean
dépôt légal : novembre 2020
ISBN : 978-2-918696-01-8



