

futuribles

L'anticipation au service de l'action

Les prévisions énergétiques

**Science, science-fiction
et innovation**

Hommage à Thomas More

futuribles

L'anticipation au service de l'action

REVUE BIMESTRIELLE

47, rue de Babylone - 75007 Paris - France

Tél. + 33 (0)1 53 63 37 70 - Fax + 33 (0)1 42 22 65 54

E-mail revue@futuribles.com - Site Internet www.futuribles.com

COMITÉ D'ORIENTATION

Pierre Bonnaure, Dominique Bourg,
Jean-François Drevet, Jean-Pierre Dupuy,
Hubert Landier, Corinne Lepage, Jacques Lesourne,
Pierre-Jean Lorens, Eleonora Masini, Robert Rochefort,
Joël de Rosnay, Alioune Sall,
Hedva Sarfati, Jacques Testart

COMITÉ DE RÉDACTION

Sébastien Abis, Julie Bouchard, Jean-Yves Boulin,
Gilbert Cette, Pierre-Yves Cusset, Julien Damon,
Elvire Fabry, Charles du Granrut, Bruno Hérault,
Marthe de La Taille-Rivero, Céline Laisney,
Alain Michel, Pierre Papon, Alain Parant,
André-Yves Portnoff, Jacques Theys

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : François de Jouvenel

RÉDACTEUR EN CHEF : Hugues de Jouvenel

RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE - SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

Stéphanie Debruyne

RÉDACTION : Cécile Désaunay, Laurie Grzesiak

ASSISTANTE : Aude Houguenague

SECRÉTAIRE GÉNÉRALE : Corinne Roëls

ABONNEMENTS - DIFFUSION : Hélène Vioujard

CORRECTRICE : Anne De Beer

	ENSEIGNANTS		
ABONNEMENT PAPIER	1 AN	2 ANS	ÉTUDIANTS
(TVA 2,1 % incluse)	(6 n°)	(12 n°)	1 AN
France et autres pays	115 €	199 €	58 €

ABONNEMENT WEB (TVA 2,1 % incluse)	1 AN
(6 numéros par an + archives depuis 1975, texte intégral)	
1 à 10 postes	225 €
Au-delà de 10 postes	sur devis

PACK PAPIER + WEB	1 AN
1 ABONNEMENT PAPIER + 1 ABONNEMENT WEB	
(TVA 2,1 % incluse, 1 à 10 postes, 6 numéros par an + archives depuis 1975, texte intégral)	
France et autres pays	280 €

LE NUMÉRO : 22 € (tous pays, port inclus)*

*Les numéros antérieurs au 392 sont à 14 €
sauf les 343, 354, 365, 376, 383 et 387 qui sont à 19 €

Les articles signés expriment l'opinion des auteurs et pas nécessairement celle de Futuribles. Tous droits de reproduction, même partielle, par quelque procédé que ce soit, réservés pour tous pays.

© futuribles Sarl 2017

Actionnaires principaux : Hugues de Jouvenel, Corinne Roëls

Commission paritaire n° 0521 D 80574 - ISSN 0337-307X
Bialec S.A.S., 23 allée des Grands Paquis, 54180 Heillecourt, France
Dépôt légal n° 88824 - JANVIER 2017

Principale revue de prospective en langue française à caractère réellement interdisciplinaire, *Futuribles* analyse ce qui peut advenir (les futurs possibles) et ce qui peut être fait (les politiques et les stratégies) vis-à-vis des grands défis du futur.

Au sommaire des derniers numéros

n° 413

- **Eau, alimentation et climat**
- **Le droit d'asile en Europe**
- **Science-fiction et prospective**
 - **Panorama des œuvres d'anticipation**
 - **Exploration de ruptures sociales et extension du champ des possibles**
 - **Le rapport homme-nature au prisme de la science-fiction**

n° 414

- **Renouveau des utopies urbaines**
 - **Comment une terre devient créative**
 - **Fablabs urbains versus think-tanks**
 - **Les nouveaux producteurs d'utopies**
 - **Comment les pays du Sud réinventent l'urbanisme**
 - **Villes intelligentes : utopie ou réalité ?**

n° 415

- **Futurs possibles 2030-2050 : tendances lourdes, signaux faibles, incertitudes**
 - **Ressources naturelles : les limites revisitées**
 - **Vers une économie sans croissance ?**
 - **Sept défis pour les entreprises et le travail**
 - **Les nouvelles frontières de la science**
 - **Géopolitique : acteurs et conflits de demain**
 - **Population, éducation, santé, modes de vie...**

Pour trouver le magasin de presse qui diffuse *Futuribles*, rendez-vous sur le site Internet www.trouverlapresse.com

Les articles de la revue *Futuribles* sont indexés dans Public Affairs Information Service (PAIS) Bulletin, CAB Abstracts, CSA Political Science and Government: A Guide to Periodical Literature, World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts, Références, Généralis, Delphe, Sociological Abstracts, IBZ (Internationale Bibliographie der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Zeitschriftenliteratur), Scopus.

Toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, de la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite (article L. 122-4 du Code de la propriété intellectuelle - CPI) et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Code de la propriété intellectuelle, article L. 122-5). L'autorisation de reproduire, dans une autre publication (livre ou périodique), un article paru dans la présente publication doit être obtenue auprès de l'éditeur : Hélène Vioujard, Futuribles, 47 rue de Babylone, F-75007 Paris, tél. : 33 (0)1 53 63 37 70, fax : 33 (0)1 42 22 65 54, e-mail : hvioujard@futuribles.com. L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie ou électroniques dans le cadre d'un panorama de presse diffusé sur Intranet doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, F-75006 Paris, tél. : 33 (0)1 44 07 47 70, fax : 33 (0)1 46 34 67 19, e-mail : contact@cfcopies.com.

futuribles

NUMÉRO 416 • JANVIER-FÉVRIER 2017

- Le goût de l'avenir** 3
Hugues de Jouvenel
- Le prix de l'énergie demain** 5
Une analyse du système, des acteurs et des facteurs d'évolution
Jean-Marie Chevalier
- Les prévisions énergétiques et leurs aléas** 23
Rodolphe Greggio et Benoît Mafféi
- Science et science-fiction, un duo détonant** 39
Roland Lehoucq
- Science-fiction et innovation** 55
Thomas Michaud
- Un regard sur la genèse de la prospective** 67
À propos de l'ouvrage d'Elke Seefried, Zukünfte. Aufstieg und Krise der Zukunftsforschung 1945-1980
Corinne Roëls

FUTURS D'ANTAN

- Bon anniversaire, Thomas More !** 73
Nicole Morgan

TRIBUNE EUROPÉENNE

- Le casse-tête de la fiscalité en Europe** 87
Apple et l'Irlande : un cas exemplaire
Jean-François Drevet

ACTUALITÉS PROSPECTIVES

- 95
Compétitivité des énergies renouvelables électriques / Vers un droit spécifique pour les robots ? / Les IDE chinois basculent vers le Nord / Véhicules autonomes : coup d'accélérateur / Vers la création d'un Web soutenable ? / Vers un système de communication quantique ? / Inde-Pakistan : l'eau, arme de représailles ?

BIBLIOGRAPHIE

- 111
P.N. Howard, Pax Technica: How the Internet of Things May Set Us Free or Lock Us Up / R. Felli, La Grande Adaptation. Climat, capitalisme et catastrophe / J. Wajcman, Pressed for Time: The Acceleration of Life in Digital Capitalism / J. Tirole, Économie du bien commun / D. Shambaugh, China's Future / Y. Blanc, Après le Léviathan. L'État dans la grande transition.

ABSTRACTS

125

LE GOÛT DE L'AVENIR

L'éditorial d'Hugues de Jouvenel

Bonne et heureuse année à nos lectrices et à nos lecteurs ! Et bon anniversaire à Thomas More et à son Utopie, qui fut publiée voici précisément 500 ans et qui invitait alors ses lecteurs à tourner la page d'un passé qu'il estimait révolu et à se représenter l'avenir comme une chance. J'y reviendrai tant l'angoisse du futur aujourd'hui nous hante, tant il est nécessaire, sans naïveté cependant, d'y réintroduire un peu d'espoir.

Ce numéro de la revue Futuribles porte essentiellement sur trois sujets : les prévisions énergétiques, la science-fiction et les rapports que celle-ci entretient avec la recherche scientifique et technique et l'innovation, l'utopie de Thomas More et les enseignements que l'on peut en tirer pour l'avenir. Mais cela, bien sûr, ne saurait détourner l'attention de nos lecteurs des autres articles et, par exemple, de la tribune européenne consacrée à un vrai sujet d'avenir : la capacité de nos vieilles institutions publiques et de la jeune Commission européenne à faire entendre raison aux géants du Web pour lesquels, depuis longtemps, les frontières n'existent plus, sauf lorsqu'il s'agit de trouver des paradis fiscaux.

Sur les perspectives énergétiques, vu les inerties existant du côté tant de l'offre que de la demande, une réflexion à vraiment long terme s'impose. Mais elle est d'autant plus difficile qu'entrent aussi en ligne de compte des facteurs et des acteurs qui, à court terme, soudainement,

peuvent modifier le cours des choses. Nos lecteurs ne seront donc pas surpris de ne point trouver ici de prévisions péremptoires sur le prix du baril de pétrole à l'horizon des 20 ou 30 prochaines années, ni même de pseudoscénarios qui, trop souvent, conduisent leurs auteurs à extrapoler une tendance et à l'assortir de deux variantes.

Le sujet est trop sérieux pour être bâclé. Jean-Marie Chevalier, en revanche, nous donne des clefs précieuses pour comprendre comment fonctionne le système ou, pour le dire autrement, quelles sont les variables les plus déterminantes, celles qui se prêtent à la quantification et celles plus délicates tenant au jeu des acteurs, qu'il s'agisse d'États ou d'entreprises. Telle est aussi l'ambition de l'article suivant sur « les prévisions énergétiques et leurs aléas », qui comporte une évaluation critique des prévisions faites dans le passé qui, finalement, ne s'avèrent pas si erronées que l'on aurait pu le craindre.

Nous avons par ailleurs entrepris, au cours de l'année 2016, d'explorer quel était l'apport de la science-fiction à la prospective alors même que, si elles s'intéressent toutes les deux à l'avenir, les tenants de la prospective, se réclamant volontiers de la raison, ont souvent rejeté la science-fiction comme un pur produit de l'imagination. Mais nier le rôle que celle-ci joue dans l'élaboration des futurs possibles, et même dans la construction du futur, serait absurde.

Ici en témoignent de manière très éloquente les articles de Roland Lehoucq et de Thomas Michaud. Science et science-fiction forment « un duo détonant » affirme R. Lehoucq, d'où surgissent des idées qui peuvent a priori sembler farfelues, puis devenir de réelles innovations.

Nous nous sommes aussi intéressés, en 2016, à l'utopie, avec notamment la publication du numéro spécial sur le « renouveau des utopies urbaines » piloté par Jean Haëntjens. Nous poursuivons sur la même voie, dans ce numéro, avec l'article de Nicole Morgan sur L'Utopie de Thomas More, dont elle est certainement une des meilleures expertes internationales : une œuvre qui fut publiée en 1516 alors, écrit-elle, qu'il « était fini le temps des cathédrales et [que] l'époque avait besoin de rêver à un conte léger pour adultes inquiets ». Mais L'Utopie est, sur le fond, beaucoup plus que cela : le fruit d'une recherche d'une bonne forme de gouvernement et d'un modèle de développement viable. Ainsi convient-il de produire et d'être utile en Utopie. Cela implique de « s'engager dans la production non pas de surplus et de l'inutile », de concilier le plaisir individuel et la recherche du bien commun, ce qui n'est guère difficile, selon Thomas More, puisque « le plus grand plaisir de l'homme est l'altruisme ».

Resituant dans quel contexte historique et de quelle manière le phi-

losophe politique qu'est Thomas More rédige son Utopie, N. Morgan n'hésite pas à écrire qu'elle permet, « au fil des siècles, de projeter sur la petite île imaginaire nos obsessions, fantaisies, rêveries, espoirs de retour à un passé qui ne reviendra pas ou à des matins qui chantent [...] » Pour paraphraser une formule que j'apprécie, elle intervient à un moment de rupture, alors que l'ancien monde s'effondre, qu'une nouvelle ère s'amorce qui reste encore largement à inventer et à construire. Mais n'est-ce pas exactement ce qui caractérise la situation actuelle, avec la montée des incertitudes et, d'un côté, la tentation du repli et l'essor des mouvements populistes ; de l'autre, le besoin de reprendre goût à l'avenir et d'être mêlé par un projet qui nous motive et nous rassemble ?

Sans doute l'éventail des futurs possibles n'a-t-il jamais été aussi ouvert, aux pires comme aux meilleurs. Sans doute sommes-nous, en tout cas dans les pays occidentaux, confrontés à des défis majeurs. La question est pour nous — comme le disait si bien l'historien britannique Arnold Toynbee — de savoir si nous saurons les relever ou préférons collectivement nous suicider¹. Voilà qui nous ramène une fois de plus à la prospective, qui n'a pas la prétention de prédire l'avenir et dont l'effort d'anticipation n'a pour but que de nous permettre d'en être nous-mêmes un peu les artisans. ■

1. « Quand une civilisation arrive à relever des défis, elle croît. Sinon elle décline. Les civilisations meurent par suicide, non par meurtre », Arnold J. Toynbee.

Le prix de l'énergie demain

UNE ANALYSE DU SYSTÈME, DES ACTEURS
ET DES FACTEURS D'ÉVOLUTION

PAR JEAN-MARIE CHEVALIER ¹

S'il est un secteur emblématique, ces dernières décennies, de la difficulté à anticiper la façon dont il va évoluer à l'échelle mondiale, c'est bien celui de l'énergie. Alerte sur les risques de pénurie d'hydrocarbures, annonce de la survenue du peak oil, boom du gaz et du pétrole de schiste... : les prévisions reposant sur les tendances lourdes ont été révisées à l'aune de l'émergence de sources non conventionnelles, avec un impact conséquent sur le niveau des prix. S'ajoute à cela la nécessité de faire face au réchauffement climatique, et donc de revoir les modes de production énergétique pour renforcer le recours aux énergies renouvelables.

Dans un tel contexte, comme le souligne ici Jean-Marie Chevalier, il est bien délicat de se prononcer sur ce que sera l'évolution des prix de l'énergie et d'envisager la façon dont se transformeront les systèmes de production énergétique. C'est pourquoi au-delà du panorama des évolutions possibles des prix du pétrole, du gaz naturel et du charbon, que propose dans un premier temps cet article, celui-ci insiste aussi tout particulièrement sur les nombreux éléments d'incertitude qui dominent en la matière. Jean-Marie Chevalier montre ainsi la pluralité des facteurs et des acteurs impliqués dans l'évolution des prix de l'énergie et des systèmes énergétiques, et met en exergue les éléments clefs qui joueront un rôle moteur ou frein dans cette évolution à moyen-long terme. S.D. ■

1. Professeur émérite à l'université Paris-Dauphine. La rédaction de cet article a été achevée fin novembre 2016.

Comment les prix de l'énergie vont-ils évoluer ? La réponse à cette question simple, dans une perspective de court, moyen et long termes, n'a peut-être jamais été aussi difficile. D'une part parce que les mécanismes de détermination des prix sont devenus extrêmement complexes, d'autre part parce que l'évolution de la situation énergétique mondiale est aujourd'hui caractérisée par une généralisation des incertitudes, incertitudes qui se conjuguent quand on arrive à la question des prix. Dans un tel contexte, on construit des scénarios et, de ce point de vue, notre imagination est sans limites, mais il est bien évidemment impossible de probabiliser l'occurrence de chaque scénario.

Illustrons ces propos par quelques exemples. La scène de l'énergie est bouleversée par le réchauffement climatique, mais il a fallu plus de 20 ans pour que la gravité du phénomène soit admise. La 21^e conférence des parties à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (COP21 de Paris fin 2015) et la COP22 de novembre 2016 à Marrakech ont accéléré la prise de conscience, mais que va-t-il en résulter et à quelle vitesse : une inflexion des investissements, une diminution de la demande de carburants, une taxe carbone ? Où ? Et à quel niveau ? Autres interrogations : la révolution du gaz et du pétrole de schiste va-t-elle se poursuivre ou pourrait-elle être freinée par les impacts de leur exploitation sur l'environnement ? L'énergie nucléaire va-t-elle encore se développer de façon significative ? Va-t-on exploiter les ressources d'hydrocarbures de la zone arctique ? Quelle évolution peut-on attendre pour les coûts des énergies renouvelables et du stockage de l'électricité ?

Toutes ces questions — la liste est infinie — ont un impact sur l'évolution des prix de l'énergie et combinent complexité, incertitudes et de multiples interdépendances. Évoquons, en termes d'interdépendances, la croissance démographique : la planète comptera neuf milliards et demi d'individus en 2050. Il faudra les nourrir. Or la production agricole est étroitement liée à l'énergie (eau, chaleur, engrais, transports), et au réchauffement climatique qui a un impact sur la productivité des terres et qui est lui-même corrélé à la production agricole et à l'élevage. Il est finalement impossible de construire un modèle qui prenne en compte tous ces éléments et qui nous permettrait d'expliquer et de prévoir l'évolution des prix de l'énergie.

Pour essayer de voir plus clair, nous allons d'abord examiner la question du prix du pétrole, nous évoquerons ensuite le gaz naturel et le charbon puis, d'une façon plus large, les perspectives énergétiques mondiales.

Le prix du pétrole

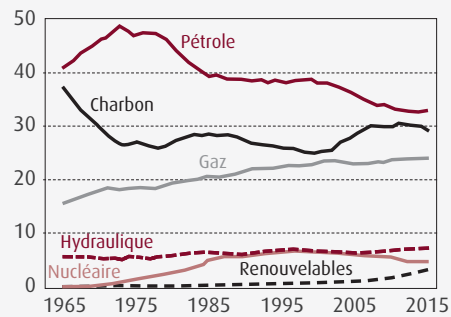
Le pétrole est encore la première de nos énergies primaires ². Sa contribution à la consommation mondiale d'énergie était de l'ordre de 50 % dans

2. L'énergie primaire est l'énergie disponible dans l'environnement et directement exploitable sans transformation (NDLR).

les années 1970 ; elle est encore aujourd'hui de 31 %. Le bilan énergétique mondial reste dominé pour plus de 80 % par les trois grandes énergies fossiles qui, par définition, sont polluantes et non renouvelables : le pétrole (31 %), le charbon (29 %) et le gaz naturel (22 %) (graphique 1). Ces trois grandes énergies sont en partie substituables, notamment pour la production d'électricité, et le prix du pétrole est donc considéré, *de facto*, comme étant le prix directeur de l'énergie. Le niveau des prix du charbon et du gaz naturel et leur évolution ne peuvent pas être indépendants du niveau du prix du pétrole (graphique 2). À partir de cette caractéristique globale, il est donc nécessaire d'examiner les raisons qui peuvent expliquer l'évolution du prix du pétrole.

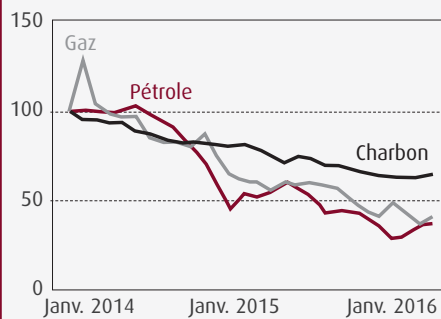
Jusqu'au premier choc pétrolier de 1973, les prix du pétrole sur le marché international (hors États-Unis) étaient fixés de façon quasi unilatérale par les « sept sœurs », les grandes compagnies internationales³ qui contrôlaient à l'époque 80 % des exportations mondiales de pétrole brut et 90 % de la production de pétrole brut au Moyen-Orient. Le premier choc pétrolier et ses multiples composants ont entraîné un basculement des rapports de forces : le contrôle des réserves, de la production et des prix est progressivement transféré aux pays exportateurs regroupés dans l'OPEP (Organisation des pays exportateurs de pétrole). Créée en 1960, mais assez peu active jusqu'au choc de 1973, l'OPEP devient l'arme stratégique des grands pays exportateurs en termes de production (des quotas pour chaque pays) et de prix. On peut dire que l'OPEP a un rôle décisif dans la fixation du prix du brut entre 1973 et le milieu des années 1990. Suit une période assez floue de fluctuation des prix qui aboutit en 1998 à une baisse des prix aux alentours de 15 dollars US le baril. Ce niveau de prix est insup-

Graphique 1 — Part des énergies primaires mondiales 1965-2015 (en %)



Source : BP Statistical Review of World Energy 2016, Londres : BP, juin 2016.

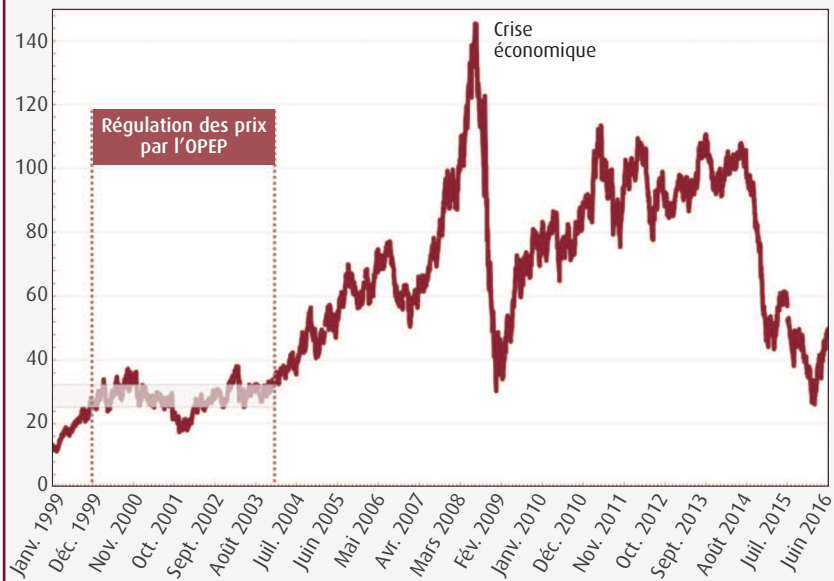
Graphique 2 — Évolution des prix par combustible (base 100 en janvier 2014)



Source : BP Statistical Review of World Energy 2016, op. cit.

3. Exxon, Royal Dutch Shell, Mobil, Texaco, Gulf Oil, Standard Oil of California (SOCAL) et British Petroleum (BP).

Graphique 3 — Évolution du prix du baril de pétrole WTI* 1999-2016 (en dollars US)



*West Texas Intermediate.

Source : CGEMP (Centre de géopolitique de l'énergie et des matières premières, université Paris-Dauphine), à partir des prix du pétrole brut mondial EIA (Energy Information Administration), 2016.

portable pour les pays de l'OPEP qui ne peuvent plus boucler leurs budgets. Une réunion se tient au début de 1999 et les pays de l'organisation décident de contrôler les prix et de les maintenir dans une fourchette de 22-28 dollars US par baril (graphique 3).

Pourquoi une telle fourchette ? À cette époque, les pays de l'OPEP considéraient que 22 dollars US est un prix minimum pour couvrir leurs besoins ; 28 dollars US est un prix haut « raisonnable » au-delà duquel un prix du pétrole trop élevé pourrait casser la croissance économique mondiale comme ce fut le cas au moment du second choc pétrolier (1979-1980). Comme le montre le graphique 3, cette fourchette a été bien tenue entre 1999 et 2003 grâce à la modulation de l'offre de pétrole brut, assurée en grande partie par l'Arabie Saoudite. Soulignons que cette régulation des prix par l'OPEP a été assurée en 2003, qui a pourtant été une année terrible pour le pétrole avec la conjonction de trois grandes baisses de la production : au Venezuela du fait d'un très dur conflit entre le gouvernement et la compagnie nationale PDVSA (Pétroles de Venezuela SA), au Nigeria en raison de troubles sociaux et ethniques dans le delta du Niger, en Irak suite à l'invasion de ce pays par les États-Unis. Les autres pays de l'OPEP, dotés d'une forte capacité excédentaire, ont été en mesure de mettre sur le marché les « barils manquants » (*the missing barrels*).

En 2004, la situation change : une croissance économique mondiale robuste, de l'ordre de 4 %, dope la demande de produits pétroliers, notamment en Chine. Les États-Unis, fortement dépendants des importations de pétrole restent un acteur majeur : à cette date, ils importent 13 millions de barils par jour, et la Chine 3 millions. La tendance à une forte hausse des prix se confirme et l'OPEP abandonne l'idée de fourchette 22-28 dans la mesure où la hausse des prix n'a aucun impact sur la vigueur de la croissance économique mondiale.

La hausse des prix continue, la demande étant alimentée par la croissance des pays émergents qui ne paraît pas freinée par le niveau des prix. On atteint ainsi un prix astronomique de 147 dollars US le baril en juillet 2008. On peut penser que ce prix extrême s'explique en partie par un phénomène de *rush* financier : une grande banque d'investissement avait expliqué, en juin 2008, que le prix du pétrole atteindrait 150 dollars US en juillet. Ce prix élevé ne dure pas car, à ce moment précis, la crise économique issue de la crise des *subprimes* se déclenche et provoque un effondrement de la croissance économique et de la demande mondiale de produits pétroliers. Le prix du pétrole chute à 25 dollars US. Il remonte dans les premiers mois de 2009, poussé encore une fois par l'OPEP, et se stabilise dans une zone de 80-100 dollars US entre 2009 et 2014. Durant cette période, la plupart des spécialistes considèrent que l'on a atteint une nouvelle zone d'équilibre entre un prix minimum et un prix maximum, les variations étant plus ou moins limitées par l'OPEP.

En avril 2014, contre toute attente, le prix tombe de 110 dollars US à 50 dollars US et on s'installe dans une (longue ?) période de prix bas qui représente, nous semble-t-il, un changement structurel profond dans le fonctionnement des marchés pétroliers. Plusieurs facteurs se conjuguent pour expliquer ce changement :

- ▀ La situation énergétique américaine a été bouleversée entre 2008 et 2015 par l'arrivée inattendue et massive de la production de gaz et de pétrole de schiste. Durant cette période, la production de pétrole passe de 6,8 à 12,7 millions de barils par jour et la production de gaz de 570 à 767 milliards de mètres cubes. D'une position d'importateur massif de pétrole et de gaz, les États-Unis deviennent exportateurs, avec notamment du gaz naturel (conventionnel et non conventionnel) qui part vers l'Europe et l'Asie.
- ▀ Les trois premiers producteurs-exportateurs de pétrole brut sont maintenant les États-Unis (12,7 millions de barils par jour en 2015), l'Arabie Saoudite (12 millions) et la Russie (10,9 millions). La régulation de l'offre est donc beaucoup plus complexe car la production américaine est entre les mains de plus de 800 compagnies grandes et petites.
- ▀ L'OPEP a, en grande partie, perdu son pouvoir de régulation. En effet, des pays non-OPEP, comme les États-Unis et la Russie, ont accru leurs parts de marché. Par ailleurs, les clivages et oppositions entre les pays membres de l'organisation se sont accentués. Des pays comme le Venezuela, le Nigeria, l'Algérie, l'Iran souhaiteraient des prix plus élevés, mais l'Arabie Saoudite

ne veut plus jouer son rôle de producteur d'ajustement (*swing producer*) en modulant sa production. Elle veut maintenir ses parts de marché, quitte à laisser filer les prix. Un prix bas met en péril ses engagements budgétaires, mais elle dispose encore d'importantes réserves financières. Par ailleurs, dans la vision saoudienne, un prix bas devrait avoir pour effet de freiner le développement du pétrole de schiste américain. Ce freinage n'a eu lieu en 2015 que très marginalement car l'industrie pétrolière américaine, même si elle a souffert, a réussi de formidables gains de productivité dans la production des hydrocarbures non conventionnels.

► En octobre 2016, à la conférence d'Alger sur l'énergie, la stratégie de certains pays de l'OPEP, de l'Arabie Saoudite notamment, semble se modifier. L'Arabie Saoudite réalise que des prix bas mettent en péril son équilibre financier et n'ont que peu d'effets sur la production américaine de pétrole non conventionnel. Un accord semble avoir été obtenu sur le principe de limiter la production. Ce timide changement du côté de l'OPEP affecte peu l'équilibre mondial : la production américaine reste absolument indépendante et la production russe dépend d'une décision politique qui demeure vague par rapport à ce nouvel accord.

Ainsi, fin 2016, l'évolution du prix du pétrole reste incertaine. Il a quand même doublé depuis le début de l'année (de 25 à 50 dollars US le baril), mais cette évolution n'est pas représentative d'une tendance. Certes, la diminution massive des investissements d'exploration-production au niveau mondial entraînera nécessairement un goulot d'étranglement sur l'offre, mais la datation de ce phénomène est difficile car ceci nous renvoie à la multiplicité des incertitudes tant du côté de la demande

(Chine, Inde), que du côté de l'offre (sensibilité aux prix des hydrocarbures non conventionnels, turbulences politiques, événements climatiques, accidents). La liste est longue et elle recouvre des facteurs aussi différents que les conditions du retour de l'Iran et de la Libye sur le marché, les turbulences politiques et sociales dans les pays qui souffrent le plus durement de la chute

des prix, des événements imprévisibles comme les incendies de l'Alberta en mai 2016. Il faut garder en mémoire cette phrase de Margaret Thatcher « *The unexpected happens* [L'inattendu se produit]. » Ainsi, on peut dire que l'évolution du prix du pétrole résulte d'un très grand nombre de facteurs qui déterminent, *in fine*, l'équilibre offre-demande. On peut toutefois penser que la très nette diminution des investissements en 2015-2016 se traduira forcément un jour par une forte augmentation des prix.

La très nette diminution des investissements en 2015-2016 se traduira un jour par une forte augmentation des prix

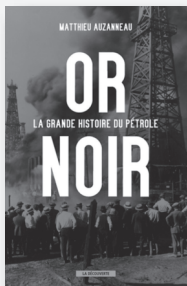
Le gaz naturel

Lorsqu'on évoque maintenant le gaz naturel, on prend en compte à la fois le gaz conventionnel et le gaz non conventionnel, c'est-à-dire le gaz de schiste. Ce dernier, développé essentiellement aux États-Unis depuis les années 1990, a pris une grande importance du fait des quantités produites et de l'émergence

LA GRANDE HISTOIRE DU PÉTROLE

À propos du livre de Matthieu Auzanneau, *Or noir. La grande histoire du pétrole* (Paris : La Découverte, 2016 [mars 2015], 881 p.)

L'histoire du pétrole est une longue aventure dont Matthieu Auzanneau a entrepris de décrire tous les méandres dans les 30 chapitres d'un livre de près de 900 pages qui se lit comme un véritable roman. Il commence par la longue période de « germination » du pétrole depuis son origine géologique, sa découverte dans l'Antiquité, jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale puis, comme Vivaldi, il poursuit son récit sur quatre saisons, depuis le printemps des années d'après-guerre jusqu'à l'hiver annonçant l'après-pétrole.



La découverte du pétrole en Pennsylvanie, en 1859, par le colonel Drake, ouvrit son ère industrielle marquée, dès le XIX^e siècle, par des *booms* et des crises et l'émergence d'empires pétroliers, la Standard Oil de John D. Rockefeller aux États-Unis, les frères Nobel à Bakou en Russie, associés souvent à des banques. La Première Guerre mondiale constituera un tournant car elle sera la première guerre mécanisée : les belligérants avaient un besoin vital du pétrole. Les alliés vainqueurs de la guerre, alimentés en carburants par les États-Unis, en sortirent convaincus que le pétrole était devenu stratégique ; aussi les Anglais, les Américains et les Français se partagèrent-ils sans scrupules les dépouilles de la TPC (Turkish Petroleum Company) créée par la Turquie avec l'Allemagne pour exploiter le pétrole de Mossoul. Réalisant que le Moyen-Orient était un eldorado pétrolier, ils se fixent alors une « règle du jeu » : dans une zone délimitée sur la carte par une « ligne rouge » englobant un territoire qui va de la Caspienne jusqu'à Oman (à l'exception du Koweït), ils investirent en concertation.

La Seconde Guerre mondiale conforte le rôle stratégique du pétrole, car ni l'Allemagne ni le Japon n'en ayant sur leur territoire, leurs armées finiront la guerre en panne sèche et le pétrole américain en sortira encore vainqueur. La fin de la guerre annonce le printemps pétrolier. Franklin D. Roosevelt s'était laissé convaincre qu'il fallait sécuriser les ressources américaines de pétrole, tout particulièrement en Arabie Saoudite où les Américains avaient découvert du pétrole en 1938. Aussi décida-t-il de conclure une alliance avec le roi

d'Arabie, Ibn Saoud, lors d'une entrevue à bord du croiseur américain *Quincy* sur le canal de Suez, à son retour de la conférence de Yalta, en février 1945 : l'Arabie accorderait aux compagnies américaines des concessions pétrolières, en échange de quoi les États-Unis garantiraient sa sécurité. Les pétroliers américains prennent alors pied en Arabie à travers l'Aramco (Arabian American Oil Company) ; portés par le *boom* de la demande mondiale du pétrole pendant les Trente Glorieuses, ils vont asseoir un « *imperium* » pétrolier. L'Algérie, où la France a trouvé du pétrole au Sahara, la Libye et le Nigeria émergent, mais ce printemps n'est pas sans nuages : le Venezuela, un gros producteur, obtient un partage 50/50 de la rente pétrolière, suivi par l'Arabie ; un cartel des pays producteurs, l'OPEP (Organisation des pays exportateurs de pétrole), se crée à leur initiative, l'Iran nationalise son pétrole, imité ultérieurement par l'Irak et l'Arabie.

Au début des années 1970, un tournant s'amorce avec l'été : la production américaine de pétrole atteint son pic mais l'OPEP, avec l'Iran et l'Arabie, impose une première augmentation

du prix du baril puis, à la suite de la guerre du Kippour en novembre 1973, une deuxième très forte hausse provoque le premier choc pétrolier et une récession dans les pays occidentaux. La révolution iranienne est suivie d'un nouveau choc et d'une spirale de violences avec la guerre Iran-Irak et l'invasion du Koweït par l'Irak qui sera écrasé pendant la première guerre du Golfe.

L'automne, la quatrième partie du livre, commence à la fin du siècle dernier et annonce le déclin du pétrole, les *majors* dont les réserves s'érodent se lancent dans l'exploitation du pétrole *offshore* et des fusions pour resserrer les rangs. La deuxième guerre du Golfe, déclenchée par les États-Unis après les attentats du 11 septembre 2001, était-elle une guerre du pétrole ? S'appuyant sur des déclarations de proches de G.W. Bush, l'auteur en est convaincu, les Américains souhaitaient se débarrasser de Saddam Hussein pour contrôler l'Irak et le 11 septembre leur en donnait le prétexte (un « pseudo-Pearl Harbor »). L'automne s'achève avec un baril qui dépasse les 100 dollars US en 2008 et une crise financière et économique.

Le dernier chapitre du livre est une esquisse de l'hiver qui annonce la fin du pétrole qui a passé son pic de production. Toutefois, les pétroliers indépendants américains se lancent dans l'exploitation du gaz puis du pétrole de schiste, qui permet aux États-Unis d'augmenter considérablement leur production. Elle contribuera à la chute du cours du baril intervenue en 2014, mais son avenir reste incertain.

Retracer l'histoire du pétrole dans toutes ses dimensions était une entreprise qui semblait une véritable gageure mais que l'auteur a tenue. Il montre clairement comment le pétrole est devenu un enjeu stratégique. Il met au jour la connivence entre les grandes entreprises pétrolières et le pouvoir politique aux États-Unis (notamment sous les deux présidents Bush), afin

de défendre leurs intérêts au Moyen-Orient dont ils voulaient contrôler les ressources, une stratégie qui a conduit au désastre irakien. La France mènera aussi une politique active en Afrique pour exploiter des gisements de pétrole et de gaz (en nouant notamment des relations étroites au Gabon avec la famille Bongo).

La logique de l'indépendance énergétique a engagé les puissances occidentales dans une politique clientéliste avec des pays producteurs qui ont su profiter de leur boulimie énergétique pour augmenter leurs *royalties* indispensables à leurs budgets, tandis que les pétrodollars des pays du Golfe confortaient les régimes en place et finançaient des organisations islamistes radicales. La technique a joué aussi son rôle, l'auteur rappelant que les avions anglais disposaient, en 1940, d'une essence à haut indice d'octane, mise au point aux États-Unis, qui leur a permis de surclasser la Luftwaffe pendant la bataille d'Angleterre. Il explore aussi les relations troubles, avant-guerre, entre la Standard Oil of New Jersey et l'entreprise allemande IG Farben qui soutenait Hitler. Le livre fourmille d'anecdotes : l'utilisation aux États-Unis du pétrole comme médicament par des charlatans, les exploits après 1918 du diplomate et financier arménien Calouste Gulbenkian qui empocha 5 % des actions des pétroles d'Irak, un Mazarin du pétrole qui fera don de sa fortune pour créer, au Portugal, la fondation qui porte son nom. On fera un seul reproche au livre : un chapitre aurait pu être consacré aux raisons qui pourraient expliquer l'incapacité de pays producteurs, en Afrique notamment, à tirer profit de leurs ressources.

Le pétrole est entré en hiver mais son rôle demeurera sans doute essentiel pendant quelques décennies, aussi est-il conseillé à tous ceux qui s'intéressent à l'énergie et aux relations internationales de lire cette brillante saga de l'or noir.

Pierre Papon, Futuribles

d'exportations américaines. Dans le reste du monde, il existe d'importantes réserves de gaz de schiste, en Chine, en Argentine, en Algérie, en Australie notamment. Une importante production est attendue en Chine et en Argentine, mais elle n'est pas de nature à bouleverser considérablement le marché du gaz, contrairement à la production américaine.

Le marché mondial du gaz naturel était traditionnellement divisé en trois zones géographiques : un marché du continent nord-américain sur lequel les prix ont considérablement baissé du fait de l'arrivée du gaz de schiste (passant de 11 à 2,5 dollars US par million de BTU ⁴) ; un marché européen alimenté par des gazoducs venant de Russie, de Norvège, d'Algérie et par des terminaux de gaz naturel liquéfié (GNL) ; un marché asiatique où le Japon, la Chine, la Corée du Sud et Taiwan importaient, à prix élevé, des quantités massives de GNL. Trois espaces géographiques et trois niveaux de prix : des prix très bas en Amérique du Nord, des prix moyens en Europe et des prix élevés en Asie.

Cette segmentation géographique est en train de changer et, en 2016, les niveaux de prix entre l'Asie et l'Europe se sont rapprochés. On trouve, là encore, la conjonction de multiples facteurs, cependant différents de ceux relatifs au pétrole. Dans le passé, la demande de gaz a été très dynamique pour l'industrie, la production d'électricité et le chauffage. Aux États-Unis, l'arrivée du gaz de schiste bon marché a entraîné une substitution du charbon par le gaz pour la production d'électricité. Le charbon américain, chassé par le gaz, s'est exporté vers l'Europe où il a remplacé un gaz plus cher pour la production d'électricité. Aujourd'hui, du gaz de schiste américain, exporté vers l'Europe, vient concurrencer le gaz importé de Norvège, de Russie et d'Algérie. Plus largement, on assiste à une multiplication des unités de production de GNL. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les capacités de production de GNL vont croître de 45 % entre 2015 et 2021, dont 90 % en provenance des États-Unis et d'Australie ⁵. Ceci devrait avoir pour effet de renforcer la concurrence, notamment en Europe où l'on trouve maintenant des marchés *spot* ⁶ bien développés.

On a donc, en 2016, un marché gazier très déséquilibré avec une offre abondante, croissante au plan international par la multiplication des unités de liquéfaction et la disponibilité d'un gaz bon marché. La demande croît à un rythme modeste : 1,5 % par an d'ici 2021 d'après l'AIE. Ceci devrait entraîner une certaine pression sur les prix et une concurrence plus vive entre les fournisseurs. Restent deux inconnues qui pourraient bouleverser la situation que nous venons de décrire : les impacts sur l'environnement du gaz de schiste et l'éventualité d'une taxe carbone. La question de l'impact de

4. La BTU, *British Thermal Unit*, est l'unité de pouvoir calorifique par laquelle on mesure le gaz naturel.

5. AIE, *Medium-Term Gas Market Report 2016: Market Analysis and Forecasts to 2021*, Paris : AIE / OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), 2016.

6. Marchés au comptant, par opposition aux marchés à terme qui dominaient, traditionnellement, le secteur de l'énergie (NDLR).

la production de gaz de schiste sur l'environnement a été exacerbée en Europe où la production de gaz de schiste paraît aujourd'hui à peu près impossible d'un seul point de vue psycho-politico-environnemental. Aux États-Unis, certains États comme celui de New York ont interdit la fracturation hydraulique. Le phénomène de rejet pourrait-il s'étendre ? C'est une question qui mérite d'être posée mais qui est très complexe dans la mesure où les questions de protection de l'environnement aux États-Unis dépendent plus des législations des États que des réglementations fédérales. Quant à la taxe carbone, elle pourrait redonner un avantage comparatif majeur à la moins polluante des trois grandes énergies fossiles. Nous examinerons plus loin la façon dont une telle taxe pourrait émerger.

Le charbon

La plus polluante des énergies fossiles est développée par une industrie assez passive qui n'a jamais vraiment cherché à pousser de façon agressive le développement de son produit. La stratégie se fait par les prix et, en 2016, pour de nombreux pays, la façon la moins chère de produire de l'électricité, c'est une centrale thermique classique (c'est-à-dire polluante) fonctionnant avec du charbon importé. L'industrie du charbon dispose ainsi d'une assez grande flexibilité pour s'adapter aux prix des énergies concurrentes. On a vu par exemple, en Europe, du charbon américain importé se substituer à du gaz naturel plus cher.

La préparation et la tenue de la COP21 ont cependant favorisé une prise de conscience de la gravité du réchauffement climatique et de l'urgence d'agir. Des banques, des investisseurs, des fonds de pension, des entreprises, des organisations internationales ont décidé de limiter assez vigoureusement, voire de stopper leurs implications dans le charbon. Toutefois, si l'on regarde les prévisions des compagnies pétrolières, la part du charbon dans le bilan énergétique mondial diminue légèrement mais reste quand même aux alentours de 25 % en 2035.

Peut-on espérer du charbon propre ? Deux technologies sont développées : les centrales ultrasupercritiques dont le rendement thermique est supérieur à 45 % et les émissions de gaz à effet de serre réduites de 30 % ; et la capture et le stockage du CO₂ (*Carbon Capture and Sequestration*, CCS). Ces deux technologies sont maîtrisées mais leur coût est élevé. La CCS entraîne un doublement du coût du kilowattheure et il faut disposer d'un site de stockage assez proche de l'unité de production. Quand on pense à la Chine ou à l'Inde, où la part du charbon dans le bilan énergétique est respectivement de 67 % et 54 %, on imagine mal comment ces deux pays peuvent, rapidement et significativement, réduire les dramatiques pollutions issues du charbon. En Chine, des mines de charbon peu efficaces ont été fermées en 2015-2016, mais la réduction de cette production domestique a été remplacée par des importations. La Chine va construire une trentaine de réacteurs nucléaires d'ici 2030, mais la part du nucléaire dans le bilan énergétique restera inférieure à 4 %.

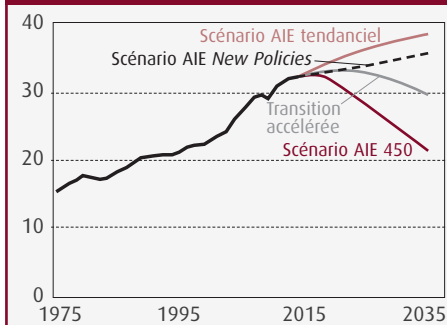
Ainsi, le charbon reste une énergie de bouclage. Son développement est soumis à des contraintes qui vont très probablement se durcir mais, pour certains pays, il demeure la filière la moins coûteuse pour la production d'électricité. Cette spécificité du charbon peut avoir pour effet de ralentir la transformation des systèmes énergétiques. L'instauration d'une taxe carbone changerait la donne, mais elle est assez peu probable pour l'instant.

Quelles énergies pour l'avenir ?

Notre réflexion sur les prix des trois grandes énergies fossiles qui, rapelons-le, comptent pour plus de 80 % de toutes nos consommations énergétiques, nous amène à nous interroger sur les perspectives énergétiques mondiales dans un contexte général marqué par le réchauffement climatique.

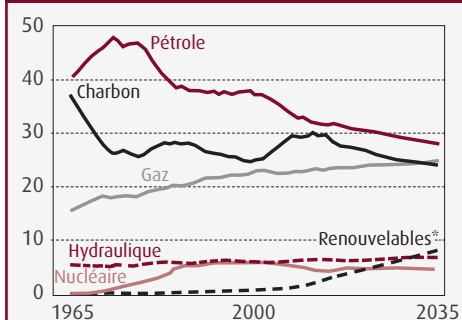
L'AIE a construit quatre scénarios dans lesquels la consommation énergétique peut évoluer selon des trajectoires différentes (graphique 4). Retenons les trois principales : une trajectoire dite *Business as usual* (ou *base case*, scénario tendanciel), où les tendances actuelles sont prolongées ; une trajectoire de « Nouvelles politiques énergétiques / *New Policies* » qui implique l'instauration d'un prix du carbone, des normes automobiles plus sévères et de grands progrès dans l'efficacité énergétique ; une trajectoire dite de « 450 ppm » où des efforts tout à fait exceptionnels sont entrepris pour maintenir à 450 ppm (parties par million) la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. C'est, selon l'AIE, le scénario qui permet de limiter à moins de 2 °C le réchauffement de la planète d'ici la fin du siècle, objectif annoncé à la COP21. Dans ce scénario, l'intensité énergétique et l'intensité carbone du système économique mondial diminuent considéra-

Graphique 4 — Émissions de carbone (en milliards de tonnes de CO₂)



Source : AIE, 2016 Energy Outlook.

Graphique 5 — Part des énergies primaires mondiales 1965-2035 (en %)



*Dont biocarburants.

Source : AIE, 2016 Energy Outlook.

blement. À l'inverse, le scénario tendanciel n'est pas soutenable pour la planète à cause d'un réchauffement climatique inadmissible.

Lorsqu'on regarde par ailleurs les scénarios élaborés par les grandes compagnies pétrolières, on constate que l'on est plutôt sur la trajectoire tendancielle, avec une augmentation de la consommation énergétique mondiale, une augmentation des émissions de gaz à effet de serre. La structure du bilan énergétique mondial reste à 80 % couverte par les trois grandes énergies fossiles : pétrole, gaz et charbon, avec toutefois le gaz naturel qui occupe la seconde place au détriment du charbon (graphique 5). Cette évolution entraîne une augmentation de la température de la planète très supérieure à 2 °C et donc une aggravation importante des dégâts climatiques.

La diversité de ces scénarios montre que l'avenir énergétique de la planète est encore très ouvert. Il risque de se refermer progressivement au fur et à mesure de l'aggravation du réchauffement climatique. Le scénario « 450 ppm » marque clairement la réussite d'une transition énergétique mondiale qui implique une diminution politiquement très volontariste des émissions de gaz à effet de serre. Les autres scénarios impliquent des adaptations difficiles et différenciées aux effets du réchauffement climatique. Quant à la structure globale du bilan, elle intègre progressivement quelques tendances lourdes : régression du charbon et du pétrole, développement des énergies renouvelables, progrès dans l'efficacité et l'intelligence énergétique. Au-delà de ces remarques générales, il paraît utile de s'interroger sur les différents facteurs qui peuvent orienter, vers le haut (*Business as usual*) ou vers le bas (450 ppm), ces évolutions attendues. Nous pouvons en citer quatre : la contrainte des ressources, la rigidité des structures en place, la prise de conscience de la gravité du réchauffement climatique et les politiques énergétiques.

Les facteurs d'évolution

Les ressources énergétiques

Pendant longtemps a prévalu la théorie du *peak oil* qui exprimait l'idée que les ressources pétrolières étaient physiquement limitées (ce qui est vrai) et qu'il arriverait un moment où la production pétrolière atteindrait un maximum pour diminuer ensuite. Cette évolution reste vraie mais la date du *peak* a été repoussée très loin dans le temps. Les ressources (de pétrole, de gaz et de charbon) sont abondantes ; elles ont été accrues par les productions non conventionnelles. Certes, il faudra explorer et développer de nouvelles productions et elles auront probablement pour effet une augmentation des prix. Ceci pourrait faire émerger une *peak demand*, c'est-à-dire une diminution de la demande liée aux prix, mais ce *peak* n'a rien à voir avec le *peak oil*. Donc, on peut dire pour l'instant que la disponibilité des ressources n'est pas un facteur de modification du système énergétique mondial et qu'elle favoriserait même le *Business as usual*.

La rigidité des structures en place

Notre dépendance historique vis-à-vis des énergies fossiles nous a amenés à construire de gigantesques infrastructures qui acheminent l'énergie entre le gisement et le consommateur final : oléoducs et gazoducs, pétroliers, cargos et méthaniers, raffineries, stations-service et, en accompagnement de tout cela, plus d'un milliard de véhicules automobiles en croissance continue. L'existence même de cette lourde infrastructure tend à rendre plus difficile et plus lente la modification profonde du système.

La prise de conscience de la gravité du réchauffement climatique

Nous avons souligné, dès l'introduction, que le réchauffement climatique était à la fois une certitude et une source d'incertitudes. Le réchauffement est scientifiquement avéré, c'est une certitude. On sait qu'il aura des impacts économiquement, socialement et politiquement coûteux pour certains territoires. Toutefois, et c'est le champ des incertitudes, il est impossible de déterminer *ex ante* la localisation, le moment, l'ampleur et le coût de ces événements. Ils se manifesteront sous forme de tempêtes, d'inondations, de sécheresses, de vagues de chaleur, de dégradation des terres et des rendements agricoles, de destruction de la biodiversité. Du point de vue social et politique, cela peut se traduire par des conflits frontaliers, par des luttes pour l'appropriation de l'énergie, de l'eau et des terres, par des vagues d'émigration forcée, par des bouleversements politiques.

Ces événements vont avoir pour effet d'accélérer une prise de conscience de la gravité du réchauffement climatique et de motiver certaines populations à faire pression sur leurs gouvernements pour agir plus fermement en faveur de la transition énergétique, à la fois pour se protéger (adaptation) et aussi pour promouvoir des systèmes moins intenses en carbone. Toutefois, le chemin sera long pour que cette prise de conscience puisse aboutir à une régulation mondiale contraignante.

Les politiques énergétiques

Depuis la COP21 et la ratification de l'accord de Paris, les politiques énergétiques vont davantage prendre en compte la lutte contre le réchauffement climatique. Les mesures qui peuvent être prises par les gouvernements recouvrent : la réduction autoritaire des émissions, l'instauration de taxes carbone, des encouragements à l'efficacité énergétique, le développement des énergies renouvelables et de l'énergie nucléaire, un réaménagement des structures en place et des comportements. Revenons sur certains de ces éléments :

► **La réduction des émissions.** Les engagements pris par près de 150 pays pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre de l'accord de Paris, apparaissent comme une bonne nouvelle, mais il convient de

relativiser. La somme des engagements, à supposer qu'ils soient tenus, ne brise pas la tendance actuelle à l'augmentation des émissions et au réchauffement climatique. On peut donc penser que, malgré les lentes transformations évoquées dans cet article, le système énergétique de 2050 soit encore très dévastateur et les hausses de température très inquiétantes. Le résultat des élections présidentielles américaines donne un nouveau signal : la tentation est grande, pour certains pays, de ne pas respecter leurs engagements.

► **L'instauration d'une taxe carbone internationale** à un niveau élevé (de l'ordre de 60 euros par tonne de carbone) serait, selon la grande majorité des économistes, une mesure efficace pour orienter les investissements vers les technologies moins intenses en carbone et accélérer la transition énergétique. Ce serait une façon « d'internaliser les externalités », c'est-à-dire de financer les réponses aux coûts sociaux engendrés par les énergies polluantes. Une telle décision internationale paraît toutefois politiquement impossible. Dans la réalité, on peut penser que certains pays, certains territoires, vont progressivement mettre en place des taxes carbone. Peut-on espérer, à terme, une harmonisation de ces taxes ? C'est assez peu probable dans le court-moyen terme.

► **Le développement des énergies renouvelables** est inscrit dans l'Histoire, mais il se manifeste très différemment selon les pays et les politiques énergétiques. En Europe, un objectif a été fixé pour 2030 : à cette date, les énergies renouvelables (éolien, solaire, biomasse et hydraulique) devraient représenter 27 % du bilan énergétique. Ce développement historique des renouvelables est associé à un facteur majeur : la diminution continue et irréversible de leurs coûts. Selon l'AIE, le prix des panneaux solaires a baissé de 70 % entre 2010 et 2015, et encore de 15 % en 2016. Les plus récents contrats font état d'un prix de moins de 3 centimes d'euro par kilowattheure. Nous savons toutefois que le défaut majeur de l'éolien et du solaire, c'est leur intermittence. On peut pallier cette lacune par le stockage. Il paraît très probable que le coût des différentes technologies de stockage soit lui aussi soumis à une réduction continue et irréversible. En Allemagne, les perspectives de suppression des tarifs de rachat pour l'électricité renouvelable entraînent une augmentation de la demande pour le stockage et une diminution de son coût.

► **L'énergie nucléaire** compte pour environ 5 % des consommations mondiales d'énergie primaire. Son développement est très dépendant des politiques énergétiques. De nombreux pays vont continuer à développer leurs programmes nucléaires : la Chine, l'Inde, la Russie, la Grande-Bretagne, le Moyen-Orient. Des dizaines de nouvelles unités seront construites. Toutefois, les particularités de cette industrie donnent à penser que sa contribution globale n'augmentera guère. En effet, de lourdes incertitudes pèsent sur l'évolution de son coût, sur la sécurité et sur la lourdeur des encadrements réglementaires, surtout lorsqu'on prend en compte le démantèlement des installations et le stockage des déchets radioactifs.

► **La décentralisation énergétique** : un peu partout dans le monde, on assiste à une certaine décentralisation des problématiques énergétiques. Les collec-

tivités locales, les villes, accordent une priorité nouvelle au couple énergie-climat. Cette préoccupation est large car elle englobe la production et l'utilisation de l'énergie, mais aussi la qualité de l'air et de l'eau, les transports, le recyclage des déchets, l'aménagement du territoire, l'urbanisme et aussi les modes d'organisation économique où une priorité est donnée aux productions locales et à l'économie circulaire. En filigrane se trouvent des systèmes énergétiques plus décentralisés, plus intelligents, plus efficaces et moins polluants. Ils ne vont pas remplacer les systèmes en place mais les compléter et les modifier. Cette démarche locale est assez nouvelle. Elle s'est clairement exprimée au moment des COP21 et 22 où les organisations non gouvernementales ont affirmé leur volonté d'agir pour limiter le réchauffement climatique. Ceci entraîne assez directement une plus grande diversification des systèmes énergétiques, et encourage souvent l'expérimentation et l'innovation.



Cette réflexion générale sur les prix de l'énergie et les systèmes énergétiques nous amène à des conclusions relativement originales. Nul ne peut dire, à notre avis, ce que seront les prix du pétrole, du gaz et du charbon dans les années qui viennent, mais le monde a amorcé une transition énergétique. Cette transition diffère d'un pays à un autre ; elle est marquée par une diversification croissante : moins de carbone, plus d'efficacité et d'intelligence. Cette diversification est un peu indépendante des prix car, à la marge, les préoccupations de développement durable et de préservation de l'environnement l'emportent en partie sur le calcul économique en univers très incertain. En outre, il est admis de façon plus ou moins implicite que les coûts des énergies renouvelables et du stockage vont diminuer de façon inéluctable et irréversible. Par ailleurs, il est à peu près admis, d'une façon également implicite, que les coûts des effets du réchauffement climatique vont augmenter inévitablement. En termes économiques, ces externalités climatiques devront tôt ou tard être internalisées, c'est-à-dire payées, sans doute par des taxes carbone. Il existe des tendances lourdes, qui modèlent l'évolution des systèmes énergétiques. Cette évolution est fléchée et elle est inscrite dans l'Histoire, mais il est extrêmement difficile d'en deviner le rythme. La vitesse du changement reste une incertitude. Pour l'instant, les changements sont lents ; ils se font à la marge, mais les systèmes énergétiques se modifient progressivement : plus décentralisés, plus intelligents, plus diversifiés et, à long terme, moins intenses en carbone. ■

LA BAISSÉ DU PRIX DU BRUT ET SES CONSÉQUENCES

La baisse du prix du brut observée depuis juin 2014 jusqu'à un niveau récent, inférieur à 30 dollars US le baril, a surpris bien des experts pétroliers ainsi que des économistes de renom. Ceux-ci pensaient, par expérience, que comme en 2009 après la crise des *subprimes* de 2008, ces prix rebondiraient et de façon notable. Certains le pensent toujours. Pourquoi une telle surprise ? Pourquoi une telle méprise ?

Quatre ruptures majeures sont intervenues depuis cette dernière référence de prix bas. Elles n'ont, et je le pense depuis début 2015, pas été correctement appréhendées par les acteurs du marché :

► La première se caractérise par un changement profond du *business model* du pétrole, et cela pour une partie non négligeable de celui-ci : les pétroles et gaz non conventionnels. Ce nouveau *business model* est devenu extrêmement réactif au signal « prix » en termes de production, mais aussi en termes de réserves. Ce n'était pas le cas dans le modèle traditionnel. Les coûts de développement sont devenus des coûts de production et si les prix bas ne rendent plus cette dernière rentable, la coupure des investissements interrompt la production dans un délai somme toute très court — quelques mois, voire quelques semaines.

Cette grande réactivité aux prix du brut a fourni à l'Arabie Saoudite, *leader* incontesté du marché, un outil de pilotage nouveau. Cet outil, qui s'apparente à un levier géostratégique, lui permet de conduire à sa guise, et de façon précise, l'ensemble du marché pétrolier mondial, par le retour d'informations qu'elle en obtient en quasi-temps réel. L'Arabie Saoudite a toujours influencé le marché par ses décisions, mais elle le faisait jusque-là en aveugle. Aujourd'hui, elle peut le

faire de façon fine, pratiquement à quelques dollars près.

► La deuxième rupture est donc l'inversion de stratégie de l'Arabie Saoudite. En maintenant, comme de tradition, des prix soutenus, Riyad permettait à des productions concurrentes et, surtout, à des réserves nouvelles et importantes de venir rivaliser avec les siennes. La politique de défense de part de marché qu'elle a mise en place en réaction, par augmentation de ses propres productions et donc en baissant les prix, est aussi, paradoxalement, une politique de valorisation de ses propres réserves. En effet, avec des coûts techniques bien moindres, la valeur relative de ses réserves en comparaison des autres réserves mondiales reste très importante ; à l'inverse, celles des LTO (*light tight oil*, pétrole léger de réservoirs étanches) peuvent tendre vers zéro avec les prix de marché bas auxquels on est arrivé.

► La troisième rupture, de loin la plus importante, est la COP21, la 21^e conférence des parties à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Il n'y a qu'un mot pour résumer cet accord de Paris pourtant de 40 pages, c'est le mot « nettement » : « [un réchauffement] **nettement** en dessous de 2 °C ». C'est une vraie rupture en comparaison de l'échec de la conférence de Copenhague (la COP15 de 2009). Dans ces conditions, et pour reprendre le titre du livre tout à fait prémoniteur d'Henri Prévot sorti en 2007, il y a « trop de pétrole ¹ » ! L'Arabie Saoudite l'aurait-elle compris dès juin 2014 ? Aurait-elle compris avant tout le monde que la COP21 à Paris serait un succès et qu'elle serait exposée plus que quiconque à ce changement de paradigme ?

Dans cette perspective, sa stratégie devient limpide : pourquoi laisser se

1. PRÉVOT Henri, *Trop de pétrole ! Énergie fossile et réchauffement*, Paris : Seuil, 2007.

développer, outre mesure, les réserves des autres alors que les siennes sont et de très loin les meilleures ? Par son action, le marché pétrolier est redevenu un marché de concurrence qui se définit pour l'essentiel par sa valeur technique. Le contenu géopolitique, cher à André Giraud, grand visionnaire et énergéticien français, se serait donc ainsi évaporé par la magie de l'introduction d'un prix calé en dessous des coûts marginaux des LTO, sans du reste que les risques géopolitiques aient pour autant disparu.

Les conséquences de cette situation sont immenses. D'abord, l'évanescence de la rente pétrolière : les sommes considérables que cette rente injectait en retour dans l'économie ont subitement disparu, au point que le ralentissement de l'économie que cette disparition engendre fait souhaiter à tous aujourd'hui, y compris aux pays développés, que les prix du brut remontent. Il y a là, par cette inversion des fondamentaux, une véritable ironie de l'Histoire. Ne disait-on pas, avant, qu'une baisse des prix du brut était bonne pour l'économie par réduction précisément des coûts qui pèsent sur l'économie. Mais l'élasticité n'était pas la même !

Les prix vont probablement remonter, légèrement, pour trouver leur équilibre dans cette systémique nouvelle ; mais jusqu'où vont-ils remonter ? Probablement pas au-dessus de 50 dollars US le baril.

► C'est là qu'intervient la quatrième rupture. On sait que les transports et la mobilité sont parmi les principaux responsables des émissions de gaz à effet de serre, en France par exemple. Mais beaucoup de technologies alternatives au pétrole existent d'ores et déjà pour la mobilité individuelle et le transport de marchandises. Certaines en sont même maintenant au stade industriel : le gaz, le gaz naturel liquéfié (GNL), le biogaz, les biocarburants, le biométhanol, l'hydrogène, la voi-

ture électrique, à batterie ou à induction, l'efficacité énergétique, la voiture hybride...

Dès que le prix va remonter, même légèrement, ces technologies alternatives alimenteront la demande d'autant plus qu'avec la baisse concomitante de leurs coûts, une rentabilité grandissante soutiendra ces nouveaux marchés. L'introduction ou le renforcement de taxes sur les produits pétroliers, rendue maintenant possible mais devenue nécessaire pour déplacer la rente vers les pays consommateurs, ne fera qu'accélérer le phénomène.

Du côté de l'offre, comme on l'a vu plus haut avec la réactivité du marché, les quantités notables de produits pétroliers qui reviendront sur le marché par une légère hausse des prix, empêcheront que le prix s'emballe comme ce fut le cas en 2008 avec la spéculation. À l'époque, il n'y avait pas de contreparties aux positions acheteuses. Décidément, l'élasticité de la demande de pétrole par rapport à son prix a bien changé.

De surcroît, l'Arabie Saoudite continuera très vraisemblablement de veiller à stabiliser le marché au niveau qui permettra et valorisera sa propre transition énergétique, comme elle a déjà commencé à le faire. Tout semble être donc en place maintenant pour qu'avec une légère augmentation des prix du pétrole, une substitution au pétrole s'organise. Progressivement. C'est une opportunité de voir se former une nouvelle rente, plus industrielle et créatrice d'emplois, en substitution à la rente pétrolière ; y compris pour les pays pétroliers. Ne serait-ce pas là un des moyens de réconcilier le climat et l'économie ; le Graal que tout le monde recherche ?

*Dominique Chauvin,
prospectiviste*

*Ce texte a été achevé
de rédiger le 18 février 2016*

CALENDRIER DES FORMATIONS

VEILLE • PROSPECTIVE • STRATÉGIE
SCÉNARIOS • ANTICIPATION

FUTURIBLES INTERNATIONAL

► Introduction à la démarche prospective. De l'anticipation à l'action

Animé par Hugues de Jouvenel, président de Futuribles International, consultant en prospective et stratégie

Vendredi 20 janvier 2017 • Prix : 1056 euros TTC*

► Pratiques de la prospective stratégique

Animé par Nathalie Bassaler, expert Stratégie prospective et innovation ; François Bourse, directeur d'études à Futuribles, professeur associé à la chaire Prospective et développement durable du Conservatoire national des arts et métier ; et Hugues de Jouvenel

Judi 26 et vendredi 27 janvier 2017 • Prix : 1584 euros TTC*

Judi 16 et vendredi 17 mars 2017 • Prix : 1584 euros TTC*

► Atelier de construction de scénarios prospectifs

Animé par François de Jouvenel, directeur de Futuribles, avec la participation de Cécile Désaunay, directrice d'études à Futuribles, et Laurie Grzesiak, chargée d'études à Futuribles International

Judi 9 et vendredi 10 mars 2017 • Prix : 1584 euros TTC*

► Bâtir une stratégie. Comment la prospective renouvelle les pratiques stratégiques

Animé par Nathalie Bassaler et François Bourse

Judi 23 et vendredi 24 mars 2017 • Prix : 1584 euros TTC*

*Remise de 10 % pour inscription multiple dès la deuxième participation ; dispense des frais de participation pour les membres partenaires de Futuribles International (valable pour une personne par formation). Futuribles est un organisme de formation agréé.

Informations complémentaires : Corinne Roëls - Futuribles International
47 rue de Babylone - F-75007 Paris - Tél. + 33 (0)1 53 63 37 71 - Fax + 33 (0)1 42 22 65 54
E-mail croels@futuribles.com - Site <http://www.futuribles.com/fr/formation/>

Les prévisions énergétiques et leurs aléas

PAR RODOLPHE GREGGIO ET BENOÎT MAFFÉI ¹

Comme le souligne Jean-Marie Chevalier dans ce même numéro, il est bien délicat de se prononcer aujourd'hui sur ce que sera l'évolution des prix de l'énergie et d'envisager la façon dont se transformeront les systèmes de production énergétique. C'est bien ce que confirment ici Rodolphe Greggio et Benoît Mafféï, qui se sont intéressés à la façon dont sont élaborées les prévisions énergétiques à long terme et dont la conclusion est qu'en l'état, elles sont vouées à l'échec.

Ceci résulte en particulier de la difficulté à faire des prévisions fiables en termes d'évolution de la demande d'énergie, celle-ci résultant d'évolutions exogènes et opaques à long terme (croissance démographique, croissance économique, productivité, efficacité énergétique...). Cela tient également à un certain nombre d'erreurs d'anticipation de ruptures technologiques : un « âge d'or » du gaz naturel anticipé trop tôt, la valse du pic pétrolier, un pic minéralier n'ayant pas eu les incidences envisagées initialement, un déclin du nucléaire à relativiser, etc. Cela résulte enfin de divers facteurs d'ordre politique et géopolitique en lien avec les atouts respectifs des pays en matière énergétique et leur stratégie d'indépendance en ce domaine : États-Unis et gaz de schiste, France et nucléaire, Allemagne et renouvelables, par exemple. Bien évidemment, le contexte actuel laisse à penser que l'heure est à une transition progressive des énergies carbonées vers les énergies renouvelables, mais de là à prévoir précisément à quel horizon, dans quelles proportions et selon quelle ampleur géographique, il y a un pas qui paraît encore difficile à franchir. S.D. ■

1. Les deux auteurs viennent de publier *Après la COP21. Géopolitiques de la transition énergétique* (Paris : Technip, 2016). Certains thèmes évoqués dans cet article y font l'objet de développements approfondis.

La conjoncture actuelle dans l'énergie illustre une nouvelle fois les difficultés auxquelles les entreprises du secteur se heurtent : si le contrechoc pétrolier de 2014 semble les avoir frappées par un effet de surprise, c'est en réalité toute l'histoire de cette branche de l'économie qui montre à quel point les opérateurs commettent de manière récurrente des erreurs, qui les amènent à réaliser des investissements qui s'avèreront par la suite inexploitable dans des conditions optimales, ou bien déclassés.

Certes, les erreurs en matière de planification stratégique concernent l'ensemble du champ économique et elles ne font que traduire le caractère fondamentalement incertain de toute décision d'investissement. Mais leur impact est particulièrement dévastateur dans un secteur — l'énergie — caractérisé à la fois par une très forte intensité capitalistique et par une considérable inertie, et où les évolutions des *mix* énergétiques s'inscrivent sur le long, voire le très long terme. Certains investissements requièrent en effet plusieurs décennies pour être amortis et, parfois, ne le sont qu'à des horizons encore plus lointains, comme le montre le cas des très grandes infrastructures énergétiques qui sont, en conséquence, financées et / ou réalisées en partie ou en totalité par le secteur public (ou à la rigueur sur ressources propres).

Les grands acteurs du secteur énergétique rencontrent toujours des difficultés à élaborer des prévisions fiables en termes de demande ², en raison du caractère exogène de certaines évolutions macroéconomiques, des transformations technologiques non anticipées, ainsi que des interférences des logiques politiques dans la mise en œuvre des stratégies dans ce domaine.

Des paramètres macroéconomiques exogènes et opaques sur le long terme

La modélisation de la demande future d'énergie présuppose de définir les états prévisionnels de l'économie mondiale. Ceux-ci dépendent, en priorité, des taux de croissance de la population, de la production et de la productivité, qui ne peuvent tous être anticipés de la même façon, sans omettre l'évolution de l'intensité énergétique de la croissance économique.

Essor démographique, croissance économique et évolution de la productivité

Les prévisions démographiques sont marquées par une remarquable inertie pour les deux à trois décennies suivantes, ce qui leur permet de fournir des indications décisives sur l'augmentation de la demande d'énergie sur

2. Cet article se focalise sur les évolutions en volume. Une impuissance encore plus radicale caractérise les tentatives de prévision en termes de prix des différentes sources d'énergie sur des horizons plus ou moins lointains.

un horizon de long terme : les zones à forte croissance de population étant l'Afrique subsaharienne et l'Asie du Sud, elles devraient concentrer la plus grande partie d'une telle progression. *A contrario*, le potentiel de croissance économique à long terme est soumis à un degré d'incertitude bien supérieur, comme l'illustrent les cas des deux espaces régionaux précités, dont la poursuite du décollage constitue sans doute un des déterminants centraux du niveau futur de la demande mondiale d'énergie (voir encadré ci-dessous).

Mais les analyses économétriques soulignent que la croissance du produit intérieur brut (PIB) à long terme est déterminée tout d'abord par sa composante de productivité. Il est manifeste que la phase de mondialisation intensive de l'économie (2001-2008) n'a été rendue possible que parce que les nouvelles technologies de l'information et de la communication ont permis l'optimisation des chaînes productives et logistiques, et leur extension à certains espaces asiatiques émergents (en partie par la délocalisation des unités industrielles auparavant situées dans les pays de l'OCDE, l'Organisation de coopération et de développement économiques). Pourtant, à l'heure actuelle, comme l'illustrent les débats autour de la « stagnation séculaire », il est impossible de savoir si la révolution du numérique générera de véritables gains de productivité, ou bien si elle sera de nature principalement qualitative, améliorant les services déjà existants, mais sans augmenter de manière radicale la quantité de biens et services produits.

LE RÔLE MAJEUR DE L'ASIE ET L'AFRIQUE DANS LA DEMANDE FUTURE D'ÉNERGIE

En Asie, le modèle chinois de développement est entré en crise et l'Inde ne peut relayer son puissant voisin en tant qu'« atelier du monde », malgré un coût de la main-d'œuvre très inférieur, faute de ressources énergétiques et foncières suffisantes. De surcroît, si la transition énergétique peut constituer un relais de croissance pour la Chine, c'est probablement moins le cas pour l'Inde qui, après avoir développé précocement les énergies renouvelables, a pris désormais conscience de leurs limites, ainsi que de leurs coûts, incompatibles pour le moment avec le pouvoir d'achat moyen des populations du sous-continent.

Les perspectives économiques de l'Afrique subsaharienne sont tout aussi incertaines, cette partie du monde n'ayant pas véritablement tiré parti de la mondialisation, notamment indus-

trielle, tandis que depuis 1994, le produit intérieur brut par habitant continue d'osciller entre un quart et un cinquième de la moyenne mondiale. Tout véritable développement du continent, et donc toute augmentation substantielle de la consommation d'énergie (en particulier la forte amélioration de l'accès à l'électricité, à défaut d'une croissance importante des taux de motorisation), ne peut reposer que sur un processus d'industrialisation. Or aucun mouvement significatif de délocalisation des unités de production depuis l'Asie n'y est pour l'heure observé (bien au contraire, certains pays sont plutôt en voie de désindustrialisation), tandis que la solvabilité de la demande finale constitue toujours le principal obstacle à l'électrification, notamment en zone rurale.

R.G. et B.M.

Efficienc e énergétique et bouclage des modèles

Pareilles incertitudes en matière de prévision macroéconomique ne sauraient en aucun cas remettre en question la très forte croissance des besoins mondiaux en énergie qui se profile à l'horizon du XXI^e siècle. Une autre variable, plus spécifique au domaine énergétique, acquiert dès lors une importance tout à fait décisive : le rythme des progrès envisageables dans l'efficience énergétique, autrement dit les liens entre la croissance économique et l'évolution de la consommation d'énergie. Jusqu'au deuxième choc pétrolier (1979-1982), une très forte corrélation entre ces deux variables a été constatée, ce qui signifie qu'il n'existait quasiment aucun progrès significatif en matière de performance énergétique. À partir du début des années 1980, en revanche, la diffusion des dispositifs électroniques au sein des systèmes productifs et logistiques a permis d'accroître sensiblement l'efficience de ces derniers. En conséquence, les pays qui ont amorcé leur processus de développement à partir des décennies 1980-90 (principalement les « dragons » asiatiques et quelques nations émergentes de la génération suivante) ont bénéficié de systèmes énergétiques de plus en plus optimisés tout au long de leur trajectoire de rattrapage.

Tableau 1 — Évolution de l'efficience énergétique de la croissance mondiale (taux de croissance annuel moyen, en %, 1971-2015)

	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	1971-2015
PIB (OCDE)	3,4	3,6	2,8	3,7	3,3	3,8	3,8	3,8	3,4	3,5
Demande d'énergie primaire (BP)	3,2	3,0	1,6	2,5	1,1	1,8	3,1	2,2	1,5	2,2
Écart	0,2	0,7	1,2	1,1	2,2	2,0	0,7	1,6	1,8	1,3

Source : calculs des auteurs, à partir de données OCDE et BP (British Petroleum). La tertiarisation de l'économie mondiale se traduit bien par un écart plus marqué entre la croissance du PIB et celle de la consommation d'énergie. L'exception de la période 2001-2005 correspond à la phase d'accumulation intensive du capital industriel de la Chine.

Il est vrai, cependant, que la mesure de l'efficience énergétique globale demeure plutôt indéterminée : s'il est aisé d'opposer la performance japonaise dans ce domaine à la médiocrité du bilan chinois, il ne faut pas oublier que, outre le fait que la forte croissance économique du pays a permis de maintenir en activité jusqu'à présent de nombreux sites productifs peu efficaces, Pékin a accueilli sur son territoire de nombreuses unités très énergivores dont les pays postindustriels se sont débarrassés à bon compte (comme la production de panneaux solaires, mais aussi une grande partie des industries de première transformation des matières premières). La délocalisation des unités industrielles dans les pays émergents fausse complètement l'appréhension de l'efficience énergétique des économies nationales, et les pays postindustriels donnent l'illusion de mieux maîtriser leur consommation d'énergie uniquement parce que les activités de service sont bien moins énergivores (et génératrices de nuisances) que le secteur secondaire.

En tout état de cause, il s'avère néanmoins que les scénarios en matière de demande énergétique ne peuvent boucler leurs projections qu'en misant, précisément, sur l'augmentation de l'efficacité énergétique, variable d'ajustement par excellence. Pour les prévisionnistes, il n'est donc possible de faire face à la hausse attendue des besoins dans les prochaines décennies qu'en envisageant une baisse substantielle et continue de la quantité d'énergie consommée pour produire une unité supplémentaire de PIB. C'est pourquoi les taux d'augmentation de l'efficacité énergétique publiés par les différents organismes de prévision — Agence internationale de l'énergie (AIE), Energy Information Administration (EIA), multinationales de l'énergie — sont très élevés : ils s'étendent de 1,5 % à 2 % en valeur annuelle. Et ce, en rupture par rapport aux tendances observées dans le passé³ : entre 1970 et 2015, le taux de croissance annuel moyen de l'économie mondiale ayant été de 3,5 % et celui de la demande d'énergie primaire de 2,2 %, le taux moyen de croissance de l'efficacité énergétique n'a pas dépassé 1,3 %. Au cas où de pareilles performances ne seraient pas enregistrées⁴, la pénurie d'énergie constituerait une entrave majeure à la poursuite du développement économique.

La prise en compte de valeurs aussi remarquables pour ce dernier paramètre requiert d'être interprétée. Trois hypothèses peuvent être formulées : anticipations rationnellement fondées au vu des avancées technologiques actuelles ; message à caractère politique (une incitation à l'accroissement des dépenses de recherche-développement dans ce domaine) s'appuyant sur un mécanisme de prophétie autoréalisatrice ; pure instrumentalisation d'une variable rendue nécessaire pour équilibrer la demande et l'offre d'énergie aux horizons temporels visés par la modélisation, auquel cas l'augmentation de l'efficacité énergétique relèverait d'une pure logique de pari⁵. Au vu des progrès technologiques actuellement constatés, la première hypothèse ne serait cependant pas à exclure.

3. Cette optimisation des usages de l'énergie concerne l'ensemble des secteurs : isolation des bâtiments et installation de dispositifs rendant possible leur régulation thermique, amélioration de la distribution de l'électricité via les *smart grids*, les compteurs « intelligents » et les objets connectés, et donc *in fine* convergence entre les technologies de l'énergie et celles liées à la communication et l'information. Une des innovations de rupture les plus décisives consisterait à doter les logements de vitrages convertissant directement le rayonnement solaire en chaleur.

4. L'optimisme de telles perspectives est démontré par l'exemple de l'industrie automobile. Les tests ont été aménagés afin que les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) des véhicules soient conformes aux normes européennes, de sorte que, dans des conditions normales d'utilisation, les consommations de carburant sont bien supérieures aux performances officielles. L'amélioration des performances énergétiques des modèles les plus récents est donc en partie fictive, mais il est impossible de subvertir les lois fondamentales de la physique.

5. La croissance démographique aurait pu aussi, en théorie, servir de variable d'ajustement aux fins de bouclage de l'équation, mais l'absence — à l'échelle mondiale — de toute politique de maîtrise de la population en fait un paramètre en grande partie exogène. Il est vrai que les prévisions en matière de population mondiale à très long terme sont assez dispersées, même si les données démographiques publiées par les Nations unies semblent plutôt minorées.

Les erreurs d'anticipation des ruptures technologiques

Au-delà des variables macroéconomiques, c'est à une échelle plus méso ou microéconomique que la prévision énergétique rencontre une autre série d'obstacles : la diffusion de représentations dominantes abusives, en particulier dans le domaine des ruptures ou des basculements technologiques, qui se sont avérées *a posteriori* en partie ou en totalité fictives, et qui ont pu dans certains cas conduire à une allocation sous-optimale des ressources. La décennie qui vient de s'écouler en fournit quelques exemples majeurs.

L'anticipation prématurée de l'âge d'or du gaz naturel

La première grande méprise, source de surinvestissements massifs, a porté sur l'avenir du gaz. Il a souvent été annoncé que les premières décennies du troisième millénaire seraient l'« âge d'or » du gaz naturel (mais non du biogaz, produit par la fermentation des débris végétaux), d'autant que ses émissions en CO₂ sont bien inférieures à celles des autres hydrocarbures. De fait, les investissements dans cette filière ont été colossaux, en raison de la guerre pour les parts de marché que se livrent la Russie (gisements supergigants de Sibérie occidentale) et les exportateurs pro-Occidentaux (Qatar, Australie, Norvège, Canada, Nigeria, voire Oman), tandis que le déclin de certains autres exportateurs (Algérie, Turkménistan, Indonésie, Malaisie) n'implique pas toujours que leurs gisements sont en cours d'épuisement⁶ : le potentiel considérable du Turkménistan reste ainsi largement sous-exploité pour des raisons politiques et géographiques.

Mais, en réalité, l'essor de l'industrie gazière a été déterminé par deux événements qui n'avaient pas été prévus par les multinationales : le choc d'offre positif issu de l'exploitation du gaz naturel contenu dans les roches mères (gaz de schiste) aux États-Unis ; et le choc de demande positif découlant de l'accident nucléaire de Fukushima, qui a conduit le Japon à arrêter ses centrales nucléaires et à importer des quantités considérables de GNL (gaz naturel liquéfié). C'est une telle configuration qui a permis une rentabilisation accélérée des très importants investissements réalisés à Ras Laffan au Qatar, les débouchés envisagés au départ aux États-Unis étant opportunément remplacés par la demande japonaise (même si les multinationales ont dû déclasser les usines de regazéification du méthane liquéfié qu'elles avaient construites sur la côte atlantique du continent nord-américain). L'équilibre sur le marché du gaz s'est donc réalisé de façon imprévue, les effets des deux événements — l'un décidé en fonction de la politique d'indépendance énergétique menée avec une grande constance par Washington, l'autre accidentel — se compensant partiellement. Si la catastrophe de Fukushima

6. Les appels d'offres internationaux lancés par la Sonatrach ont permis de renouveler les réserves gazières, mais non pétrolières, de l'Algérie : l'épuisement de sa rente pétrolière d'ici quelques décennies constitue le risque géopolitique majeur encouru par l'Afrique du Nord.

n'était pas survenue, une fraction encore plus importante des installations gazières du Qatar serait inemployée à l'heure actuelle.

C'est pourquoi le repli de la demande de l'Archipel (avec le retour prévisible et progressif de l'exploitation des réacteurs nucléaires) et une augmentation supplémentaire de l'offre américaine (même si l'exportation de gaz à partir des États-Unis demeure encore symbolique) pourraient recréer des conditions propices à un effondrement ultérieur des prix et mettre pleinement en lumière la situation de surinvestissement de la branche. Les investissements considérables prévus au nord des côtes australiennes dans cette filière sont dès à présent révisés à la baisse, tandis que la valorisation des gisements d'Iran et du Turkménistan est reportée à un futur plus ou moins lointain ⁷.

L'éternel retour de la notion de pic pétrolier

La seconde représentation dominante qui a pu contribuer à opacifier les perspectives énergétiques mondiales repose sur un oubli étrange, celui des mécanismes expliquant la formation des cours du pétrole ⁸. Les prix de l'or noir suivent des cycles de court et moyen termes qui ne préjugent en rien du niveau qu'ils atteindront lorsque l'épuisement des ressources se profilera effectivement et qu'il sera nécessaire d'exploiter, peut-être, les gisements les plus onéreux pour faire face à la demande (schistes bitumineux ⁹), ce qui pourrait provoquer une crise économique mondiale d'une ampleur jamais connue. C'est pourquoi il est apparu *a posteriori* que leur forte hausse au cours du troisième choc pétrolier (2004-2014), réactualisant les scénarios de pic pétrolier et de déclin imminent du pétrole dans le *mix* mondial, ne correspondait pas à une quelconque raréfaction imminente de la ressource.

De fait, la réalisation d'importants programmes d'investissement dans les zones où les coûts de revient sont les plus bas (monarchies pétrolières, mais aussi Irak dont la production en 2015 a excédé celle de l'Iran) a permis de renouveler la capacité d'extraction des exportateurs faisant office de producteurs d'appoint, une capacité qui de surcroît pourrait révéler d'importantes

7. Des avancées technologiques récentes ont permis cependant de diminuer significativement le coût des carburants de synthèse élaborés à partir du gaz naturel : il s'agit peut-être de la véritable innovation permettant de faire advenir l'âge d'or du gaz naturel.

8. Une théorie générale de la formation des cours du pétrole est exposée dans notre essai *Le Pétrole. Le troisième choc et la malédiction pétrolière*, Paris : Economica, 2014.

9. Les États-Unis posséderaient le plus vaste gisement de schistes bitumineux au monde dans le secteur de la Green River (Utah, Colorado, Wyoming), peut-être avec la Chine (Mongolie) et quelques autres pays (Allemagne, Australie, Estonie, Israël, Jordanie, Madagascar, Maroc, Royaume-Uni, Suède, Syrie, et surtout Brésil et Russie). Le Department of Energy a évoqué un potentiel de 750 milliards de barils avec une densité au moins égale à 25 gallons par tonne traitée. Différentes technologies sont en cours de développement pour rendre leur extraction moins énergivore et plus compatible avec le respect de l'environnement. Le total des ressources mondiales en hydrocarbures contenus dans les schistes bitumineux pourrait atteindre 1 000, voire 1 500 milliards de barils dans le monde, dont une majorité (entre la moitié et les trois quarts) serait localisée dans cette zone du *Rocky Mountain Energy Corridor*.

marges de progression, qu'il s'agisse de gisements susceptibles d'entrer en exploitation dans des délais assez brefs (Kazakhstan ¹⁰) ou à moyen terme (Iran et Venezuela). Dit autrement, c'est bien l'effort d'investissement, et non l'absence de ressource, qui a représenté jusqu'à présent la véritable frontière productive dans le pétrole. Et il est vrai que si les multinationales ont éprouvé, depuis une décennie, de grandes difficultés à renouveler leurs réserves pétrolières (mais non gazières) et qu'elles sont incitées à se tourner vers des champs de plus en plus ardu à exploiter (pétroles non conventionnels, à très grande profondeur sous l'eau, voire en zone arctique), c'est tout d'abord parce qu'elles ne sont pas autorisées à profiter des ressources localisées dans les pays possédant les plus importants gisements (Arabie Saoudite, Iran, Venezuela, voire Russie et Asie centrale) et parce que certains États n'ont pas été en mesure de développer leur production pétrolière (Iran, Libye, Venezuela).

Un pic minéralier n'affectant pas en priorité les terres rares

Le troisième cas de croyance dominante erronée porte sur la disponibilité de « terres rares ¹¹ », dont les énergies renouvelables sont de très importantes consommatrices et qui pourraient effectivement devenir un frein à l'essor de ces dernières. Il est vrai que, dans l'état actuel des techniques, la stratégie énergétique allemande (le développement quasiment exclusif de l'éolien et du solaire) n'est pas plus généralisable à l'ensemble du monde que le choix de la France (le pari sur le nucléaire, confronté à la finitude des réserves d'uranium), sauf à exploiter les ressources minérales sous-marines, une option pour le moment exclue car très onéreuse. Une telle dépendance aux métaux se retrouve dans la filière de l'hydrogène.

Mais la faible disponibilité des terres rares est, en fait, fort relative et la domination de la Chine résulte d'une volonté, ou du moins d'une certaine passivité bienveillante, de la part des États-Unis, désireux de préserver leurs propres gisements. Par ailleurs, les pays postindustriels ont intérêt à localiser les activités polluantes (mines) et énergivores (production de panneaux solaires) sur le territoire chinois. En réalité, le véritable goulet d'étranglement pour le développement des énergies renouvelables, et donc pour la généra-

10. Le renoncement, jusqu'à présent, à exploiter le gisement supergéant de Kachagan, sur le rivage kazakh de la mer Caspienne, s'explique par des raisons autant politiques qu'économiques, et non à cause de difficultés techniques (qui ont néanmoins été mises en avant). Ce gisement sera donc exploité dès que les conditions de marché rendront sa mise en production possible, autrement dit que les cours seront durablement réorientés à la hausse, et dès que les multinationales voudront rentabiliser un investissement aussi important.

11. On appelle « terres rares » un groupe de 17 minéraux (métaux) aux propriétés voisines (dont par exemple le scandium, le cérium, le thulium...) dans lesquels se trouvent certaines matières premières essentielles, notamment pour les secteurs de l'électronique et des équipements énergétiques. Leur nom vient du fait qu'elles ont été découvertes au début du XIX^e siècle, dans des minerais (alors appelés « terres » en français, langue des échanges internationaux) peu courants à cette époque (NDLR).

lisation des usages de l'électricité au monde entier, réside dans la rareté non des terres rares mais de l'ensemble des ressources minérales, et en particulier du cuivre, essentiel pour le transport du courant, du moins tant qu'un matériau aux propriétés de conductivité similaires n'aura pas été mis au point.

Un déclin du nucléaire à relativiser

Enfin, le nouveau millénaire a semblé douter de l'avenir de l'énergie nucléaire. L'accident de Fukushima a conduit certains pays qui avaient envisagé de se doter de réacteurs à abandonner ou à reporter ces investissements, et a conforté la politique de renoncement de certains pays européens (Allemagne, Espagne, Italie, Suède, Suisse), tandis que les États-Unis paraissent sur la voie d'un désengagement définitif. Les difficultés de la filière nucléaire en France soulèvent aussi des interrogations sur le futur d'une telle énergie dans l'Hexagone, d'autant que ce dernier dispose d'un potentiel non négligeable dans certaines énergies renouvelables. De fait, la part du nucléaire dans le *mix* énergétique mondial a continué de reculer. Ce déclin de l'atome civil doit pourtant être remis en perspective, et surtout relativisé en fonction des trajectoires nationales.

En particulier, la crise de l'industrie nucléaire française résulte de la combinaison de quatre facteurs qui lui sont tout à fait spécifiques : les dissensions internes — notamment l'opposition frontale entre Électricité de France (EDF) et Areva pour la maîtrise exclusive de l'ingénierie des centrales, qui a abouti à une reprise en main de la filière par la première — ; une attrition des savoir-faire industriels et les défauts de certains composants métalliques expliquant en partie les retards dans la construction de la nouvelle génération de réacteurs (Finlande, France) ; des investissements miniers très malencontreux (Afrique du Sud, Namibie, République centrafricaine) ; les espoirs infondés sur le marché sud-africain — en parfaite méconnaissance du tropisme géopolitique de l'African National Congress, spontanément orienté vers la Russie, et de sa mainmise croissante sur la filière charbonnière qui ne l'incite guère à développer les sources alternatives de génération d'électricité ¹².

Il serait dès lors erroné d'évaluer l'avenir du nucléaire à l'échelle mondiale à l'aune des difficultés actuelles de la filière française, lesquelles contrastent avec le dynamisme de certains opérateurs étrangers. En remportant le contrat des Émirats arabes unis, la Corée du Sud exporte pour la première

12. L'emprise des dirigeants de l'ANC dans l'économie charbonnière, en vertu de la doctrine du *Black Economic Empowerment*, constitue un des obstacles majeurs à la construction du barrage de Grand Inga, qui permettrait de valoriser une partie du fabuleux potentiel hydroélectrique du fleuve Congo. Il est impossible en effet de rentabiliser un tel investissement sans bénéficier d'un débouché important sur le premier marché africain de l'électricité. L'Afrique du Sud doit nécessairement arbitrer entre ces trois sources de production d'électricité (charbon, hydraulique, nucléaire) pour faire face à la hausse de la demande dans toute la partie méridionale de l'Afrique.

fois des réacteurs nucléaires et se positionne en tant que nouveau fournisseur potentiel pour l'Arabie Saoudite si, du moins, le royaume wahhabite décide de se doter de pareilles infrastructures. De son côté, le russe Rosatom s'est imposé comme le fournisseur de référence de quelques pays émergents (Arménie, Égypte, Hongrie, Iran, Jordanie, Turquie, à l'avenir Viêt-nam et peut-être Bangladesh), tandis que l'Inde vient de conclure un accord de coopération avec le Japon après en avoir signé un avec les États-Unis. Quant au renoncement de certaines capitales à se lancer dans une telle filière, il est parfois dénué de réelle signification, dans la mesure où ces pays étaient loin de disposer de l'expertise requise pour accueillir, sinon pour exploiter, de pareilles unités (ainsi le Venezuela). La politique énergétique du Royaume-Uni, qui se dote de nouvelles centrales nucléaires tout en développant l'éolien *offshore*, pourrait correspondre à l'invention d'un des grands modèles du futur, la fission (ou, un jour peut-être, la fusion nucléaire avec ITER, l'*International Thermonuclear Experimental Reactor*) répondant à la demande électrique de base et les renouvelables couvrant les besoins supplémentaires.

De toute façon, l'avenir du nucléaire en France même paraît bien moins menacé qu'on ne le prétend parfois. L'exploitation du gaz naturel extrait des roches mères aux États-Unis a permis, certes, de diminuer le recours au charbon pour la génération d'électricité, mais elle a également mis un terme aux perspectives de relance du programme électronucléaire dans ce pays — qui exploite actuellement le plus grand nombre de centrales. C'est pourquoi il est possible, *a contrario*, d'interpréter l'interdiction de toute prospection des hydrocarbures de schiste sur le territoire hexagonal, malgré une géologie plutôt prometteuse, en termes de préservation de la filière de l'atome : il n'est pas à exclure que cette décision, par-delà de légitimes considérations environnementales, n'ait été prise afin de prévenir la découverte d'éventuels gisements gaziers qui, s'ils étaient exploités, produiraient une électricité au coût de revient bien moins élevé que celle issue des réacteurs nucléaires (surtout ceux mis en conformité avec les nouvelles normes de sûreté).

Ces erreurs d'anticipation ont pour principale origine la récurrence des confusions entre les différentes perspectives temporelles, notamment les interférences entre l'horizon de long terme et celui de plus court terme

L'ensemble de ces erreurs d'anticipation a pour principale origine la récurrence des confusions entre les différentes perspectives temporelles, et notamment les interférences commises par les acteurs entre l'horizon de long terme du cycle de l'investissement dans les infrastructures énergétiques, et celui de plus court terme marqué par les inévitables chocs exogènes de nature économique, technologique ou politique. C'est pourquoi il est irrationnel de vouloir élaborer une véritable stratégie énergétique en se fondant sur les variations — plus ou moins erratiques — des prix des différentes sources d'énergie à très court terme : le processus de la transition énergétique est beaucoup trop complexe et incertain pour qu'il ne tienne compte que de prix qui ne reflètent que des situations d'équilibre tout à fait transitoires.

Volontarisme politique et impératif d'indépendance énergétique

Les paradigmes technologiques dominants sont forgés, voire instrumentalisés par l'ensemble des acteurs de la filière. Si les multinationales jouent un rôle essentiel, les États exercent toujours un rôle déterminant pour procéder aux arbitrages entre les différentes sources d'énergie, quitte à susciter le développement de nouvelles entreprises afin de contester la prééminence des énergéticiens traditionnels. Mais l'analyse des politiques énergétiques est un exercice fort complexe.

L'implication des pouvoirs publics américains en faveur des hydrocarbures de roche mère

L'afflux massif de gaz de schiste a provoqué dans un premier temps un effondrement des prix sur le marché intérieur des États-Unis : les bénéfices tirés des ventes du pétrole à des cours très élevés étaient alors censés compenser les pertes sur le gaz. Mais la forte baisse des cours de l'or noir à partir du contrechoc de 2014 aurait dû compromettre la viabilité de ce secteur. Or, contrairement aux attentes, l'activité a fait preuve d'une étonnante résistance et enregistré d'importants gains de productivité. Il est vrai que, Washington ayant pour premier objectif de réduire de manière significative ses importations de matières premières énergétiques, il n'est pas à exclure que l'exploitation des hydrocarbures contenus dans les roches mères ne continue, comme dans le passé, à être subventionnée plus ou moins directement (ou bien qu'elle fasse l'objet d'une certaine bienveillance de la part de ses financeurs).

En réalité, une telle politique a été menée à deux niveaux. Dans un premier temps, des organismes publics ont piloté la plus grande partie des projets de recherche, tandis que les multinationales se désintéressaient d'un domaine jugé technologiquement risqué et financièrement incertain. Dans un second temps, l'aide publique a pris la forme d'une politique de soutien fiscal aux entreprises du secteur, confrontées au recul marqué de leur rentabilité : en effet, la production d'hydrocarbures de schiste aux États-Unis est réalisée en majorité par des opérateurs de taille petite ou moyenne, qui peuvent certes différer l'amortissement de leurs investissements, mais qui, très endettés, sont soumis à une forte contrainte de solvabilité vis-à-vis de leurs bailleurs de fonds (alors que les multinationales ont les moyens d'arbitrer en faveur des activités qu'elles jugent les plus rentables à long terme). C'est pourquoi, même si sa nécessaire restructuration devrait s'effectuer *in fine* sous l'égide de ses créanciers, le recul des cours des hydrocarbures ne devrait pas remettre en cause la survie d'une branche¹³ dont le développement est redevable à la

13. La production saoudienne de pétrole a battu un nouveau record en 2015, tout comme celles des États-Unis (une hausse de 90 % depuis le creux de 2008) et de la Russie (une progression de 80 % depuis le point bas de 1998). Depuis le minimum de 1999 (31 %), les trois premiers producteurs de pétrole ont significativement accru leur poids dans la production mondiale (dépassant 38 % en 2015).

puissance technologique du pays et à la vitalité de ses entrepreneurs, y compris dans un domaine dominé par de puissantes multinationales.

La stratégie allemande en faveur des énergies renouvelables

De son côté, l'Allemagne semble animée par un tropisme environnementaliste fort prononcé, qui l'a conduite à sacrifier son nucléaire et à viser à terme une électricité entièrement renouvelable. Mais dans ce cas aussi, l'indépendance énergétique est au cœur des préoccupations des décideurs publics. La sortie de l'atome civil permet en effet de quitter une filière dont le pays ne maîtrise pas un certain nombre d'étapes clés de la chaîne de valeur (approvisionnement en uranium, enrichissement du minerai et retraitement des combustibles irradiés), et dont le sacrifice était inévitable du moment que l'on souhaitait développer les énergies renouvelables dans le contexte de faible croissance de la demande que connaît le pays. Ce choix permet en outre de continuer à exploiter le lignite national¹⁴, afin de compenser les inévitables fluctuations des ressources renouvelables, par nature intermittentes, tout en maîtrisant le poids des importations de gaz russe dans la production électrique¹⁵. Et ce d'autant que la puissance du *lobby* charbonnier, ainsi que, surtout, celle du secteur de la production d'équipements miniers, rendent difficile l'abandon de cette branche d'activité, très présente de surcroît dans les *Länder* orientaux confrontés à une conjoncture économique structurellement atone.

Bien d'autres pays pourraient illustrer l'importance des considérations géopolitiques — l'accroissement de l'indépendance énergétique — dans le soutien public accordé à certaines branches de l'énergie, qu'il s'agisse du tropisme français en faveur du nucléaire, de la prédominance des hydrocarbures en Russie (fort peu intéressée par la transition énergétique) ainsi qu'en Arabie Saoudite, ou bien encore du rôle du charbon en Pologne (de même qu'en Australie, en Colombie, en Indonésie ou en Russie). Sans oublier que la majeure partie des subventions aux énergies carbonées dans le monde est versée par des pays rentiers, émergents et en développement, afin de réduire les prix des produits et services de base consommés par leurs populations.

14. La baisse temporaire des cours du charbon, parallèlement à l'effondrement des prix du gaz naturel sur le marché des États-Unis, a conduit les entreprises charbonnières américaines à exporter dans un premier temps leurs excédents sur le marché européen. Le différentiel de cours a alors incité les énergéticiens européens à opter pour les centrales au charbon au détriment des unités au gaz, alors que la combustion du gaz est bien moins émettrice de gaz à effet de serre que celle du charbon.

15. En revanche, seuls les pays technologiquement peu avancés continuent de produire de l'électricité à partir de la combustion du pétrole, ainsi que ceux qui en disposent en abondance (Arabie Saoudite), ce qui constitue un pur gaspillage d'un produit appelé à se raréfier et dont les innombrables usages sont au fondement de la civilisation industrielle.

De la politique énergétique à l'énergie politique

L'une des raisons pour lesquelles il est si difficile d'aboutir à des prévisions valides en matière énergétique réside donc dans le fait qu'il s'agit certes d'abord de décisions d'essence technologique, mais qui prennent en considération les contraintes politiques et économiques, et donc résultent de la confrontation plus ou moins violente d'acteurs disposés à utiliser toutes leurs ressources pour imposer les solutions qu'ils maîtrisent (ou s'imaginent maîtriser). Les politiques énergétiques sont en effet élaborées au terme de processus longs et complexes au cours desquels les différentes parties prenantes tentent de faire prévaloir leurs expertises, leurs intérêts ou leurs tropismes idéologiques. Qu'ils défendent des sources d'énergie bien déterminées ou bien des options plus ou moins dépourvues de fondement rationnel, tous ces acteurs, assimilables parfois à des groupes de pression, déploient des capacités d'action très inégales : la politique énergétique ne résulte pas uniquement de la mise en œuvre de procédures démocratiques en vigueur d'ordinaire dans les États de droit.

Des perspectives énergétiques foncièrement indéterminées et diversifiées

En réalité, la problématique énergétique se trouve à la croisée des chemins. Technologiquement, il est tout à fait prématuré d'anticiper quelles seront les sources d'énergie alternatives qui tireront leur épingle du jeu à un horizon de plusieurs décennies en remplacement des énergies traditionnelles. La transition énergétique pourrait prendre la forme, du moins en partie, d'une translation entre énergies carbonées (ainsi le remplacement du charbon par le gaz naturel, bien moins émetteur de gaz à effet de serre), voire le maintien d'un certain *statu quo* au cas où seraient développées des technologies fiables et rentables de capture et stockage du dioxyde de carbone. De façon plus probable, elle devrait se traduire par un basculement vers des énergies renouvelables, inversant ainsi la révolution inaugurée au XIX^e siècle lorsque les sources fossiles s'étaient progressivement substituées à la force de l'eau, du vent et à la combustion du bois.

L'horizon de l'électrification du monde

Le développement des énergies du futur suppose que soient apportées des solutions fiables et rentables à des défis technologiques très complexes, notamment dans le domaine électrique : qu'il s'agisse de la production du courant (à travers, par exemple, l'augmentation du rendement des cellules photovoltaïques sans utiliser des quantités trop importantes de métaux précieux, rares et donc extrêmement onéreux), de son transport sur de très longues distances (depuis des éoliennes localisées en haute mer ¹⁶ ou des

16. Plus les éoliennes sont éloignées des côtes, moins la génération de l'électricité est irrégulière.

centrales solaires situées en plein désert), ou enfin de son stockage (notamment pour ajuster les périodes de production des énergies intermittentes aux phases de consommation : dans l'hémisphère Nord, la production est majoritaire entre avril et octobre, et la consommation l'emporte entre novembre et mars). L'invention d'une civilisation de l'hydrogène représente à bien des égards un idéal, mais dans l'état actuel des avancées technologiques, elle relève de l'utopie, de même que la fusion de l'atome.

L'Europe, symbole de la diversification des choix énergétiques

En réalité, faute d'innovation radicale, il est tout à fait possible que l'on s'oriente vers l'imposition d'un *mix* énergétique mondial différencié en fonction des pays et des grandes régions. En ce sens, le continent européen semble d'autant plus précurseur dans la mise au point des systèmes électriques du futur que l'on y observe une grande différenciation des choix nationaux : tandis que la France joue la carte de la fission et de la fusion (à plus long terme) de l'atome, l'Allemagne investit massivement dans la filière hydrogène (une voie majeure de stockage de l'électricité produite par les énergies renouvelables intermittentes, sur lesquelles elle a misé), et les autres pays européens sont *leaders* dans les énergies renouvelables, solaire dans le cas de la péninsule ibérique, éolien et hydrolien (énergie des courants marins) en mer du Nord.



La pluralité des paramètres, à la fois exogènes et endogènes, qui entrent en jeu dans les problématiques énergétiques rend particulièrement ardue l'élaboration de prévisions véritablement fiables. Par contraste, la démarche prospective n'en est que plus confortée : contrairement à la prévision, centrée sur une approche pour l'essentiel quantitative, elle repose en effet sur un authentique processus de créativité intellectuelle visant à rompre avec les routines de pensée suggérées par l'extrapolation des tendances précédemment constatées, ou avec les représentations fondées sur des tropismes idéologiques méconnaissant les contraintes scientifiques, économiques et politiques. Dans le domaine énergétique, la prospective sera donc d'autant plus attentive à tenter d'évaluer à leur juste degré les inerties propres aux différentes solutions technologiques, à se préserver des divers groupes de pression, à tenir compte de la nature éminemment politique des processus de décision à l'œuvre. En ce sens, cette démarche permet, au mieux, de prendre acte de l'ampleur des incertitudes énergétiques auxquelles le monde demeure confronté et d'identifier les degrés de liberté dont les acteurs disposent pour élaborer des stratégies aptes à relever effectivement un tel défi. ■

Annexe : un bilan des prévisions de demande mondiale de l'AIE

Afin de tester la validité des résultats en matière de prévision énergétique, les principales conclusions en termes de demande mondiale des rapports annuels (*World Energy Outlook*) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), pour 1994, 1995 et 1996, sont comparées à la situation constatée pour l'année 2010, qui constituait l'horizon le plus éloigné des prévisions alors publiées : à partir de l'édition de 1997, les extrapolations s'étendent jusqu'en 2020, ce qui rend l'exercice d'évaluation *ex post* impossible pour le moment.

Force est de constater que les prévisions de l'AIE se trouvent dans l'ensemble rétrospectivement confortées. Les quatre seuls écarts significatifs concernent une surestimation de la consommation de pétrole des pays non-OCDE, une moindre dépendance de l'OCDE aux importations pétrolières (liée à l'extraction des hydrocarbures de schiste aux États-Unis et à la transformation des sables bitumineux au Canada), une surévaluation de la demande de gaz naturel dans les pays non-OCDE (dont la croissance a prioritairement mobilisé le charbon et le pétrole, deux sources d'énergie moins capitalis-tiques), et une sous-estimation — au demeurant limitée — de la croissance des énergies renouvelables.

Tableau 2 — Prévisions de la demande pour les principales sources d'énergie (croissance annuelle en %)

	Prévisions en 1994-96 à l'horizon 2010	Données obser-vées en 2010	Écart
Demande d'énergie primaire	2,1	2,0*	- 0,1
Demande de pétrole Monde (hypothèse basse)	1,7	1,5	- 0,2
Demande de pétrole Monde (hypothèse haute)	1,9	1,5	- 0,4
Demande de pétrole OCDE	0,4	0,6	+ 0,2
Demande de pétrole Non-OCDE (hypothèse basse)	3,3	2,7	- 0,6
Demande de pétrole Non-OCDE (hypothèse haute)	3,8	2,7	- 1,1
Taux de dépendance pétrolière de l'OCDE (en %)	70	61*	- 9
Part du pétrole dans le <i>mix</i> énergétique de l'OCDE (en %)	48	53	+ 5
Demande de gaz naturel OCDE	2,1	2,0*	- 0,1
Demande de gaz naturel Non-OCDE	5,6	2,9*	- 2,7
Demande de charbon Monde	2,1	2,4*	+ 0,3
Énergies renouvelables	7,7	9,5*	+ 1,8
Émissions de CO ₂ (hypothèse basse)	1,5	1,9*	- 0,4
Émissions de CO ₂ (hypothèse haute)	2,0	1,9*	- 0,1

Sources : AIE, *BP Statistical Review* (*), calculs des auteurs.

Tableau 3 — Demande additionnelle en énergie primaire par rapport à 1991 (en millions de tonnes équivalent pétrole)

	Prévisions en 1991- pour 2010 (AIE)	Données obser- vées en 2010 (BP)	Écart
OCDE - Amérique du Nord	569,3	383,0	- 186,3
OCDE - Europe	362,4	218,2	- 144,2
OCDE - Asie	224,0	110,1	- 113,9
Total	1 155,7	711,3	- 444,4
Chine	757,0	1 821,7	+ 1 064,7
Moyen-Orient	326,7	477,9	+ 151,2
Afrique	175,9	167,7	- 8,2
Amérique latine	345,4	376,3	+ 30,9
Asie du Sud	324,2	406,0	+ 81,8
Asie de l'Est	533,3	547,7	+ 14,4
Total	2 462,5	3 797,3	+ 1 334,8

Sources : AIE, BP, calculs des auteurs.

Compte tenu de l'importance des transformations que l'économie mondiale a connues pendant cette période, la qualité des prévisions de l'AIE est donc à souligner. Cependant, l'ampleur des ruptures majeures liées à la mondialisation a été sous-estimée, et certaines évolutions qualitatives (ainsi les grands projets porteurs d'innovations de rupture) ont été méconnues ou passées, probablement de façon intentionnelle, sous silence : il est vrai que les rapports des organismes internationaux font montre de façon systématique, outre un certain tropisme optimiste, d'une grande prudence vis-à-vis des innovations dont la viabilité n'est pas avérée. De plus, si la grande crise de 2008 n'était pas survenue (par principe, les crises sont très difficiles à anticiper), les écarts auraient été plus prononcés dans la mesure où l'AIE a sous-estimé les ruptures intervenues dans l'ordre économique mondial pendant la phase intensive de mondialisation du début du XXI^e siècle. Enfin, les prévisions de l'AIE portent sur le monde considéré dans sa globalité, de sorte que le bilan satisfaisant peut résulter du jeu des compensations entre surestimations et sous-estimations.

Les prévisions régionales de la demande d'énergie primaire exprimées en millions de tep (tonnes équivalent pétrole) corroborent globalement les résultats précédents : une bonne anticipation d'ensemble mitigée par une réelle difficulté à percevoir les ruptures les plus significatives et certaines trajectoires locales. Les quantités d'énergie consommées par l'OCDE (dans sa configuration de 1990-1996) ont été surestimées de 444 millions de tep, tandis que les écarts pour la Chine (1 064 millions de tep) ainsi que pour le Moyen-Orient (151 millions de tep) sont tout aussi considérables mais dans le sens inverse, ce qui dénote la relative sous-évaluation de l'intensité de l'industrialisation de l'empire du Milieu et de la masse des revenus procurés par le troisième choc pétrolier. Quant à l'absence de prévision pour la Communauté des États indépendants et les pays de l'Europe centrale et orientale, elle traduit les interrogations de l'AIE relatives à la capacité de l'ex-URSS à surmonter sa crise et à la vitesse de rattrapage de l'ancienne Europe communiste. ■

Science et science-fiction, un duo détonant

PAR ROLAND LEHOUCQ ^I

Futuribles a lancé, dans son numéro de juillet-août 2016 (n° 413), une « saga » sur les relations et apports de la science-fiction à la prospective, afin de discerner si, et dans quelle mesure, les auteurs de science-fiction ont eu une influence sur les imaginaires collectifs et sur les réflexions prospectives. Après avoir traité ces questions sous l'angle sociopolitique et environnemental, nous reprenons cette série en abordant la science et la technologie : quels sont les rapports entre la discipline scientifique et la science-fiction ?

Roland Lehoucq montre ainsi comment, au fil du temps, la science-fiction accompagne la science, permettant d'exposer des idées parfois pionnières sous l'angle de l'imaginaire et d'en tirer le fil pour explorer leurs conséquences possibles pour les sociétés humaines. La science-fiction dispose aussi de la liberté de créer des innovations techniques ou scientifiques pour les besoins du récit, ces innovations pouvant se révéler totalement farfelues, devenir réalité ou ne jamais se concrétiser. Elle contribue enfin à explorer le réel et à poser des questions essentielles en lien avec les évolutions techniques et scientifiques en cours ou envisagées ; à ce titre, elle constitue un véritable laboratoire d'expérimentation et d'exploration du champ des possibles, et de leurs conséquences pour l'humanité. S.D. ■

i. Astrophysicien au CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), enseignant à l'École polytechnique et à Sciences Po (Paris et Le Havre), président des Utopiales, le festival de science-fiction de Nantes. L'auteur remercie Gérard Klein, Ugo Bellagamba et Patrick Gyger pour leur apport à la rédaction de ce texte.

« Au moyen de la science-fiction, l'humanité peut procéder en imagination à des expériences trop dangereuses pour être réalisées dans les faits. Par le biais de telles expériences de pensée, la science-fiction peut mettre en garde contre des solutions dangereuses et en promouvoir de meilleures. C'est pourquoi je soutiens que la science-fiction est la plus réaliste, la plus sérieuse, la plus significative, la plus saine et la plus humaine des formes de fiction publiées aujourd'hui. »

Robert A. Heinlein, conférence du 8 février 1957,
University College de Chicago

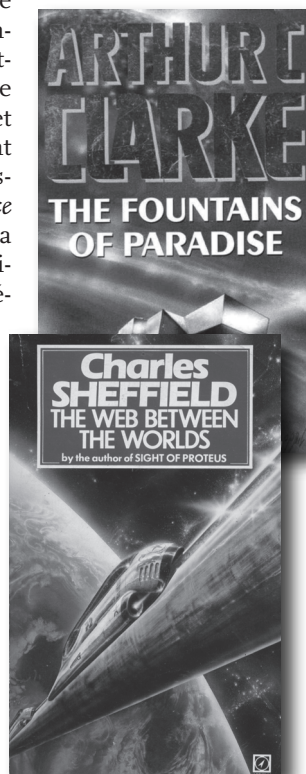
La fiction scientifique est née en Europe, sous la plume d'auteurs fascinés par le progrès technique comme Jules Verne, Rudyard Kipling ou J.H. Rosny aîné. Dès le début, elle se nourrit largement des découvertes scientifiques et participe à leur diffusion. En 1909, Maurice Renard nomma « roman de merveilleux scientifique » cette production littéraire et la définit comme « l'aventure d'une science poussée jusqu'à la merveille ou d'une merveille envisagée scientifiquement ». Hugo Gernsback, le rédacteur en chef de la revue *Science Wonder Stories* où le terme science-fiction apparut pour la première fois en 1929, avait auparavant dirigé une revue de vulgarisation scientifique, *Modern Electrics*. En 1926, il avait aussi fondé le *pulp* *Amazing Stories* dont le sous-titre — *The Magazine of Scientifiction* — annonçait cette nouvelle forme de fiction scientifique. Mais la vulgarisation scientifique avait déjà emprunté la forme de la fiction. Ainsi, le Russe Constantin Tsiolkovski, l'un des pères fondateurs de l'aéronautique moderne, utilise la fiction scientifique dans deux romans, *Rêves de la Terre et du ciel* (1895) et *Au-delà de la Terre* (1920), pour faire connaître ses idées sur la conquête de l'espace et ses propositions pour y parvenir. Plus tard, la science-fiction (SF) contribuera largement à populariser ce thème, comme le reconnaissent bien volontiers les agences spatiales.

La SF accompagne les sciences

Au fil des découvertes, la science-fiction a donc toujours accompagné le développement scientifique dans de nombreux champs disciplinaires : physique, informatique, biologie, génétique, écologie, etc. Sous le voile de l'imaginaire, elle n'hésite pas à exposer des hypothèses, théories et idées scientifiques parfois pionnières. Ainsi, l'importance de l'orbite géostationnaire fut reconnue dès 1928 par l'ingénieur slovène Herman Potočnik qui proposait d'y installer une station orbitale permanente. Dans un article publié en octobre 1945 dans la revue *Wireless World* et intitulé « Extra-terrestrial Relays », l'auteur de science-fiction américain Arthur C. Clarke suggéra d'utiliser cette orbite pour y placer des satellites de télécommunication : en restant fixes par rapport à la Terre, ils pourraient assurer une couverture communicationnelle mondiale permanente. Sur le moment, cette idée ne fut pas sérieusement envisagée. Mais elle est devenue réalité 20 ans plus tard, le 6 avril 1965, avec le lancement d'Intelsat I, le premier satellite géostation-

naire commercial dédié aux télécommunications. Désormais, ce sont près de 300 satellites géostationnaires qui orbitent autour de notre planète. La majeure partie concerne les télécommunications, mais on y trouve également quelques satellites d'observation de la Terre.

L'ascenseur spatial ² est un autre exemple de technologie évoquée dans la littérature d'anticipation. Il fut d'abord proposé en 1895 par le pionnier russe de l'aéronautique Constantin Tsiolkovski. Sur le modèle de la tour Eiffel, achevée en 1889, il imagine une tour de 35 790 kilomètres de haut, qui permettrait d'amener des charges en orbite géostationnaire grâce à un ascenseur. Le principe a été repris par un autre Russe, Iouri Artoutanov, qui proposa en 1960 non plus une tour mais un câble suspendu depuis l'espace et accroché sur Terre, le long duquel circuleraient ces ascenseurs ; il le nomme « funiculaire cosmique ». En 1966, paraît dans la revue *Science* un article intitulé « Satellite Elongation into a True "Sky Hook" ³ » qui expose une idée similaire. Il est l'œuvre de quatre scientifiques américains ayant travaillé indépendamment des Russes. Étudié plus avant par l'ingénieur américain Jerome Pearson en 1975, l'ascenseur spatial est devenu en 1979, sous la plume de l'écrivain Arthur C. Clarke, le sujet d'un roman de science-fiction intitulé *Les Fontaines du paradis* ⁴. Et ce roman fut publié quasiment en même temps qu'un autre, *La Toile entre les mondes* de Charles Sheffield ⁵, traitant exactement du même sujet ⁶ ! Selon une étude effectuée dans les années 2010 par la NASA (National Aeronautics and Space Administration) un ascenseur spatial, moyen peu onéreux de hisser de lourdes charges jusqu'à l'orbite géostationnaire, pourrait voir le jour dans une cinquantaine d'années.



2. Il s'agit d'un câble accroché à la surface de la Terre qui permettrait de se passer de fusées pour atteindre l'espace. La longueur du câble est de 144 000 kilomètres, fixée par la nécessité qu'il soit en équilibre entre son poids et la force centrifuge résultant de la rotation terrestre.

3. ISAACS John D. *et alii*, « Satellite Elongation into a True "Sky Hook" », *Science*, vol. 151, n° 3711, 11 février 1966, p. 682-683

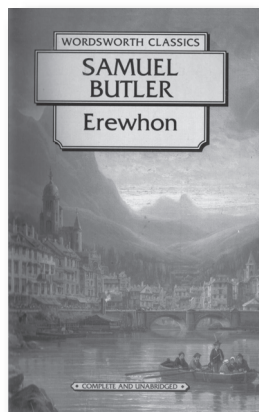
4. Paris : Albin Michel, 1980 (édition originale, *The Fountains of Paradise*, Londres : Victor Gollancz, 1979).

5. Paris : Robert Laffont, 1984 (édition originale, *The Web between the Worlds*, New York : Ace Books, 1979).

6. Dans une lettre ouverte publiée dans le bulletin des écrivains de SF américains, Clarke réfute le plagiat et invoque « une idée dont le temps est venu ».

En 1993, le mathématicien et auteur de science-fiction Vernor Vinge publia un essai intitulé « The Coming Technological Singularity ⁷ » dans lequel il exposait une idée stupéfiante. Constatant, comme d'autres avant lui, la croissance exponentielle des performances de l'informatique — dite loi de Moore — il prévoyait que l'humanité aurait les moyens de créer une intelligence artificielle supérieure à celle des humains ⁸. Cette intelligence serait alors capable d'en concevoir une encore plus performante, et ainsi de suite, déclenchant ainsi un processus divergent reléguant l'humanité dans l'insignifiance et l'incapacité à maîtriser son futur. Vinge nomma « singularité » cet horizon prédictif, véritable « mur du futur » car, comme les lois de la physique actuelle sont inopérantes au centre d'un trou noir ou aux premiers instants de l'Univers, nos prévisions perdent leur pertinence quand le rythme des progrès technologiques s'emballent exponentiellement. Depuis la publication de Vinge, l'idée de singularité technologique en a enthousiasmé plus d'un.

Dans une autre veine, les transhumanistes pensent que la convergence entre biotechnologie et nanotechnologie rendra possible une nouvelle forme d'humanité alliant matière vivante et matière inerte, par exemple en transplantant des consciences humaines dans des machines ou, symétriquement, en intégrant des facultés artificielles surdéveloppées dans des corps humains. Notons que la possibilité d'un remplacement des humains par les machines n'est pas tout à fait nouvelle. Dès 1863, l'écrivain anglais Samuel Butler imaginait, dans un article intitulé « Darwin among the Machines ⁹ », une évolution darwinienne des machines conduisant à l'avènement de machines intelligentes qui finiraient par supplanter l'humanité. Il déroula cette idée dans trois chapitres de son roman satirique *Erewhon*, publié en 1872 ¹⁰ : les machines avaient été détruites par les Erewhoniens à cause de leur potentielle dangerosité ¹¹.



En dépit de la fascination qu'il provoque, le concept de singularité a aussi été largement critiqué. Sur le fond, l'extrapolation à l'infini des tendances

7. Essai présenté au symposium *Vision-21* organisé par le NASA Lewis Research Center et l'Ohio Aerospace Institute, les 30-31 mars 1993, publié sous une forme remaniée dans la *Whole Earth Review*, hiver 1993.

8. Cette idée d'une intelligence artificielle « mécanique » n'est pas nouvelle et remonte, par exemple au livre d'Edward Page Mitchell intitulé *L'Homme le plus doué du monde* (Le Havre : Franciscopolis, 2014 ; édition originale, *The Ablest Man in the World*, initialement publié dans le quotidien new-yorkais *The Sun*, le 4 mai 1879). L'originalité de la proposition de Vinge est de théoriser la possibilité d'un remplacement des humains par une de leurs créations.

9. Publié dans le journal néozélandais *The Press*, le 13 juin 1863.

10. Londres : Turner & Co, 1872.

11. Pour cet écrit, Butler est souvent considéré comme le premier représentant du néoludisme, mouvement qui prône un retour à des valeurs plus naturelles que celles de la technologie moderne, jugée artificielle, complexe, voire dangereuse.

LA SINGULARITÉ

Le concept de « singularité » popularisé par Vernor Vinge dans les années 1980 et, surtout, par son essai de 1993¹, a en réalité commencé à émerger dans les années 1950, voire un peu avant, via notamment John von Neumann. La singularité technologique est un concept selon lequel, à partir d'un point hypothétique de son évolution technologique, l'humanité pourrait connaître une croissance technologique exponentielle. Une croissance telle qu'*in fine*, elle ne serait plus le produit que d'intelligences artificielles en constante évolution, avec pour conséquence, entre autres, la perte de maîtrise des sociétés humaines sur leur propre organisation et leur destin.

L'utilisation du terme « singularité » émane d'une analogie avec la « singularité gravitationnelle » : à proximité d'un trou noir, les forces deviennent quasi infinies et rendent caduques toutes les lois classiques de la physique. De la même manière, à compter de ce point hypothétique de l'évolution technologique de nos sociétés, il deviendrait impossible de prévoir l'évolution des sociétés humaines : une spirale de progrès de plus en plus rapides et auto-entretenue par des intelligences artifi-

cielles donnerait alors lieu à d'autres modes d'organisation dans lesquels l'espèce humaine aurait une influence moindre et décroissante.

La singularité fait évidemment l'objet de nombreux débats, à la fois scientifiques et éthiques. Elle a ses détracteurs mais aussi ses adeptes, parmi lesquels, plus récemment, Ray Kurzweil, auteur de *The Singularity Is Near*² et cofondateur en 2008, avec Peter Diamandis et Salim Ismail, de la Singularity University, dans la Silicon Valley, entreprise privée réunissant à la fois une université, un *think-tank* et un centre d'incubation d'entreprises. Son ambition est d'« éduquer, inspirer et responsabiliser les *leaders* afin qu'ils appliquent des technologies exponentielles pour répondre aux grands défis de l'humanité ». Elle bénéficie de financements de grandes entreprises du secteur des technologies telles que Google, Nokia...

Le mouvement transhumaniste fonde lui aussi beaucoup d'espoirs dans l'avènement de la singularité, un moyen parmi d'autres de dépasser l'humain.

Futuribles

1. « The Coming Technological Singularity », présenté au symposium *Vision-21* organisé par le NASA Lewis Research Center et l'Ohio Aerospace Institute, les 30-31 mars 1993.

2. New York : Viking, 2005.

exponentielles présentes aboutit à des absurdités qui font peu de cas de la finitude des ressources terrestres, matérielles ou énergétiques. Les défenseurs de la singularité sont aussi fustigés pour leur oubli des lois de la thermodynamique et de la physique quantique, qui limitent les performances et la taille de composants miniatures. L'histoire de la physique nous montre aussi que les singularités, c'est-à-dire les divergences vers l'infini, prévues par les premières descriptions du rayonnement (catastrophe « ultraviolette ») ou de l'atome (effondrement radiatif) ont disparu, résolues par une modification de la théorie physique sous-jacente¹². Même si cette singularité technologique

12. La physique moderne contient encore des singularités. Au centre des trous noirs, l'effondrement continu de la matière fait diverger la courbure de l'espace-temps. De même, les modèles

s'avérait impossible ou se trouvait repoussée dans les limbes d'un futur lointain, elle a permis une fois de plus à la science-fiction de faire ce qu'elle seule fait : mettre en scène les avancées techniques pratiques et conceptuelles pour spéculer de façon rationnelle sur leurs possibles conséquences sur nos sociétés. En nous montrant que les nouveaux objets techniques suscitent de nouveaux modes d'emploi, la science-fiction nous presse de les maîtriser pour éviter le pire. Ainsi, le thème de machines autonomes prenant le pas sur les humains a largement été utilisé dans les œuvres de fiction¹³ et la question de leur utilisation réelle se pose désormais. En passant par des mondes imaginaires, la science-fiction questionne en réalité notre monde, son présent et son futur.

La SF crée ce dont elle a besoin

La science-fiction ne recèle pas ou n'anticipe pas toujours les innovations techniques susceptibles d'être portées jusqu'au stade de la réalisation. Pour écrire leurs œuvres, les auteurs de science-fiction se tiennent bien sûr au courant du développement des sciences et des techniques¹⁴. Ils s'en approprient les mots, les idées et les images, en les déformant, les transformant, les exagérant, les outrant parfois, pour rendre l'intrigue plus intéressante ou plus spectaculaire, et pour poser les bonnes questions sur notre monde. Ainsi, bien qu'elle emprunte à la science, la science-fiction n'est pas toujours scientifiquement exacte car elle poursuit le discours de la science au-delà de ce que celle-ci peut assurer. Elle présente donc une vaste gamme d'œuvres plus ou moins en accord avec la science de leur temps, allant de la fantaisie la plus échevelée, à l'extrapolation scientifique la plus rigoureuse.

Ainsi, la cavorite¹⁵, inventée en 1901 par H.G. Wells dans *Les Premiers Hommes dans la Lune*¹⁶ pour servir d'écran à la gravitation, est incompatible

cosmologiques à big bang ont une singularité quand ils cherchent à décrire les premiers instants de l'Univers, où la densité d'énergie diverge. Mais aucun physicien ne doute que ces singularités disparaîtront une fois bâtie une théorie quantique de la gravitation, seule adéquate pour décrire ces états extrêmes.

13. Au cinéma, on pense bien sûr à la série des *Terminator*. Dans sa nouvelle *Nouveau Modèle* (1952 / *Second Variety*, publiée pour la première fois en mai 1953 dans *Space Science Fiction*), Philip K. Dick montre comment des robots soldats évoluent de façon darwinienne et finissent par exterminer les humains.

14. Plusieurs grands auteurs de SF sont — ou étaient — aussi des scientifiques à l'exemple d'Isaac Asimov, de Robert Forward, de Charles Sheffield, de Gregory Benford ou de David Brin.

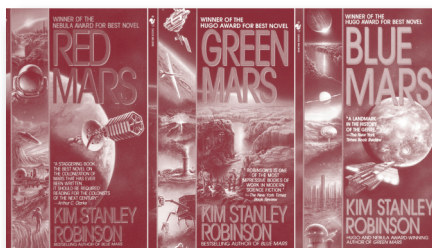
15. Le mot est forgé d'après le nom du héros du roman, le docteur Cavor, qui la réalisa en « fondant ensemble quelques métaux et diverses autres choses ». Cette substance a la propriété singulière de se comporter comme un écran gravitationnel ce qui permet de construire un appareil se déplaçant par antigravitation. La physique interdit l'existence de ce type matériau, bien qu'il existe effectivement des corps opaques aux ondes électromagnétiques ou aux rayonnements ionisants. En effet, un tel matériau permettrait de fabriquer une machine à mouvement perpétuel. Il suffirait par exemple d'en placer un morceau sous la moitié d'une roue. Celle-ci se mettrait aussitôt à tourner du seul fait de l'annulation de son poids apparent du côté masqué à la pesanteur par l'écran miracle.

16. Paris : éd. Félix Juven, 1901 (édition originale, *The First Men in the Moon*, Londres : George Newnes, 1901).



avec la théorie de la relativité générale d'Einstein (1915). Cette dernière est invoquée de façon plus plausible lorsqu'il s'agit de faciliter le déplacement dans l'espace grâce à un « trou de ver ¹⁷ » que l'on trouve par exemple dans le roman *Contact* (Carl Sagan, 1985 ¹⁸) ou le film *Interstellar* (Christopher Nolan, 2014). Le plus souvent, les auteurs ne s'embarassent pas et invoquent un déplacement superluminique, incompatible avec la physique actuelle, pour ne pas épuiser leurs personnages dans d'interminables voyages interstellaires. De même, chiffrer la puissance nécessaire à la réalisation et au fonctionnement d'un vaisseau interstellaire, d'une colonie orbitale ou d'un simple sabre laser conduit à des valeurs gigantesques qui dépassent parfois de plusieurs ordres de grandeur la puissance consommée par l'humanité tout entière ¹⁹.

En matière de mégaprojet traité de façon réaliste, une œuvre de référence est sans doute la trilogie martienne de Kim Stanley Robinson (*Mars la rouge, Mars la verte, Mars la bleue* ²⁰) qui expose la terraformation de Mars et ses conséquences. Il arrive aussi que la science-fiction tombe juste. Par exemple, la communication mobile et la visiophonie montrées dans la série télévisée *Star Trek*, qui furent d'abord considérées comme de purs fan-



17. En 1935, Albert Einstein et son collègue Nathan Rosen découvrirent que les équations de la relativité générale avaient des solutions connectant une région de l'espace-temps à une autre. Dans les années 1960, le physicien américain John Wheeler nomma « trous de ver » ces raccourcis spatio-temporels, par analogie avec les tunnels que creusent les vers dans le sol. Il montra aussi qu'un trou de ver est instable. En 1988, le physicien américain Kip Thorne et son étudiant Mike Morris montrèrent qu'il était possible de le stabiliser et même de le traverser à condition qu'une partie de la matière utilisée ait une masse négative (pour laquelle la force de gravité est répulsive), contrairement à la matière ordinaire. Problème : cette hypothétique matière exotique ne semble pas exister...

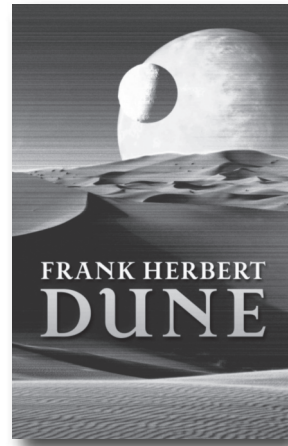
18. Paris : Pocket, 1997 (édition originale, Londres : Simon & Schuster, 1985).

19. Dans le cas du sabre laser, l'enquête scientifique menée dans un des chapitres de mon livre *Faire des sciences avec Star Wars* (Saint-Mammès : Le Béliat, 2005) aboutit à lui attribuer une puissance de l'ordre d'un gigawatt, comparable à celle d'un réacteur nucléaire, énorme pour un engin si petit.

20. Paris : Presses de la Cité, 1994-2000 (édition originale, New York : HarperCollins, 1992-1999).

tasmes, sont maintenant devenues réalité ; sans parler de l'omniprésence des ordinateurs de poche à tout faire ou du *tricorder*²¹ du docteur McCoy, auquel se comparent les outils de l'imagerie médicale moderne.

Malgré les inexactitudes criantes à de nombreux égards et très fréquentes dans les premières œuvres, certaines des idées avancées par la SF se sont donc effectivement réalisées. Le domaine du spatial fourmille d'exemples de transfert entre SF et réalité, des rétrofusées aux voiles solaires, en passant par les sorties dans l'espace et les combinaisons spatiales pressurisées. Peut-être la science-fiction recèle-t-elle encore des idées nouvelles propres à convaincre les ingénieurs de s'attaquer sérieusement à l'exploitation de ces œuvres de l'imagination²². Mais la science-fiction ne visant pas à prédire l'avenir, les concepts qu'elle imagine n'ont pas vocation à s'incarner dans le réel. Ce n'est qu'occasionnellement que les technologies qu'elle décrit peuvent être considérées comme novatrices. La science y est plutôt utilisée comme instrument de la narration et les objets techniques y sont souvent introduits pour faire avancer le récit ou placer les personnages dans une situation nouvelle ou impossible sans ces objets. Par exemple, dans son roman *Dune*²³ Frank Herbert décrit la colonisation d'une planète couverte d'un immense désert de sable. L'auteur souhaite montrer l'évolution des autochtones dans cet environnement aride sans contact avec l'extérieur. Il leur faut donc un dispositif de survie dans le désert en ne disposant que d'une quantité d'eau minimale. Et l'auteur invente un vêtement récupérateur d'eau baptisé *stillsuit* en anglais (traduit par « distille ») conçu pour recycler les fluides organiques.



Enfin, la science-fiction permet aussi d'exprimer les « pulsions archaïques », des idées auxquelles on n'arrive toujours pas à renoncer en dépit de leur impossibilité physique ou logique. Ainsi, de nombreux vaisseaux de la SF se déplacent plus vite que la lumière, ce qui est contradictoire avec la physique moderne mais bien pratique pour administrer un empire aux dimensions d'une galaxie. Le voyage dans le temps, si fécond en histoires étonnantes, est un autre exemple. Pourtant, s'il est possible d'envisager un voyage à

21. Le *tricorder* est la contraction de « *tri-fonction-recorder* », un appareil qui permet au docteur McCoy tout à la fois de scanner un être vivant et d'en donner des informations métaboliques, à destination de soin ou d'analyse.

22. En 2002, l'Agence spatiale européenne (ESA) a lancé une étude intitulée « Les nouvelles technologies dans la science-fiction » dont le but était de passer en revue les œuvres passées et actuelles de science-fiction pour y rechercher des inventions et des innovations techniques méritant d'être développées plus avant pour être utilisées dans le domaine spatial. L'ESA espérait aussi recueillir des idées potentiellement viables pour être développées à plus long terme dans le secteur spatial européen.

23. Paris : Robert Laffont, 1970 (édition originale, Philadelphie : Chilton Books, 1965).

sens unique vers le futur dans le cadre de la physique relativiste d'Einstein, retourner dans le passé soulève des difficultés logiques ²⁴ et physiques insurmontables. Celles-ci ont conduit le physicien Stephen Hawking à proposer la conjecture de protection chronologique ²⁵ : « Il semble qu'il y ait une agence de protection chronologique qui interdit l'apparition de boucle temporelle fermée de sorte à rendre l'Univers sans danger pour les historiens. » Dans sa façon d'exprimer sa conjecture, S. Hawking faisait une référence explicite au concept de « police du temps » utilisée dans de nombreuses œuvres de science-fiction, comme le recueil de nouvelles *La Patrouille du temps* (Poul Anderson, 1960 ²⁶) ou le roman *La Fin de l'éternité* (Isaac Asimov, 1955 ²⁷).



Science et SF explorent le réel et interrogent le monde

En développant un imaginaire rationnel, la science-fiction est un puissant outil d'exploration du réel. Elle permet de faire un pas de côté, ou de prendre de la hauteur, pour mieux nous observer sous un jour différent, pour révéler des travers ou des possibles cachés par la vie quotidienne ou les formes de création plus conventionnelles. Sous couvert d'évasion, voire de divertissement de masse, la science-fiction est en réalité un fabuleux laboratoire d'expérimentations qui, en se fondant sur l'état actuel des connaissances, interroge notre monde et envisage les conséquences humaines et sociales du progrès technique.

Bien sûr, les sciences expérimentales n'ont pas attendu la science-fiction pour explorer notre monde. En pointant vers le ciel une lunette de sa fabrication, Galilée déclenchait un séisme intellectuel dont les répliques se font encore sentir aujourd'hui. Depuis, les scientifiques cherchent incessamment

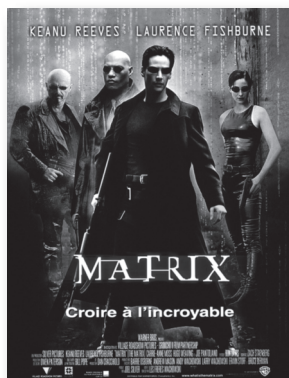
24. Les paradoxes temporels du grand-père (un voyageur temporel se projette dans le passé et tue son grand-père avant même que ce dernier ait eu des enfants ; de fait, il n'a donc pas pu venir au monde...) et de l'écrivain (un écrivain s'expédie à lui-même, dans le passé, un exemplaire imprimé du livre qui l'a rendu célèbre ; dans ce passé, il écrit son manuscrit en recopiant simplement l'exemplaire reçu : le livre n'a donc jamais été écrit, juste recopié) sont pourtant sources de nombreuses œuvres.

25. Cette idée est exposée dans l'article « Chronology Protection Conjecture », *Physical Review D*, vol. 46, n° 2, juillet 1992, p. 603-611.

26. Paris : Marabout, 1965 (édition originale, *Time Patrol*, New York : Ballantine, 1960).

27. Paris : Denoël, 1967 (édition originale, *The End of Eternity*, New York : Doubleday, 1955).

à soulever un coin du voile en déjouant les apparences du monde. Et ils s'interrogent sur la structure ultime de la réalité. Pour certains physiciens, comme Max Planck, ce que nous appelons « réalité » n'est rien d'autre que la totalité des interactions que nous avons avec le monde qui nous entoure. Sans elles, le monde extérieur n'a aucune signification car toute question s'y rapportant et qui ne se fonde pas en quelque manière sur une expérience ou une observation, est déclarée absurde car on peut en parler sans craindre d'être réfuté.



Ainsi, la notion de réalité dépend des expériences vécues et donc des individus. Cette position se rapproche de celle qu'expose Morpheus, dans le film *Matrix* (Lana et Lilly Wachowski, 1999) : « Comment définir le réel ? Ce que tu ressens, vois, goûtes ou respires, ne sont rien que des impulsions électriques interprétées par ton cerveau. » De son côté, le biologiste britannique Richard Dawkins définit la réalité comme ce qui « vous rend un coup de pied » (« *Reality is what can kick back* ») car c'est, selon lui, le seul critère qui permet de la distinguer de l'illusion. Cette position est voisine de celle de l'écrivain de science-fiction Philip K. Dick pour qui

la réalité « est ce qui continue à s'imposer à vous quand vous cessez d'y croire ».

Si la physique actuelle n'a pas de réponse définitive à la question « Qu'est-ce que la réalité ? », elle a, en revanche, des choses instructives à en dire que l'on ne peut ignorer. Ainsi, la notion d'intrication élaborée par la physique quantique est désormais incompatible²⁸ avec le réalisme local de la physique classique, c'est-à-dire avec l'existence d'un réel en soi, grossièrement conforme à ce que nous en percevons, et dont les entités n'interagissent que localement. Cette différence majeure avec la vision classique du monde a posé la question du passage du microscopique au macroscopique, rendue célèbre par l'expérience du « chat de Schrödinger » imaginée en 1935 par le physicien Erwin Schrödinger. La notion de décohérence²⁹ a réglé la question et la thèse de l'universalité des lois quantiques a reçu un appui remarquable en provenance des expériences du groupe de Serge Haroche, qui reçut le prix Nobel de physique en 2012. Les concepts contre-intuitifs de la

28. Cette incompatibilité a été définitivement montrée par des expériences récentes dont l'article du physicien Alain Aspect intitulé « Closing the Door on Einstein and Bohr's Quantum Debate » (*Physics*, vol. 8, n° 123, 16 décembre 2015) fait état en détail.

29. La théorie de la décohérence repose sur le fait qu'un système perd son comportement quantique en interagissant avec son environnement. Pour un système macroscopique, le nombre de ces interactions est si grand que la durée de disparition des propriétés quantiques est ridiculement courte. Grâce à la décohérence, les physiciens ont montré que les prévisions concernant un système macroscopique, obtenues d'habitude en utilisant la mécanique classique, peuvent se déduire des règles de la mécanique quantique. Autrement dit, l'apparence du monde classique découle des règles quantiques.

L'EXPÉRIENCE DU CHAT DE SCHRÖDINGER

Cette expérience a été imaginée en 1935 par le physicien Erwin Schrödinger, afin de mettre en évidence certaines lacunes de la physique quantique.

Un chat est enfermé dans une boîte avec un flacon de gaz mortel et une source radioactive. Passé un certain seuil de radiations, le flacon se brise et le chat meurt. Mais cette désintégration du flacon est totalement aléatoire : on ne sait pas à quel moment le mécanisme se déclenche (ni même s'il se déclenche). Schrödinger s'imagina donc à côté de cette boîte totalement fermée et se dit qu'il n'a aucun moyen de savoir si le mécanisme s'est déclenché, et que si le chat était un objet quantique, il pourrait affirmer qu'il est à la fois mort ET vivant, car selon la théorie de la superposition quantique, c'est tout à fait possible. La physique quantique affirme en effet que l'atome est un être quantique auquel est applicable le principe de superposition : faute de mesure, l'état

d'une particule quantique est la superposition de tous ses états possibles.

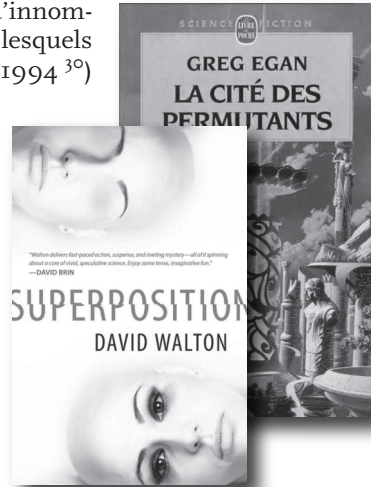
Selon la physique quantique, avant observation, le chat est à la fois vivant et mort, car l'état (vivant ou mort) du chat ne dépend en fait que de l'état (émission d'un électron ou non) de l'atome d'uranium (la source radioactive à l'origine de la destruction du flacon). Pourtant, si on ouvre la boîte, on peut observer que le chat est soit mort, soit vivant. On parle alors de « décohérence quantique » : la situation ambiguë (mort ou vivant ?) se résout instantanément une fois la boîte ouverte, puisque le chat est soit vivant, soit mort (un seul état possible).

Ce paradoxe démontrait alors, selon Schrödinger, que les théories quantiques ne peuvent pas être utilisées pour décrire le monde à notre échelle. Elles ne fonctionnent qu'à l'échelle de l'atome.

Futuribles

physique quantique ont été sources d'innombrables romans de science-fiction parmi lesquels citons *La Cité des permutoants* (Greg Egan, 1994³⁰) ou *Superposition* (David Walton, 2015³¹).

À défaut de pouvoir se livrer à des expériences en vraie grandeur, la science-fiction explore aussi le champ des possibles grâce à des expériences de pensée. C'est là une méthode qu'elle partage avec la science. Le jeune Einstein, alors âgé de 16 ans, se demandait quelles seraient ses impressions s'il pouvait chevaucher un rayon de lumière. Expérience impossible à réaliser en pratique, mais que son esprit put concevoir et analyser. Quelques années plus tard, il en découla



30. Paris : Robert Laffont, 1996 (édition originale, *Permutation City*, Londres : Orion / Millennium, 1994).

31. Chambéry : ActuSF, 2016 (édition originale, New York : Pyr, 2015).

certaines des idées les plus profondes sur la cinématique de la lumière, dont les prolongements modifièrent radicalement notre conception de l'espace et du temps. Einstein réutilisa l'expérience de pensée lors de son travail sur le champ de gravitation durant lequel il eut, selon ses propres termes, l'idée la plus heureuse de vie. Que voit un observateur en chute libre ? Einstein répond que pour celui-ci il n'existe aucun champ gravitationnel et conclut que la gravitation n'a qu'une existence relative. C'est peut-être dans cette capacité à interroger le réel par la pensée, en se posant la languissante question « Et si... ? », que se trouve le lien secret entre science et science-fiction ³².



La science-fiction est aussi source de questions métaphysiques. Par exemple, le film *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982) pose la question de la définition de l'humain, *Matrix* interroge notre définition de la réalité, *Minority Report* (Steven Spielberg, 2002) traite du problème du libre arbitre, du déterminisme et de la prédictabilité, etc. D'après Serge Lehman, auteur de SF et critique, la science-fiction serait même métaphysique par essence. De

son côté, la science semble s'être débarrassée de ces questions depuis qu'au XVII^e siècle, elle s'est engagée dans un processus de « purification ». De Pascal assignant une probabilité à Dieu, à Laplace affirmant à son propos « je n'ai pas besoin de cette hypothèse », une infinité d'arrière-mondes ont été liquidés par la pensée rationnelle.

Mais l'instrument de cette purge — l'exigence d'une vérification expérimentale ou observationnelle — s'est en quelque sorte retourné contre ses inventeurs, particulièrement en physique quantique ou relativiste qui se fonde sur plusieurs notions contre-intuitives : confusion de l'un et du multiple, perte de la localité, interaction entre observateur et observé, disparition de l'universalité de la simultanéité, redéfinition de l'espace et du temps, etc. La physique fondamentale est alors revenue sur le terrain de la métaphysique, notamment à la jonction de la cosmologie et de la physique des particules : qu'y a-t-il avant le big bang ? Y a-t-il d'autres dimensions spatiales ? Notre Univers n'est-il qu'un élément d'un ensemble plus grand encore ? Ensemble, science-fiction et science semblent avoir dépossédé la philosophie de la métaphysique, en tout cas quand il s'agit d'en parler en public.



32. Ce « Et si ? » est aussi le moteur de la prospective !

Finalement, science et science-fiction partagent de nombreux points communs. Pour toutes les deux, l'imagination et les idées nouvelles jouent un rôle essentiel même si elles ne peuvent être immédiatement mises en œuvre. Elles diffèrent cependant sur la façon dont sont sélectionnées les idées fécondes. La validité d'une proposition scientifique est jugée à l'aune de sa cohérence et de son adéquation aux expériences et aux observations dont elle prétend rendre compte. Elle doit passer sous les fourches caudines du réel expérimental. Explicative, une théorie scientifique doit aussi être prédictive, capable de suggérer des phénomènes nouveaux qui, faute d'être observés, mettront la proposition à bas.

En science, la difficulté est d'écrire des phrases vraies au moins au moment où elles sont énoncées. Car la vérité scientifique est temporaire puisqu'une théorie n'est vraie qu'aussi longtemps qu'elle résiste à la réfutation. La science-fiction n'a évidemment pas ces contraintes et c'est le privilège des écrivains de pouvoir jouer avec des idées folles ou dont la maturation technique n'est pas atteinte. Pourtant, bien que l'amateur de science-fiction suspende volontairement son incrédulité le temps de sa lecture, il exige quand même que l'histoire soit cohérente, voire que l'exploration soit rationnelle. D'une certaine façon, il faut beaucoup de rigueur pour faire de la science, et aussi de l'imagination, tandis que pour écrire de la science-fiction, il faut beaucoup d'imagination et aussi de la rigueur.

Pour finir, notons qu'à mesure que de nouvelles hypothèses scientifiques se développent, les écrivains de science-fiction les digèrent pour le plus grand bonheur de leurs lecteurs. Certaines idées de physique théorique moderne ne dépareraient d'ailleurs pas dans un ouvrage de science-fiction, tant leur description du monde les place loin de nos représentations communes³³. C'est d'ailleurs où les idées nouvelles grouillent que les auteurs de science-fiction puisent une partie de leur inspiration, à la frontière entre science « acquise » et science « en construction », frontière toujours repoussée mais toujours présente. Finalement, la science-fiction n'est peut-être que la continuation de la science avec d'autres moyens. ■

33. Citons par exemple la théorie des cordes, les univers multiples, les dimensions supplémentaires ou le principe holographique.

LA SCIENCE ET L'ANTICIPATION DES RUPTURES

La prospective de la science et de la technologie et la science-fiction s'intéressent l'une et l'autre à l'avenir des sciences et des techniques, mais si cette dernière n'hésite pas à faire des bonds dans le futur, la prospective est contrainte à la prudence. En effet, elle repère des voies prometteuses et des failles dans l'arsenal des concepts et des théories (des théories qui semblent dans des impasses), elle fait des conjectures sur des possibles ruptures (des changements de paradigme). Soulignons qu'il ne saurait être question de prévoir des découvertes ou des ruptures techniques : il n'existe pas de prévision scientifique du progrès des connaissances, au sens où des théories ont la capacité de prévoir des phénomènes dans les sciences physiques. La prospective de la science procède par une analyse des publications scientifiques qui mettent au jour des découvertes que l'on qualifie de majeures, des conjectures présentées par des scientifiques dans des conférences ou des rapports, de l'incidence de nouvelles techniques expérimentales. Contentons-nous de donner quelques exemples de ces cheminements.

La physique et la chimie ont été à l'origine de ruptures dans les concepts et les techniques de l'énergie, annoncées avec plus ou moins de perspicacité par les scientifiques. Il faut ainsi rendre justice à Sadi Carnot qui, dans son livre fondateur de la thermodynamique, *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, publié en 1824, a présenté une vision prémonitoire de l'avenir des moteurs thermiques¹. Alors que l'on conjecturait sur les possibilités

d'améliorer le rendement des machines à vapeur, il faisait l'hypothèse que « l'emploi de l'air atmosphérique au développement de la puissance motrice de la chaleur présenterait, dans la pratique, des difficultés très grandes, mais peut-être pas insurmontables ; si on parvenait à les vaincre, il offrirait sans doute une supériorité remarquable sur la vapeur d'eau ». Il anticipait ainsi l'avènement ultérieur des moteurs à air chaud (à combustion interne) à propos desquels il faisait des conjectures dans une longue note en bas de page (elles sont souvent intéressantes car elles ouvrent des portes)².

Plus tard, dans l'article clef qu'il publia en 1905 dans les *Annalen der Physik*, Albert Einstein établissait le principe d'équivalence de la masse et de l'énergie (que symbolise la formule emblématique $E = mc^2$). Sa conclusion, très brève, s'apparentait à une prudente prospective : « La masse d'un corps est une mesure de son contenu en énergie... Il n'est pas exclu que l'on puisse réussir à vérifier la théorie avec des corps dont le contenu en énergie varie dans de grandes proportions (par exemple avec les sels de radium)³. » Les Curie s'interrogeaient, en effet, avec d'autres, sur l'origine de l'énergie du radium qu'ils avaient découvert. L'écrivain de science-fiction, Herbert George Wells allait prendre le relais en « annonçant », dans son roman publié en 1914, *La Destruction libératrice*⁴, la découverte de la fission de l'atome (il s'agissait du bismuth), en 1933, par un savant dénommé Holsten, et ses applications à la production d'énergie et à la bombe atomique quelques

1. CARNOT Sadi, *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, réédition, Paris : éd. Blanchard, 1953 (1824).

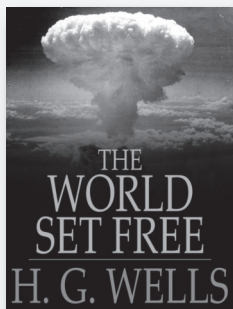
2. *Ibidem*, p. 110.

3. EINSTEIN Albert, « L'inertie d'un corps dépend-elle de son contenu en énergie ? », *Annalen der Physik*, vol. 18, p. 639-643, septembre 1905, cité dans HAWKING Stephen, *Sur les épaules des géants*, Paris : Dunod, 2003, p. 846.

4. WELLS H.G., *The World Set Free: A Story of Mankind*, Londres : Macmillan, 1914 (traduction française, *La Destruction libératrice*, Paris : Grama [Le Passé du futur, n° 10], 1995).

années après. Il anticipait la découverte de la fission de l'uranium, réalisée en 1938, et on ne peut qu'être frappé par cette prescience.

Les spéculations sur les applications de la physique nucléaire allèrent bon train dans les années 1930. Alors que le physicien Rutherford estimait que celle-ci n'aurait sans doute pas d'application, Frédéric Joliot-Curie délivrait un véritable discours prospectif, à Stockholm, en 1935, lors de la cérémonie de réception du prix Nobel de chimie qui lui était attribué ainsi qu'à son épouse Irène pour la découverte de la radioactivité artificielle : « Si, tournés vers le passé, nous jetons un regard sur les progrès accomplis par la science à une allure toujours croissante, nous sommes en droit de penser que les chercheurs construisant ou brisant les éléments à volonté sauront réaliser des transmutations à caractère explosif, véritables réactions chimiques en chaîne. Si de telles transformations arrivent à se propager dans la matière, on peut concevoir l'énorme libération d'énergie utilisable qui aura lieu ⁵. » Les actes allaient suivre. En mai 1939, Frédéric Joliot-Curie déposa trois brevets sur les techniques nucléaires au nom du CNRS (alors la Caisse nationale de la recherche scientifique), dont un sur un explosif nucléaire et, la même année, le physicien Léó Szilárd, convainquit Albert Einstein d'écrire une lettre au président F.-D. Roosevelt, en août, pour attirer son attention sur la possibilité de construire une bombe atomique (L. Szilárd déclara plus tard qu'il avait lu le roman de H.G. Wells qui l'avait aidé à imaginer le concept de réaction en chaîne).



Si les réflexions prospectives des chercheurs ont tracé un chemin vers l'exploitation de l'énergie nucléaire, d'abord militaire avec les bombardements d'Hiroshima et Nagasaki en août 1945, la perspective de ses développements civils a été moins heureuse. Ainsi le chimiste Glenn Seaborg, qui avait découvert le plutonium pendant la guerre, déclarait, en 1971 : « La civilisation humaine va rapidement au-devant d'une série de crises que l'on ne pourra gérer qu'en s'écartant

radicalement des modes habituels de traiter la relation entre l'énergie et la matière. L'énergie nucléaire détient l'une des clefs — elle est cruciale — pour résoudre ces crises de façon satisfaisante. Il n'y a aucun doute que sans elle, la civilisation va lentement vers un déclin ⁶. » Quelques années auparavant, en 1955, le physicien indien, Homi J. Bhabha, le père du programme nucléaire indien, qui présidait la première conférence « Atomes pour la paix » de l'Organisation des Nations unies à Genève, avait fait preuve du même optimisme pour l'avenir de la fusion thermonucléaire : il pronostiquait qu'elle serait appliquée à la production d'énergie sans doute dans 20 ans. Aujourd'hui, l'horizon de l'optimisme a reculé au-delà de 2050.

Les perspectives ouvertes par les nanomatériaux ont aussi donné lieu à de nombreuses réflexions plus ou moins réalistes. Le physicien Richard Feynman a donné le signal du départ dans une fameuse conférence de la Société américaine de physique en décembre 1959, intitulée avec humour « Il y a beaucoup de place en bas de l'échelle ».

5. Cité par BIQUARD Pierre, *Joliot-Curie (et l'énergie atomique)*, Paris : Seghers, 1961, p. 13.

6. SEABORG Glenn T. et CORLISS William R., *Man and Atom: Building a New World Through Nuclear Technology*, New York : E.P. Dutton, 1971.

Il engageait ses collègues à lancer des recherches pour manipuler la matière à l'échelle atomique (le nanomètre) : « Lorsque nous allons vers le monde très très miniature — des circuits de, disons, sept atomes —, nous avons beaucoup de nouvelles choses qui se produisent et qui représentent des opportunités totalement nouvelles en matière de conception. Les atomes à petite échelle se comportent comme rien d'autre à grande échelle, car ils répondent aux lois de la mécanique quantique. Ainsi, en descendant vers le bas et en jouant avec les atomes qui s'y trouvent, nous travaillons avec des lois différentes et nous pouvons nous attendre à réaliser des objets différents. Nous pourrions fabriquer de diverses façons ⁷. »

Cette conférence allait lancer les recherches sur le champ nouveau des nanotechnologies qui ont décollé dans les années 1980. Richard Feynman rejoignait aussi, dans ses propos, les réflexions prémonitoires du physicien Erwin Schrödinger dans son livre *Qu'est-ce que la vie ?* ⁸, publié en 1944, sur la structure moléculaire des chromosomes, chiffrée selon lui « comme un code miniature ». Ce livre allait avoir une influence sur le développement futur de la biologie moléculaire dont R. Feynman soulignait lui aussi l'importance. Dans sa thèse sur les nanotechnologies dans la science-fiction japonaise, Denis Taillandier, rappelant que c'est un physicien japonais, Norio Taniguchi, qui, le premier, a fait référence aux nanotechnologies, souligne que celles-ci sont très présentes dans la littérature de science-fiction japonaise ⁹.



Le parcours de la prospective de la science et de la technologie a été marqué par des visions prémonitoires, mais il a été aussi parsemé de bévues. Celle-ci tombe souvent dans le piège de la « linéarité » : Thomas Edison a ainsi extrapolé les progrès des batteries électriques estimant que l'automobile électrique allait prendre rapidement son essor, ce en quoi il s'est lourdement trompé ; il en est de même pour les applications de la fusion thermonucléaire. Le second défaut relève de la myopie : les prévisionnistes sont ainsi souvent victimes de myopie en restant prisonniers d'une technique ou d'un concept scientifique, se refusant à envisager que la greffe d'une technique sur une autre ou la transplantation de concepts scientifiques d'une discipline dans une autre puisse être à l'origine d'une percée.

Une réflexion prospective de la science et la technologie ne saurait être isolée de son contexte politique, social et plus généralement culturel. Elle doit aussi confronter les possibilités de la recherche aux besoins économiques et sociaux, c'est-à-dire à la « demande sociale » de recherche : comment des questions à la science peuvent-elles être traduites en questions de science ? La science-fiction et la prospective se rejoignent souvent sur ce terrain en incitant l'une et l'autre à engager un débat sur les enjeux de la science et de la technique pour nos sociétés.

Pierre Papon,
Futuribles

7. FEYNMAN Richard, « There's Plenty of Room at the Bottom », discours à la conférence annuelle de l'American Physical Society le 29 décembre 1959. Voir le futur d'antan consacré à ce texte in *Futuribles*, n° 278, septembre 2002, p. 57-67.

8. SCHRÖDINGER Erwin, *What Is Life?*, Cambridge : Cambridge University Press, 1944 (traduction française, *Qu'est-ce que la vie ?*, Paris : Club français du livre, 1949).

9. TAILLANDIER Denis, *Les Nanotechnologies dans la science-fiction japonaise (1960-2010)*, Lyon : université Jean Moulin, thèse de doctorat, août 2015.

Science-fiction et innovation

PAR THOMAS MICHAUD ¹

Futuribles a lancé, dans son numéro de juillet-août 2016 (n° 413), une « saga » sur les relations et apports de la science-fiction à la prospective, afin de discerner si, et dans quelle mesure, les auteurs de science-fiction ont eu une influence sur les imaginaires collectifs et sur les réflexions prospectives. Après avoir traité ces questions sous l'angle sociopolitique et environnemental, nous reprenons cette série en abordant la science et la technologie : quels sont les rapports entre la science, la technologie et la science-fiction ?

Thomas Michaud s'intéresse ici au rôle de la science-fiction dans la recherche et l'innovation, en particulier au sein des centres de R&D (recherche-développement), publics ou privés. S'appuyant sur les cas spécifiques de l'Agence spatiale européenne, de la Nano Regions Alliance (NANORA), des Orange Labs, et d'Intel et Microsoft, il montre ainsi comment la science-fiction a pu nourrir (et nourrit encore) certains projets de recherche futuristes, mais aussi comment elle peut être utilisée pour susciter des investissements ou la confiance de l'opinion afin de promouvoir certaines recherches ou technologies spécifiques. Thomas Michaud souligne enfin comment certaines entreprises stimulent ou sponsorisent les auteurs de science-fiction (SF) afin de développer un imaginaire SF en phase avec leur propre stratégie de long terme et les innovations sur lesquelles elles travaillent. Autant d'interactions que les prospectivistes doivent examiner avec un regard critique, de sorte de tracer des lignes d'avenir plausibles. S.D. ■

1. Docteur en sciences de gestion du CNAM (Conservatoire national des arts et métiers)-LIRSA (Laboratoire interdisciplinaire de recherches en sciences de l'action) ; auteur de plusieurs livres sur les rapports entre la science-fiction et l'innovation, dont *Prospective et science-fiction* et *L'Imaginaire et l'organisation. La stimulation de l'innovation technoscientifique par la science-fiction* (Paris : L'Harmattan, respectivement 2011 et 2014).

Les récits de science-fiction se déroulent souvent dans le futur. La présence de technologies utopiques dans l'histoire est un des traits caractéristiques de ce genre artistique qui est né au XIX^e siècle avec la révolution industrielle. La question de l'utilisation de ces fictions par la prospective se pose de plus en plus souvent dans certaines institutions publiques, mais aussi dans les entreprises, qui emploient de temps à autres des auteurs de science-fiction pour collaborer à des projets ². La science-fiction propose-t-elle vraiment des descriptions du futur, ou seulement des métaphores des problématiques sociopolitiques ou technoscientifiques de leur époque et de leur lieu de production ? Trois parties aborderont la pluralité des usages de la science-fiction dans les centres de recherche et développement (R&D).

Tout d'abord, l'Agence spatiale européenne (ESA) a proposé des synthèses thématiques des œuvres de science-fiction traitant du spatial, dans le projet ITSF (*Innovative Technologies from Science Fiction*), dans le but de montrer l'intérêt de l'imaginaire pour stimuler ses ingénieurs et guider l'innovation. La NANORA (Nano Regions Alliance) a réalisé un travail similaire en étudiant les représentations des nanotechnologies dans la science-fiction.

Par ailleurs, une thèse réalisée au sein des Orange Labs ³ a permis de déterminer de quelle manière la science-fiction était utilisée au niveau de la recherche et de la stratégie. Des entretiens ont été menés auprès des membres de plusieurs projets, mais aussi auprès d'auteurs de science-fiction qui ont livré leur approche sur la dimension prospective de l'imaginaire *cyberpunk*, particulièrement influent dans les pays anglo-saxons, mais qui se retrouve aussi dans les centres de R&D européens et français.

Enfin, quelques anthologies de science-fiction d'entreprise seront évoquées. Les entreprises Intel et Microsoft ont en effet diffusé gratuitement sur Internet des fictions sur le futur de l'industrie. Ces récits sont intéressants car ils contribuent à la construction de la stratégie à moyen terme, les entreprises se focalisant principalement sur les prédictions d'évolution des marchés à 20-30 ans.

Les études de l'ESA et de la NANORA sur la science-fiction

L'ESA a diffusé en 2002 le rapport ITSF ⁴, dans lequel plusieurs spécialistes ont répertorié les technologies futuristes présentes dans la science-fiction, qui pourraient servir à l'Agence pour déterminer ses objectifs et planifier des projets à la hauteur des attentes des citoyens européens. Ce projet

2. TCHENG Henri et alii, « Pour être créatif, mettez-vous à la science-fiction ! », *L'Expansion Management Review*, n° 135, avril 2009, p. 107-113.

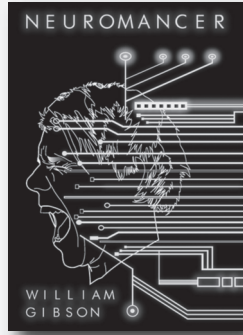
3. Cette thèse est publiée dans le livre suivant : MICHAUD Thomas, *La Stratégie comme discours. La science-fiction dans les centres de recherche et développement*, Paris : L'Harmattan, 2011.

4. *Innovative Technologies from Science Fiction for Space Applications*, Rome : ESA, 2002. URL : <http://www.esa.int/esapub/br/br176/br176.pdf>. Consulté le 28 novembre 2016.

LE COURANT CYBERPUNK ET LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

Le courant *cyberpunk* est souvent présenté comme le véhicule d'un imaginaire technique particulièrement fécond dans les années 1980-90. William Gibson l'initia avec la publication du roman *Neuromancien* en 1984¹. Il y introduisait le concept de cyberspace qui devint célèbre et est utilisé comme une référence incontournable chez les informaticiens et les créateurs d'Internet. Bruce Sterling, Pat Cadigan, Greg Bear et bien d'autres s'intéressaient à l'impact des innovations dans les technologies convergentes, et particulièrement dans le virtuel, sur la société. La trilogie *Matrix* constitue l'apothéose de ce courant au cinéma².

Les *postcyberpunks* se sont distingués en 1992 avec la publication du roman de Neal Stephenson *Le Samouraï vir-*



*tuel*³. Ils présentaient les innovations comme des progrès et non comme des sources d'aliénation. Les courants *bio-punk*, fasciné par les biotechnologies, et *steampunk*, qui diffuse des uchronies, complètent cet imaginaire foisonnant qui stimula la créativité de millions de passionnés de nouvelles technologies. Le roman d'Ernest Cline *Player One*, en 2011⁴, réactivait certains thèmes de ce courant, comme la quête du contrôle des mondes virtuels dans un monde dans lequel les mégacorporations ont acquis un énorme pouvoir politique, où la réalité est partiellement dystopique, et où le salut de héros marginaux passe par leur faculté à sauver le monde par leur maîtrise hors du commun des « métavers » et du cyberspace.

T.M.

1. Paris : La Découverte, 1985 (édition originale, *Neuromancer*, New York : Ace Books, 1984).
2. Série de trois films australo-américains réalisés par Lana et Lilly Wachowski, sortis en 1999 (*Matrix*) et 2003 (*Matrix Reloaded* et *Matrix Revolutions*).
3. Paris : Robert Laffont, 1996 (édition originale, *Snow Crash*, New York : Bantam Books, 1992).
4. Paris : Michel Lafon, 2013 (édition originale, *Ready Player One*, New York : Crown, 2011).

a servi de modèle à plusieurs institutions, qui ont estimé que la science-fiction pouvait être utile à leurs activités de prospective. Outre les activités spatiales, il s'intéressait au futur des moyens de communication, ainsi qu'aux représentations imaginaires de l'informatique.

Dès l'introduction de ce rapport, David Raitt indique que l'idée que la science-fiction est une littérature contenant des innovations technologiques potentiellement réalisables est à l'origine de ce projet. L'objectif clairement affiché est de détecter les innovations fictionnelles susceptibles de se concrétiser dans le but de les soumettre aux ingénieurs. Soulignons que ces ingénieurs et scientifiques ont souvent développé individuellement une culture science-fictionnelle qui les a pour certains poussés à s'intéresser aux technosciences et à s'orienter professionnellement vers la recherche. David Raitt

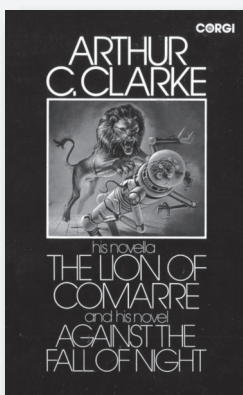
cite l'exemple de l'ascenseur spatial, dont les représentations imaginaires contribuent à inspirer la NASA (National Aeronautics and Space Administration) et l'ESA, dans le but de concrétiser cette technologie dans les 50 prochaines années.

LES TECHNOLOGIES UTOPIQUES SELON LE RAPPORT ITSF DE L'ESA

Le rapport ITSF ¹ repose sur le constat que de nombreuses technologies, dans différents secteurs, et notamment le spatial, sont à l'origine d'innovations déjà réalisées ou en cours de développement. L'ESA note par exemple la montre-bracelet émetteur-récepteur utilisée par Dick Tracy ² dans les années 1940 et qui devint réalité 60 ans plus tard.

Le concept d'ascenseur spatial, évoqué en 1895 par Constantin Tsiolkovski (dans *Rêves de la Terre et du ciel*), fut repris par la suite par Arthur C. Clarke dans le roman *Les Fontaines du paradis* (1979) ³. Cette technologie pourrait permettre la mise en orbite de satellites à moindre coût. Les voiles solaires ou photoniques sont présentées comme des technologies potentiellement révolutionnaires pour le voyage spatial. Les œuvres de référence sur leur utilisation pour des voyages interstellaires furent écrites par Cordwainer Smith, nom d'auteur du professeur Paul M. Linebarger dans les années 1950. Plus tard, Larry Niven et Jerry Pournelle mirent aussi en scène cette technologie, présentée au moment de la diffusion du rapport

comme une innovation qui pourrait voir le jour dans un futur proche. Le concept de propulsion ionique est aussi présenté par l'astronaute américain Edward Gibson dans sa nouvelle *Reach* (1989) ⁴.



La science-fiction s'inspire aussi beaucoup de la science, à l'image de la théorie de l'antimatière, élaborée au début du XX^e siècle et utilisée comme un moyen de propulsion dans la série *Star Trek* dans les années 1960. Les stations et colonies spatiales sont courantes dans la science-fiction, au moins depuis 1968, date de publication de *The Lion of Comarre* ⁵, dans lequel

Arthur C. Clarke propose d'y faire siéger un gouvernement mondial. Le rapport ITSF incite par ailleurs à réfléchir avec les auteurs de science-fiction au futur de la conquête de l'Univers. La science-fiction a, dans ce registre, une longueur d'avance sur la science. Mais les représentations imaginaires du futur des nanotechnologies, de la réalité virtuelle ou de l'informatique tendent à devenir des innovations peu après leur évocation par les auteurs de science-fiction.

T.M.

1. *Innovative Technologies from Science Fiction for Space Applications*, Rome : ESA, 2002. URL : <http://www.esa.int/esapub/br/br176/br176.pdf>. Consulté le 28 novembre 2016.

2. Dick Tracy est le nom d'un détective héros d'un *comic strip* policier américain éponyme créé par Chester Gould en 1931.

3. Paris : Albin Michel, 1980 (édition originale, *The Fountains of Paradise*, Londres : Victor Gollancz, 1979).

4. *Reach: A Novel*, New York : Doubleday, 1989.

5. New York : Harcourt, 1968.

Hugo Gernsback, inventeur du terme « science-fiction » et fondateur du magazine *Amazing Stories* en 1926, est cité pour justifier ce projet car il estimait que la science-fiction était socialement utile pour inspirer la recherche et les inventeurs. Si la conquête de l'espace est parfois présentée comme une frontière ultime, permettant à l'humanité de se fixer des objectifs de colonisation d'un nouveau type, le recours à l'imaginaire par les décideurs et chercheurs confère à la science-fiction un statut de matrice discursive de l'innovation. La cartographie de l'imaginaire technique par ce rapport permet de déterminer des objectifs pour les prochaines décennies pour le spatial, mais aussi pour de nombreuses autres disciplines scientifiques.

Depuis 2002, plusieurs études sur la science-fiction ont été rédigées, dans la même perspective d'utiliser la science-fiction pour innover dans les centres de R&D. La recherche européenne fait preuve de pragmatisme en rationalisant méthodiquement les représentations de technologies utopiques dans la science-fiction. Il faut bien admettre que les rapports de l'ESA, puis de la NANORA, révèlent l'intérêt de la R&D européenne pour un imaginaire devenu stratégiquement important.

La NANORA facilite l'accès au marché des nanotechnologies aux petites et moyennes entreprises (PME) grâce à un réseau transnational européen de 17 régions, comme la Wallonie, la Hesse ou le Nord Pas-de-Calais. Selon elle, la coopération entre les PME de tous les États européens est importante dans le but de stimuler l'innovation et de trouver des financements. Cette alliance facilite l'organisation de la R&D au niveau européen en optimisant l'adoption des nanotechnologies par les industriels dans les régions participantes. Elle reprend la formule des trois mousquetaires, « Un pour tous, tous pour un », pour résumer son approche de l'innovation. Les régions seules ne peuvent rien dans le contexte d'une compétition internationale. Elles doivent agir au niveau européen pour acquérir suffisamment de poids, être compétitives et diffuser leurs produits à une échelle globale.

Cette initiative repose notamment sur la mise en réseau de plus de 600 entreprises développant des programmes de R&D dans le secteur des nanotechnologies. La NANORA a déjà initié des dizaines de projets collaboratifs. Le but est de mutualiser les compétences scientifiques afin de mettre au point des nouveaux produits commercialisables. Si ces dernières reposent sur un savoir faire interrégional au niveau européen, les PME et organisations qui participent partagent aussi un imaginaire technique, plus ou moins consciemment. C'est la raison pour laquelle la NANORA s'est intéressée à ce sujet, car la mise en réseau de centres de R&D passe aussi par le partage d'un imaginaire commun, dont la science-fiction fait partie.

L'alliance a publié en 2014 un rapport intitulé *Nanotech Ideas in Science-Fiction-Literature*⁵, qui s'inscrivait méthodologiquement dans la continuité

5. LE BLANC Thomas, *Nanotech Ideas in Science-Fiction-Literature*, Wiesbaden : NANORA, 2014. URL : <http://www.nanora.eu/sites/default/files/outputs/The Nano Dimension in Science Fiction.pdf>. Consulté le 28 novembre 2016.

du rapport ITSF de l'ESA. En compilant les principales œuvres de fiction mettant en scène le futur des nanotechnologies, l'objectif était de stimuler l'imaginaire européen dans ce secteur et d'encourager les centres de R&D membres du réseau à considérer sérieusement des récits tantôt utopiques, tantôt dystopiques, mais toujours propices à proposer des solutions à des problématiques rencontrées par les scientifiques lors de leurs expériences et devant l'inconnu.

Ce rapport présente les différentes fictions traitant de l'infiniment petit en proposant des applications du progrès de la recherche dans les nanotechnologies⁶. Les conséquences sur la santé, sur les télécommunications et dans la vie quotidienne des individus sont présentées dans de nombreuses œuvres, qui ont spéculé sur les applications de la miniaturisation et de l'amélioration des connaissances sur l'infiniment petit. Les décideurs politiques sont conscients, depuis la publication de ces fictions et théories, des conséquences potentiellement très bénéfiques, mais aussi du danger des recherches dans ce secteur.

La publication de ce rapport vise à promouvoir les nanotechnologies au niveau européen. Il s'inspire majoritairement d'œuvres d'origine américaine ou britannique, et considère la science-fiction comme un imaginaire propice à l'innovation. Son approche de ces histoires n'est pas neutre dans la mesure où le réseau NANORA cherche à stimuler les investissements dans le secteur des nanotechnologies. Bien que les aspects potentiellement négatifs de ces technologies soient évoqués, le rapport présente les technologies utopiques comme majoritairement souhaitables, concevant la science-fiction comme un outil important pour la prospective. Le genre popularise aussi des recherches encore méconnues, qui peuvent effrayer une partie conséquente des citoyens européens et limiter les investissements dans ce secteur.

En effectuant cette synthèse des représentations du futur des nanotechnologies dans la science-fiction, la NANORA permettait de relativiser les discours négatifs qui s'étaient diffusés dans l'imaginaire collectif depuis plusieurs années. Les spéculations et expériences de pensée de la science-fiction participent effectivement à la construction des représentations collectives en étant diffusées aux *leaders* d'opinion dans un premier temps, puis à une grande partie de la population en raison de sa popularité. Comprendre l'imaginaire collectif est très important dans le but de construire des discours stratégiques adaptés et propices à un ralliement de la société à des considérations technoscientifiques complexes et potentiellement génératrices de doutes critiques néfastes aux investissements.

6. CATELLIN Sylvie, « Nanomonde, entre science et fiction : quelles visions du futur ? », *Alliage*, n° 62, avril 2008, p. 67-78. URL : <http://revel.unice.fr/alliage/index.html?id=3434>. Consulté le 28 novembre 2016.

LES NANOTECHNOLOGIES DANS LA LITTÉRATURE DE SCIENCE-FICTION

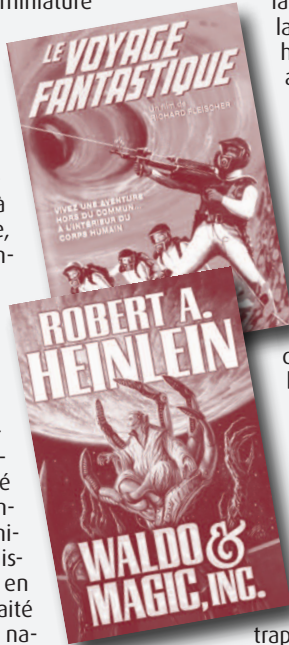
Le rapport *Nanotech Ideas in Science-Fiction-Literature*¹, de la NANORA, constitue une compilation intéressante du regard porté par la science-fiction sur la miniaturisation. Ainsi, le film *Le Voyage fantastique*, de Richard Fleischer (1966), est-il considéré comme une des premières œuvres à traiter de la miniaturisation dans la science-fiction. Un sous-marin miniature est utilisé pour intervenir à l'intérieur du corps d'une victime d'un caillot à la suite d'un attentat. Si les êtres humains ne peuvent pas, pour l'heure, se miniaturiser pour intervenir à l'intérieur d'un organisme, des nanorobots accomplissent cette tâche à leur place.

Mais c'est le récit *Waldo*, de Robert Heinlein (1942)², qui a la réputation d'être le récit fondateur des nanotechnologies. Le héros, nommé Waldo, fabrique une technologie capable de manipuler des neurones à distance. Heinlein évoqua en 1951 le codage d'un traité technique à l'échelle du nanomètre dans *D'une planète à l'autre*³. Le nom Waldo est par la suite entré dans le langage courant, notamment dans l'industrie nucléaire.

Le concept de *grey goo* (gelée grise), proposé par Eric Drexler en 1986⁴, désigne la consommation de l'ensemble des ressources de la planète par des robots autorépliquants ayant échappé au contrôle de leurs créateurs. Ce phénomène est nommé l'écapahagie. Les nanotechnologies permet-

traient aussi de procéder à la panthropie, c'est-à-dire la transformation des êtres humains pour les adapter aux conditions de vie différentes sur d'autres planètes. Le roman de Neal Stephenson *L'Âge de diamant* (1995)⁵ est aussi truffé de nanotechnologies, comme les compilateurs de matières qui permettent de créer tous les objets souhaités, de la nourriture à des biens plus volumineux. Les nanotechnologies ont connu un grand succès à partir de la parution du livre d'Eric Drexler. Chaque année, des dizaines de romans proposent des réflexions sur leur usage dans le futur. La science rattrape peu à peu cet imaginaire en évitant les dérives apocalyptiques décrites dans certaines fictions.

T.M.



1. LE BLANC Thomas, *Nanotech Ideas in Science-Fiction-Literature*, Wiesbaden : NANORA, 2014. URL : [http://www.nanora.eu/sites/default/files/outputs/The Nano Dimension in Science Fiction.pdf](http://www.nanora.eu/sites/default/files/outputs/The%20Nano%20Dimension%20in%20Science%20Fiction.pdf). Consulté le 28 novembre 2016.

2. Publié dans *Astounding Magazine* en août 1942, sous le pseudonyme Anson MacDonald.

3. Paris : Mame, 1958 (édition originale, *Between Planets / Planets in Combat*, New York : Charles Scribner's Sons, 1951).

4. *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, New York : Doubleday, 1986.

5. Paris : Payot, 1996 (édition originale, *The Diamond Age: Or, A Young Lady's Illustrated Primer*, New York : Bantam Books, 1995).

La science-fiction dans les Orange Labs

Il a été établi dans une thèse de sciences de gestion ⁷ que le centre de R&D de l'entreprise Orange, les Orange Labs, évoluait dans un environnement très science-fictionnel, prospectif, en certains points transhumaniste. Cette idéologie ⁸ est très inspirée par la science-fiction et connaît de plus en plus de succès depuis les années 1990. Elle prend le relais d'une cyberculture ⁹ qui a accompagné les premières innovations dans le secteur du virtuel et des réseaux informatiques. La question de l'influence de la science-fiction sur la stratégie du groupe a été posée. Nous évoquons le concept d'idéologie de la science-fiction qui revêt deux définitions complémentaires.

Le premier renvoie à l'approche du créateur du terme « idéologie », le Français Antoine Destutt de Tracy, qui la conçoit comme une science des idées. L'idéologie de la science-fiction désigne dans ce sens une science, ou une étude des idées de la science-fiction. Cette approche est particulièrement utile à la prospective, qui peut étudier les romans et films pour établir une cartographie de cet imaginaire, notamment pour évaluer les idées porteuses ou les aspirations des artistes, souvent à l'avant-garde des processus d'innovation, pour établir des plans ou des discours stratégiques. Il est utile pour la R&D de pratiquer une idéologie de la science-fiction, voire de créer des récits spécifiques aux laboratoires, comme le firent France Télécom R&D dans les années 1990-2000, ou EDF (Électricité de France) avec les *Chroniques muxiennes* ¹⁰ dans les années 1980 ¹¹.

L'idéologie, au sens marxiste, définit un système de pensée utilisé par un groupe pour promouvoir ses intérêts. Peut-on parler d'une idéologie de la science-fiction, alors qu'il ne s'agit *a priori* que d'un imaginaire technoscientifiques très répandu et populaire ? L'influence de la science-fiction est telle depuis plusieurs années que le transhumanisme peut être considéré comme l'idéologie qui relaie ses différentes thématiques. La quête de l'immortalité, l'apologie du virtuel, des nanotechnologies, des biotechnologies ¹², des neurosciences ¹³ et des sciences cognitives, voire de la conquête de l'espace, renvoient à un programme technopolitique servant de matrice discursive à

7. MICHAUD Thomas, *La Stratégie comme discours*, op. cit.

8. Sur le transhumanisme, voir notamment DARD Olivier et MOATTI Alexandre, « Aux origines du mot "transhumanisme" », et ROBITAILLE Michèle, « Le transhumanisme comme idéologie technoprophétique », *Futuribles*, respectivement n° 413, juillet-août 2016, p. 85-94, et n° 370, janvier 2011, p. 57-70 (NDLR).

9. DERY Mark, *Vitesse virtuelle. La cyberculture aujourd'hui*, Paris : Abbeville, 1997.

10. DÉGOT Vincent, GIRIN Jacques et MIDLER Christophe, *Chroniques muxiennes. La télématique au quotidien*, Paris : Éditions Entente (Vivre demain), 1982.

11. MIDLER Christophe, « Clin d'œil. Les chroniques muxiennes, trente ans après », *Entreprises et histoire*, n° 60, mars 2010, p. 195-203.

12. HAMILTON Sheryl N., « Traces of the Future: Biotechnology, Science Fiction and the Media », *Science Fiction Studies*, vol. 30, n° 2, juillet 2003, p. 267-282.

13. PACKER Sharon, *Neuroscience in Science Fiction Films*, Jefferson : McFarland, 2014.

LES CHRONIQUES MUXIENNES, DES FICTIONS SUR LA TÉLÉMATIQUE

Au début des années 1980, l'entreprise EDF cherchait à anticiper les usages de la télématique, qui promettait à l'époque de révolutionner les organisations et l'économie française. Elle fit appel à trois chercheurs du Centre de recherche en gestion de l'École polytechnique pour imaginer ces applications. Vincent Dégot, Jacques Girin et Christophe Midler ont décidé de mettre en scène cette technologie dans une

entreprise fictive, nommée Électricité de Muxie.

Un livre et une vidéo ont été diffusés. Ce recours à l'imaginaire était une nécessité pour mettre fin à un blocage dans les équipes de prévisionnistes d'EDF. Le titre s'inspire du livre de science-fiction de Ray Bradbury *Les Chroniques martiennes* (1950)¹.

T.M.

1. Paris : Denoël, 1954 (édition originale, *The Martian Chronicles*, New York : Doubleday, 1950).

de plus en plus de décideurs, comme Elon Musk, ou de prospectivistes, comme Ray Kurzweil, employé par Google. Ces derniers sont convaincus de transposer la science-fiction dans la réalité grâce aux progrès des technosciences, et utilisent l'imaginaire du futur pour motiver leurs employés, les marchés et les investisseurs.

Les publicités utilisant la science-fiction sont aussi de plus en plus nombreuses. Les entreprises cherchent à toucher une génération de consommateurs très influencée par les films hollywoodiens et les séries américaines, vus sur toute la planète. Cet imaginaire est par ailleurs global. Il fut diffusé dans les pays les plus développés, adeptes de la mondialisation. Cela a eu pour effet de générer un imaginaire commun à la plupart des chercheurs de la planète, qui ont pu les considérer comme des archétypes au service de l'innovation. Lors de l'enquête, les interviewés ont signalé à plusieurs reprises des technologies utopiques qui appartenaient à la science-fiction et qui servaient de références partagées par des milliers de chercheurs. L'écran transparent du film *Minority Report*¹⁴, le métaver du *Samouraï virtuel*¹⁵, ou l'*holodeck*¹⁶ de *Star Trek* en sont trois exemples.

Thierry Breton, qui est devenu président-directeur général de France Télécom en 2002 et qui est présenté comme son sauveur à la suite de sa quasi-faillite en raison de l'achat d'Orange, était auteur de science-fiction au début de sa carrière. Il a rédigé, dans les années 1980, trois ouvrages qui mêlaient des histoires d'espionnage, d'innovation technologique dans un contexte international inspiré par la guerre froide : *Softwar*, en collaboration avec Denis

14. Film de Steven Spielberg, 2002.

15. Paris : Robert Laffont, 1996 (édition originale, *Snow Crash*, New York : Bantam Books, 1992).

16. Salle qui recrée, dans le vaisseau spatial, des environnements virtuels pour l'entraînement ou le divertissement de l'équipage (NDLR).

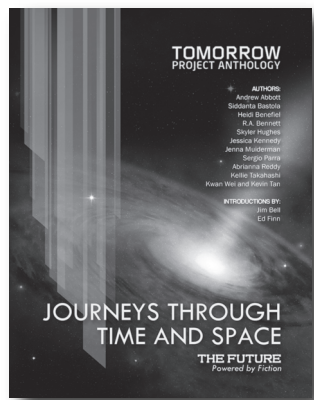
Beneich ; *Vatican III* et *Netwar*¹⁷). Thierry Breton est très imprégné par l'imaginaire du futur, comme en témoigne son rôle de membre fondateur du Futuroscope de Poitiers, dont les animations sont souvent à l'avant-garde des progrès dans les secteurs de l'audiovisuel et des télécommunications.

Si la science-fiction joue un rôle important dans les processus d'innovation du secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC), le cas de l'entreprise Orange n'est pas unique. De nombreuses entreprises, principalement américaines et britanniques, ont développé des projets visant à utiliser la science-fiction pour mettre au point des visions du futur stratégiquement importantes pour leur réputation. Certaines ont même publié des anthologies, dans le but de mettre en valeur leurs projets de R&D.

Les anthologies de science-fiction d'entreprise : les cas d'Intel et Microsoft

L'entreprise Intel a aussi une approche intéressante vis-à-vis de la science-fiction. Il s'agit du premier fabricant mondial de semi-conducteurs et de microprocesseurs. Elle a demandé à plusieurs auteurs de rédiger des histoires décrivant le futur dans plusieurs anthologies. Des écrivains plus ou moins célèbres se sont livrés à cet exercice en proposant des nouvelles sur le futur dans les domaines de la photonique, de la robotique, de la télématique, et des TIC en général. L'objectif de ce projet était d'anticiper les usages pour proposer les services les mieux adaptés aux attentes des utilisateurs. Le *Tomorrow Project*¹⁸ décrit un monde dans lequel les microprocesseurs jouent un rôle déterminant dans les interactions entre les individus. Il s'agit d'un monde rêvé par Intel, dans lequel ses produits seraient diffusés à grande échelle.

Les nouvelles des *Tomorrow Project Anthologies*, inspirées par la R&D de l'entreprise, décrivent un monde idéal pour son activité. Intel a développé la science-fiction dans son centre de R&D comme le fit France Télécom dans les années 1990-2000. Loin des récits *cyberpunks* qui décrivent des technologies utopiques dans un monde dystopique, les nou-



17. Paris : Robert Laffont, respectivement 1984, 1985 et 1987.

18. Les anthologies de ce projet se trouvent sur le site suivant : <http://tomorrow-projects.com/>. Une analyse de l'anthologie publiée en 2015 — FINN Ed et ZACHARY G. Pascal (sous la dir. de), *Living Tomorrow: The Future Powered by Fiction - Tomorrow Project Anthology*, Santa Clara : Intel, avril 2015, 153 p. — est en ligne sur le site Internet de Futuribles <https://www.futuribles.com/fr/bibliographie/notice/living-tomorrow-the-future-powered-by-fiction-tomo/>. Consulté le 28 novembre 2016.

velles de ces recueils de science-fiction d'entreprise contribuent à présenter un futur idéal et à inventer un nouveau capitalisme.

Brian David Johnson, prospectiviste de l'entreprise et coordinateur du *Tomorrow Project*, a par ailleurs publié un livre ¹⁹ dans lequel il propose d'utiliser la science-fiction dans le processus d'innovation, considérant l'imaginaire comme un élément fondamental pour développer la science. Sa méthodologie repose sur le « prototypage science-fictionnel » et est reprise depuis plusieurs années par certains futurologues et prospectivistes. Intel se situe à l'avant-garde d'une nouvelle manière de stimuler l'imaginaire organisationnel par la science-fiction, s'inscrivant toutefois dans la continuité d'une réflexion sur le futur reposant sur le développement de scénarios.

La science-fiction participe à une réflexion sur l'éthique des technosciences en imaginant le meilleur comme le pire à partir de résultats scientifiques souvent partiels mais prometteurs. Elle est appelée à contribuer de plus en plus à la réflexion éthique. Ses productions s'intéressent aux enjeux sociaux posés par les innovations. Elle se moralise aussi à force d'être utilisée par les prospectivistes et les stratèges qui n'hésitent plus à la citer comme une source d'innovation ou d'inspiration ²⁰.

En permettant à de nombreux auteurs d'exposer leurs visions du futur dans des anthologies de science-fiction, l'entreprise Intel manifestait son intérêt pour ce type d'imaginaire, susceptible de générer des innovations dans les prochaines années. Les entreprises et organisations anglo-saxonnes proposent ponctuellement de telles anthologies, à l'image de Microsoft en 2015, qui diffusait *Future Visions: Original Science Fiction Inspired by Microsoft* ²¹. Harry Shum, vice-président exécutif de la recherche de l'entreprise pose cette question en guise d'introduction : « Est-ce la science-fiction qui influence la science, ou la science qui influence la science-fiction ? »

Les différentes histoires de cette anthologie valorisent les technologies de l'entreprise, car leurs auteurs ont pu



discuter avec les responsables de plusieurs projets du centre de R&D, afin de décrire les adaptations futures dans des récits de science-fiction. Cette anthologie, diffusée gratuitement sur Internet, traite de nombreux thèmes

19. JOHNSON Brian David, *Science Fiction for Prototyping: Designing the Future with Science Fiction*, San Rafael : Morgan & Claypool Publishers, 2011.

20. HAIGH Thomas, « Technology's Other Storytellers: Science Fiction as History of Technology », in David L. FERRO et Eric G. SWEDIN (sous la dir. de), *Science Fiction and Computing: Essays on Interlinked Domains*, Jefferson : McFarland, 2011.

21. L'anthologie de Microsoft se trouve sur le site Internet <https://news.microsoft.com/futurevisions/>.

abordés par les chercheurs de l'entreprise Microsoft. L'intelligence artificielle, les futurs traducteurs, le pouvoir de la technologie pour communiquer entre les cultures, les logiciels prédictifs sont des exemples de sujets futuristes évoqués par les auteurs. En mettant ces histoires à la disposition de potentiels clients et de passionnés de technologie, Microsoft souhaitait communiquer sur sa politique de R&D. Il s'agit de présenter l'entreprise comme un acteur très innovant, capable de mettre au point des technologies révolutionnaires, l'esthétique science-fictionnelle conférant à son *storytelling* une dimension « *geek* », à tendance prophétique.

Intel et Microsoft sont deux entreprises importantes du secteur des TIC. Si elles se sont longtemps inspirées de romans et de films de science-fiction pour proposer des technologies adaptées aux rêves des marchés, elles sont désormais à l'origine de leurs propres fictions. En soutenant la production de fictions déjà filtrées, en raison de leur financement par les entreprises, ces dernières s'assuraient que le contenu du *storytelling* serait parfaitement adapté à leurs stratégies à moyen et long termes. Si les prospectivistes s'intéressent à la science-fiction, c'est parce qu'ils sont conscients que les visions du futur de ces récits, à l'ère du *storytelling*, jouent un rôle fondamental dans la stratégie des organisations dont le but est de construire le futur en réalisant une science-fiction adaptée à leur éthique et à leurs intérêts.



Si l'imaginaire des ingénieurs et scientifiques est construit autour de *thêmata*, selon Gerald Holton ²², il est aussi possible de considérer que celui-ci est fortement influencé par la science-fiction depuis les années 1950. La science-fiction participe à la construction des représentations du futur des enfants, puis des adolescents, qui se décident par la suite, pour certains, à devenir scientifiques. Leur *habitus* est ainsi construit à partir de connaissances scolaires, puis académiques, mais aussi par des fictions futuristes propices à l'émergence d'une identité de chercheur ou d'entrepreneur dans le secteur des technosciences.

La R&D contemporaine doit intégrer l'imaginaire dans ses réflexions afin de rester au contact des rêves collectifs, que la science-fiction formalise et représente sous la forme de récits souvent futuristes. Imaginer le futur fait partie intégrante de la R&D, qui doit veiller à ce que l'imaginaire des scientifiques demeure rationnel et vecteur d'innovations positives. Le prospectiviste joue alors le rôle de médiateur entre les fabulations les plus débridées et le pragmatisme nécessaire à la prise de décision dans les organisations. ■

22. HOLTON Gerald, *L'Imagination scientifique*, Paris : Gallimard (Bibliothèque des sciences humaines), 1981. (Les *thêmata* sont de grandes thématiques, considérées comme des catégories fondamentales de la pensée et de la logique, invérifiables, implicites et présentes sous la forme de couples d'opposition [unité versus diversité, complexité versus simplicité...]) [NDLR.]

Un regard sur la genèse de la prospective

À PROPOS DE L'OUVRAGE D'ELKE SEEFRIED,
*ZUKÜNFT. AUFSTIEG UND KRISE DER
ZUKUNFTSFORSCHUNG 1945-1980*¹

PAR CORINNE ROËLS²

L'histoire des réflexions sur le futur et de la prospective a donné lieu à plusieurs livres et articles émanant essentiellement d'auteurs américains et français. Mais, sauf erreur de notre part, nul ne s'était attaché autant qu'Elke Seefried à exposer comment cette « indiscipline » avait été perçue en Allemagne au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. De ce fait, le compte rendu de son livre par Corinne Roëls apporte un éclairage intéressant, y compris en raison des controverses qu'il peut susciter. H.J. ■

Les études sur le futur et la prospective se sont initialement développées aux États-Unis et en Europe occidentale. Avec son ouvrage sur « l'essor et la crise de la prospective, 1945-1980 », l'historienne allemande Elke Seefried offre une lecture de dimension internationale de l'histoire de la prospective devenue progressivement, à partir des années 1950, une catégorie scientifique et politique majeure des deux côtés de l'Atlantique. Reposant sur l'hypothèse qu'il existe

plusieurs futurs possibles qui pourraient être anticipés voire maîtrisés, la prospective a d'abord été utilisée comme source d'expertise d'une planification d'État en plein essor, mais elle serait ensuite entrée en crise au cours des années 1970, alors que les limites du pouvoir de transformer l'avenir au moyen de méthodes nouvelles et rationnelles devenaient évidentes.

L'auteur construit sa thèse à partir de l'analyse des racines transatlan-

1. SEEFRIED Elke, *Zukünfte. Aufstieg und Krise der Zukunftsforschung 1945-1980* [Futurs. Essor et crise de la prospective 1945-1980], Berlin / Boston : De Gruyter Oldenbourg, 2015, 575 p.

2. Secrétaire générale de Futuribles.

tiques de la prospective, et des réseaux internationaux qui ont porté la prospective et permis la circulation des idées entre les États-Unis et l'Europe occidentale. Elle l'illustre en examinant le développement de la prospective dans un pays, la république fédérale d'Allemagne (RFA). La perspective internationale et l'exemple de l'Allemagne apportent un nouvel éclairage à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la prospective.

L'essor de la prospective moderne après 1945 résulte largement d'une collaboration entre les Britanniques et les Américains qui, lors la Seconde Guerre mondiale, élaborèrent de nouvelles méthodes de planification stratégique et militaire fondées sur les mathématiques et les données quantitatives, désignées sous le nom d'*Operations Research* (recherche opérationnelle). Déployant à grande échelle dans l'après-guerre ces modes de recherche, le gouvernement américain finança des projets portés par des équipes pluridisciplinaires composées de centaines de chercheurs. Ces *think-tanks*, parmi lesquels figure la RAND Corporation, pourvoyaient aux besoins du gouvernement américain en techniques et méthodes de planification stratégique et militaire.

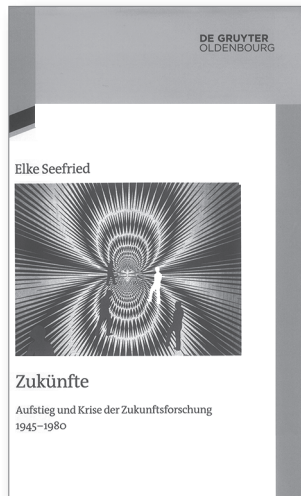
Les travaux alors engagés s'appuyaient sur les fondements théoriques du béhaviorisme (ou comportementalisme) et sur deux nouvelles théories : d'une part la théorie des

jeux, qui permet d'évaluer les différentes décisions stratégiques dans les situations de conflit, d'autre part la cybernétique, qui explore les règles de circulation et les mécanismes de contrôle des flux d'information au sein de systèmes complexes, et entre le système et son environnement. L'analyse de système, considérée par la RAND Corporation comme une science de la stratégie dérivée de la cybernétique,

conduit à la création de nouvelles méthodes de prospective telles que les simulations par ordinateur au sein d'un système, les scénarios ou la méthode Delphi (analyse systématique des opinions d'experts sur des événements futurs précis).

Ces nouvelles méthodes d'origine américaine furent introduites en Europe occidentale à la fin des années 1950 et

pendant les années 1960, en particulier en RFA où, nous rappelle Elke Seefried, la planification était déconsidérée après l'expérience nationale-socialiste. Mais la conceptualisation de la prospective, la possibilité d'un avenir ouvert à différents futurs et la dimension normative des futurs souhaitables sont à mettre au crédit d'intellectuels d'Europe occidentale tels que le Français Bertrand de Jouvenel, ou Ossip K. Flechtheim et Olaf Helmer, tous deux émigrés allemands aux États-Unis, qui permirent la circulation des idées entre l'Europe occidentale et les États-Unis.



La prospective est alors étroitement liée à la guerre froide, qui favorisa les échanges entre les deux rives de l'Atlantique. Ceux-ci furent soutenus par le Congress for Cultural Freedom (CCF), un réseau d'intellectuels, de scientifiques et d'hommes politiques créé en 1950 et financé par la CIA (Central Intelligence Agency), en particulier par le biais de la fondation Ford qui œuvrait en faveur non seulement du capitalisme libéral, de la démocratie et de l'antimarxisme, mais aussi de la planification. Cette fondation créée en 1936 avait un objet philanthropique qui cohabitait en fait avec des objectifs politiques : ancrer en Europe occidentale et dans le tiers-monde une image positive de la culture américaine.

Trois courants de pensée

La formation du concept de prospective repose toutefois sur des individus ayant des expériences personnelles propres et des parcours intellectuels différents. Ainsi, Elke Seefried distingue trois courants de pensée dans les années 1960.

► Premièrement, **l'approche normative-ontologique** incarnée par Bertrand de Jouvenel et le physicien atomique allemand Carl Friedrich von Weizsäcker, qui vise la consolidation de l'ordre démocratique (Jouvenel) et de la paix (Weizsäcker) dans une époque étourdie par le rythme effréné des développements scientifiques et techniques. Cette approche est qualifiée de normative car elle vise un objectif, à savoir un futur souhaitable. La prospective est ici conçue, non comme une science, mais comme

un art qui repose sur les capacités d'anticipation d'une élite prenant, à l'image de l'élite citoyenne et vertueuse d'Aristote, les meilleures décisions. Le caractère ontologique de cette approche est représenté par Weizsäcker, proche de l'Evangelische Studiengemeinschaft (centres de recherche protestants) qui réfléchissait à la responsabilité des chrétiens dans l'organisation politique du monde et dans la sauvegarde de la liberté et de la paix. L'auteur donne une acception plus large au concept d'ontologie que son sens premier : l'étude de l'être.

► Deuxièmement, **l'approche empirique-positiviste**, approche dominante dans les années 1960 aux États-Unis et dans les *think-tanks*. Elle est représentée par des scientifiques tels que le sociologue américain et membre du CCF Daniel Bell, le mathématicien, philosophe des sciences et collaborateur de la RAND Corporation Olaf Helmer, le physicien américain de la RAND Corporation et fondateur du Hudson Institute Herman Kahn, et le créateur du terme « informatique », le cybernéticien allemand Karl Steinbuch. Selon cette approche technophile qui s'inspire du béhaviorisme et du positivisme, la prévision et la planification doivent reposer sur des connaissances scientifiques objectives permettant de prédire l'avenir ou du moins certains de ses aspects. Il s'agit ici d'extrapoler des tendances, de formaliser des processus de décision, de quantifier des données et de déterminer des évolutions à l'aide de simulations par ordinateur.

► Troisièmement, **l'approche critique-émancipatrice**. Elle est liée à l'histoire de l'Allemagne du fait de l'ex-

périence de la persécution et de la dictature vécue par ses principaux représentants : le juriste et politologue Ossip K. Flechtheim, et l'essayiste et journaliste germano-autrichien Robert Jungk. Le Norvégien Johan Galtung, l'un des principaux fondateurs de la recherche sur la paix (*peace research*) qui a des racines communes avec la prospective, fait aussi partie de ce courant. Proche de la théorie critique, ce courant, issu de la gauche politique, considère que la prospective fait le lien entre la planification sociale étatique et la construction participative de l'avenir. Elle permet aussi une visualisation créatrice du maintien de la paix.

Malgré cette diversité d'approches, les fondateurs de la prospective partageaient trois convictions profondes :

▸ Il existait plusieurs futurs possibles qui pouvaient être pensés et créés. La confiance en cette capacité d'infléchir l'avenir est sans aucun doute caractéristique de l'optimisme des années 1960 lié au *boom* économique et technologique. Reconnaître pendant la guerre froide la pluralité des futurs, c'était aussi se distinguer de l'approche déterministe des marxistes, tout en acceptant la nécessité de la planification.

▸ Les nouvelles méthodes, fondées sur l'informatique, et sur la cybernétique comme promesse d'unification des sciences et de réduction de la complexité, permettraient bientôt de prévoir l'avenir à moyen et à long terme, et de l'orienter activement au moyen de la planification vue comme un instrument majeur de la modernisation. Selon le haut fonctionnaire allemand Peter Menke-Glückert, cofondateur de la Gesell-

schaft für Zukunftsfragen (Société pour les questions d'avenir) et de la World Future Studies Federation (WFSF), « sans planification systématique, la prospective ne serait pas concevable. Seule l'amélioration de la théorie des systèmes accompagnée des techniques informatiques modernes a rendu possible la prospective. »

▸ La prospective était intrinsèquement holistique et en conséquence internationale. Le futur n'était pas considéré isolément, mais comme un tout au sein duquel il s'agissait d'analyser les interactions en se libérant des frontières nationales. L'approche holistique permettait aussi de différencier la prospective de la prévision économique.

Ces points communs ne suffirent pas à unifier le concept de prospective et à l'élever au rang d'une science nouvelle. Cette métadiscipline sans tradition propre, sans champ ni méthodes bien définis, rencontra pourtant un succès médiatique auprès du public. Un paradigme commun de la prospective se forma, aux termes duquel la dimension transnationale apparaissait essentielle pour que la prospective poursuive son développement.

Le rôle fondateur des réseaux internationaux

Elke Seefried ne fait qu'évoquer le philosophe français Gaston Berger qui forgea le mot « prospective », ou la création en 1966 de la WFS (World Future Society) aux États-Unis par Edward Cornish, car leur périmètre d'influence est resté national ; elle se concentre sur le rôle fondateur des réseaux internationaux.

Ce fut d'abord, en 1960, la création de Futuribles par Bertrand de Jouvenel avec l'appui de la fondation Ford. L'objectif de ce réseau était de réfléchir aux moyens de stabiliser le modèle démocratique dans les pays d'Europe de l'Ouest et les nouveaux pays décolonisés. Mais, en 1966, le financement de la fondation Ford ne fut pas renouvelé en faveur de Futuribles, la fondation Ford, sous le signe de la détente des relations internationales, s'attachant alors à la création d'un nouvel institut de recherche appliquée à Laxenbourg, près de Vienne, en Autriche : l'IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis).

Créé en 1964 par Robert Jungk et Johan Galtung, et issu du courant critique-émancipateur, Mankind 2000 représentait un important réseau transnational. Il se situait au croisement d'une communauté de chercheurs sur la prospective et la paix, et d'un mouvement social en faveur de la paix. Dans un contexte de guerre froide et de risque de conflit nucléaire, ce réseau intégrait aussi des prévisionnistes du bloc de l'Est.

La WFSF émergea de Mankind 2000, officiellement en 1973 à Paris, en lien avec l'association Futuribles International. Il s'agissait, pour les participants de Mankind 2000, d'établir un comité permanent et interdisciplinaire des professionnels de la prospective dans le monde. À la fois communauté de chercheurs et mouvement social cherchant à mobiliser la population en vue de forger l'avenir de façon participative, la WFSF était en outre marquée par l'euphorie technologique de l'époque, portée par la vision radieuse d'une

modernité postindustrielle technoscientifique.

En 1968 fut créé un autre réseau transnational de prospective, le Club de Rome, notamment par l'homme d'affaires italien Aurelio Peccei, le chimiste écossais et directeur du service des Affaires économiques de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) Alexander King, et l'astrophysicien d'origine autrichienne travaillant au service scientifique de l'OCDE Erich Jantsch. À la différence de Mankind 2000 et de la WFSF, le Club de Rome constituait un groupe d'experts, et nullement un mouvement social, il visait à concevoir l'ordre global du monde du point de vue occidental sans chercher à inclure dans la réflexion les chercheurs des pays de l'Est ou des pays en développement. Il s'agissait non pas de réfléchir librement à l'avenir, mais de trouver les moyens de réduire le retard des pays d'Europe occidentale par rapport aux États-Unis dans les domaines de la science, de la technologie et de la formation, grâce aux techniques essentiellement quantitatives issues du champ de la prévision technologique (*technological forecasting*) comme les modèles, les simulations, les techniques de planification. Le Club de Rome fait partie du courant empirique-positiviste de la prospective.

La prospective en crise ?

Aux yeux de l'auteur, entre 1968 et 1972, la prise en compte de l'écologie et de l'individu dans la prospective, les débats sur les limites de la croissance, qui constituent le

thème du premier rapport du Club de Rome paru en 1972³, la remise en cause du modèle de croissance alliée à un pessimisme grandissant marquent, à la fin des années 1960 et au début des années 1970, une césure dans la prospective transnationale.

Les acteurs du courant empirique-positiviste, qui en outre n'avaient pas prévu le choc pétrolier de 1973 et la crise économique, se fièrent moins aux prévisions, et remirent en question les concepts de modernisation et de maîtrise de l'avenir, notamment en raison de l'émergence de nouvelles tendances monétaires et financières dans les politiques économiques. Les modèles quantitatifs et les simulations à l'échelle de la planète s'effacèrent, sans disparaître complètement, derrière des méthodes qualitatives, intuitives et participatives, et des analyses menées à l'échelle de régions et de territoires différenciés. L'horizon des réflexions se réduisit, en lien avec leur nouvelle orientation vers l'individu, ses valeurs et la qualité de la vie, en lieu et place de la technique. En 1980, deux éléments constitutifs de la prospective avaient disparu : sa dimension émancipatrice qui s'était traduite par un mouvement social et une forte politisation dans les années 1960 et 1970 d'une part, et l'ambition de

pouvoir prédire, maîtriser et rationaliser l'avenir d'autre part.

Paru en 1977, le livre de l'économiste français Michel Godet intitulé *Crise de la prévision, essor de la prospective*⁴ reflète cette rupture, mais son interprétation diffère de celle d'Elke Seefried. Selon lui, dans un contexte d'incertitude, alors que la confiance dans la continuité de la croissance économique avait disparu, c'est la prévision, fondée sur l'extrapolation des invariants, qui entra en crise. La prospective, sans renier les méthodes de la prévision, prit alors son essor, car elle permettait de se concentrer sur les marges de manœuvre existant entre les invariants et de construire des avènements différents.

La remise en cause de certaines pratiques de l'approche empirique-positiviste en faveur de l'approche normative-ontologique au cours des années 1970, et l'effacement de l'approche critique-émancipatrice ont permis, à notre sens, à la prospective de traverser cette « crise ». Portée par la nécessité de prévoir et l'émergence de nouveaux défis tels que le changement climatique, la prospective n'a cessé de se diffuser et elle est aujourd'hui à l'œuvre dans la plupart des organisations publiques ou privées, et dans la plupart des pays. ■

3. MEADOWS Dennis et Donella, BEHRENS William, RANGER Jørgen, *The Limits to Growth*, New York : Universe Books, 1972 (traduction française : *Halte à la croissance ?*, Paris : Fayard, 1973).

4. GODET Michel, *Crise de la prévision, essor de la prospective. Exemples et méthodes*, Paris : Presses universitaires de France, 1977.

Bon anniversaire, Thomas More !

PAR NICOLE MORGAN ¹

Nous avons fêté, en décembre dernier, le cinq-centième anniversaire de la parution de L'Utopie de Thomas More, qui renoua avec un genre littéraire initié par Platon : la description, avec un grand souci du détail, d'une société jugée idéale par son auteur. Nicole Morgan, spécialiste de Thomas More, revient sur cette œuvre devenue un classique et son auteur, grand érudit et homme d'État qui livre ici sa vision de la meilleure forme de gouvernement selon lui et ses amis humanistes de l'époque. Une vision qu'il ne pouvait, dans le contexte du XVI^e siècle, que proposer sous cette forme narrative empreinte d'humour qui donna d'ailleurs naissance au mot « utopie ». S.D. ■

Cinq cents ans, cela passe si vite !

Nous venons de célébrer le cinq-centième anniversaire de la parution de *L'Utopie* de Thomas More, publiée en décembre 1516. Il était fini le temps des cathédrales et l'époque avait besoin de rêver à un conte léger pour adultes inquiets, cartes à l'appui, illustrant ce lieu qui n'existe pas du nom qui n'en était pas un : *Utopie*. Les presses quasi neuves de Thierry Marten ne cessèrent d'imprimer ce qui devint le premier *best-seller* laïc ², juste après l'incontournable de l'époque : *La Bible*.

Ses interprètes intarissables ont allumé autant de débats que de bougies sur son gâteau d'anniversaire tant « ce petit livre de rien » (selon les

1. Philosophe politique ; sa thèse de doctorat sur *L'Utopie* de Thomas More a été publiée en 1996 par la Librairie philosophique Jean Vrin (Paris). Plus récemment, Nicole Morgan a publié, avec Mathieu Guidère, *Le Manuel de recrutement d'Al-Qaïda* (Paris : Seuil, 2007), et *Haine froide. À quoi pense la droite américaine ?* (Paris : Seuil, 2012).

2. Si l'on en croit son éditeur Froben qui, enthousiaste, écrit le 13 novembre 1518 : « Nous venons à nouveau de mettre sous presse votre *Utopie* car il faut que vous sachiez que les talents de More sont reconnus non seulement chez les Anglais mais dans le monde entier. » Préface à la nouvelle édition de *l'Aula* d'Ulrich Von Hutten (1518), cité par André Prévost in *L'Utopie de More*, Paris : Mame, 1978, p. 240.

termes de son auteur faussement modeste) a prêté le flanc à toutes les attributions : copie presque conforme de *La République* de Platon (380 avant J.-C.) pour certains ; pour d'autres, déclamation faisant suite à celle de *L'Éloge de la folie* d'Érasme (1509) ou description d'une vie monacale avec passage obligatoire par l'abbaye de Thélème (Rabelais, 1534) ; ou pour les plus audacieux, texte précurseur des écrits de Karl Marx si ce n'est de George Orwell. *L'Utopie* n'a jamais laissé indifférent. Elle est un test de Rorschach collectif qui nous a permis, au fil des siècles, de projeter sur la petite île imaginaire nos obsessions, fantaisies, rêveries, espoirs de retour à un passé qui ne reviendra pas ou à des matins qui chantent qui resteront à jamais silencieux.

Ajouter à ce chorus de doctes essais paraît bien présomptueux. Interpréter le texte à la lumière des événements contemporains tient de la pure arrogance. Le projeter dans des futurs de moins en moins possibles frise le ridicule qui, heureusement, ne tue plus. Je vais néanmoins plaider coupable aux trois chefs d'accusation non pas pour le plaisir, non négligeable je le confesse, de provoquer, mais pour rendre hommage à un homme dont l'érudition sans limites, la mémoire prodigieuse et l'intelligence politique pratique sans pareille le placent bien au-delà du genre philosophico-littéraire qu'il a pourtant fondé sans le savoir ni le vouloir.

Car ironie du sort, Thomas More n'est pas un utopiste ³... mais un philosophe politique, un des fondateurs de la modernité au même titre que les plus grands reconnus dans les annales universitaires. Il a écrit *L'Utopie* avec une légèreté qui nous laisse à penser qu'il ne trouvait pas le sujet sérieux. Certes, il a douté toute sa vie, mais sa recherche d'une bonne forme de gouvernement, qui est le thème central de son ouvrage, est mortellement engagée.

La meilleure forme de gouvernement

Il suffit pour le comprendre de lire le titre complet : *L'Utopie. Ou le traité de la meilleure forme de gouvernement*. Ce traité a d'autant plus de *gravitas* que lorsque More finalise son texte, alors qu'il a moins de 40 ans, il a derrière lui toute une carrière d'ambassadeur. Quelques années plus tard, il sera chancelier d'Angleterre auprès de Henry VIII qui le comblera d'honneurs (avant de lui faire couper la tête, mais n'anticipons pas). Lorsque Thomas More parle de violence, de corruption, de bêtise, de pouvoir sanguinaire, de vanité et d'arbitraire, il sait ce dont il parle. Il vit à une époque de transition mouvementée qui n'est pas sans rappeler la nôtre, un moment où une économie-monde change toutes les données sociales et politiques.

3. SCHWARTZ-MORGAN Nicole, « L'Utopie 9/11. Plaidoyer pour un monde nouveau », *Diogène*, n° 209/1, 2005.

THOMAS MORE

Son ami l'appelait « Un homme pour toutes les heures » ; un film le consacra « homme de toutes les saisons ». Sir Thomas More, né en 1478, fut à vrai dire homme de toutes les époques fragiles qui bruissent d'idées et de découvertes. C'est un homme de plusieurs vies, toutes plus riches et étonnantes les unes que les autres : le philosophe érudit, le théologien, l'aspirant moine en quête de quiétude, le mari féministe avant l'heure, le père éducateur de ses filles et de son fils, l'ami d'un groupe d'humanistes, copains d'abord, avec lesquels il va correspondre sans arrêt, l'auteur de *L'Utopie* bien sûr, mais de nombreux autres essais, le diplomate et ambassadeur qui négocie avec brio, le parlementaire, le chancelier d'Angleterre qui doit signer des arrêts de mort, l'ami des arts, le jardinier qui n'aime rien tant que la vie paisible dans sa maison de Chelsea, le saint martyrisé qui, comme tous les saints, va douter et croire, l'homme cultivé d'un humour délicieux jusqu'au pied de l'échafaud, le poète plein d'imagination, le pacifiste qui ne peut supporter la chasse et le sang, le courtisan par nécessité mais qui sait plaire au roi, le prisonnier dans la Tour de Londres qui va écrire avec un charbon sur les pans de chemises que lui apporte sa femme. Par quoi commencer ?

Le plus simple : voici les dates qui le définissent en fonction d'un pouvoir qu'il va servir et trahir, non pas parce qu'il refusa de signer un acte de divorce, mais parce qu'il projeta l'idée d'un gouvernement hors du Royaume et de l'Église. Mais cela, Henry VIII ne le comprit pas.

1496. Thomas More étudie le droit à l'université d'Oxford, à l'école de droit et à Lincoln's Inn.

1504. More est membre du Parlement.

1508. Il hésite entre la vie monastique et la vie politique : il effectue une retraite à la chartreuse de Londres. Il



opte pour la vie civile et le mariage puis s'inscrit au barreau. Il devient avocat pour les marchands de la City, puis il est élu sous-shérif par les Londoniens.

1509. Il devient diplomate, Henry VIII le nomme maître des requêtes et lui confie ensuite plusieurs missions aux Pays-Bas et en France, puis plus tard en Espagne en tant que chancelier du Royaume (en 1529).

1523. Il est élu *speaker* du Parlement.

1530. Thomas More refuse de se joindre à la requête transmise au pape pour lui demander d'annuler le mariage entre Henry et Catherine d'Aragon. Il tente plusieurs fois de démissionner et le roi finit par accepter en 1532.

1534. More est accusé de complot. Il est emprisonné à la Tour de Londres. Le 1^{er} juillet 1535, Thomas More est condamné pour haute trahison.

Le 6 juillet 1535, il est amené à l'échafaud pour y être exécuté. En 1886, Thomas More est béatifié, puis canonisé en 1935.

En 2000, le pape Jean-Paul II l'a fait patron des responsables de gouvernement et des hommes politiques.

N.M.

En ce début du XVI^e siècle, le pouvoir féodal investi par Dieu avait commencé à se déplacer du côté des marchands et des banquiers. Les frontières glissaient au fil de guerres de plus en plus sanglantes, technologies aidant. De nouvelles classes sociales émergeaient dont celle des pauvres et celle de riches bourgeois dans des villes-États en pleine expansion. Les premières compagnies⁴ virent le jour et l'on passa ainsi peu à peu de la reconnaissance de droit divin de la « dette » envers les féaux à une espérance de gains — entre partenaires — sur les marchés et dans les expéditions d'outre-mer. L'échange marchand introduit donc un élément « neutre » et d'emblée « égalitaire » ; sans statut idéologique, qui était particulièrement dérangeant dans la hiérarchie médiévale, fût-elle d'Église ou d'État. Par « élément neutre », il faut entendre un élément qui « n'appartient à aucun lieu », « itinérant », et qui repose sur l'abstrait par excellence : le calcul qui, « mieux peut-être que la rationalité déductive, est bien en effet ce qui domine cette culture laïque⁵ ». « Un monde se forme, une société se restructure dans le cadre de la grande finance, avec pour finalité le profit⁶. »

Les civilisations meurent par suicide, non par meurtre

Le début du XVI^e siècle présente un de ces défis d'une extrême difficulté dont parle Toynbee, un de ces défis dont on ne peut s'échapper et dont l'issue peut être mortelle⁷. L'Occident devrait ainsi cinq siècles de sursis à Thomas More et à ceux qui, sur sa lancée, fondèrent l'État moderne. Moins manichéen, Isaiah Berlin⁸ dirait que le succès de *L'Utopie* est dû à la rencontre fortuite non pas d'un homme, mais en ce cas d'un groupe d'humanistes, et de préoccupations universelles. Thomas More est certes l'auteur de *L'Utopie*, mais il n'a cessé de consulter un groupe d'amis qui ont dessiné, commenté, complimé, annoté le manuscrit. *L'Utopie* est un hypertexte avant l'heure. Précisons aussi qu'il ne s'agit pas d'une relation causale simpliste. Il a simplement semé des idées d'organisation politique qui sont arrivées à maturation pendant les Lumières. Les idées ont leur vie propre et c'est la raison pour laquelle, précise Isaiah Berlin, ce sont elles, bénéfiques ou néfastes, qui façonnent l'Histoire.

4. « La nouveauté, dès le XIV^e siècle, est en ceci que les marchands s'associent [...] » (MAIRET Gérard, « L'éthique marchande », *Histoire des idéologies. De l'Église à l'État du IX^e au XVII^e siècle*, Paris : Hachette 1978, p. 214).

5. *Ibidem*, p. 226.

6. *Ibidem*, p. 216.

7. Selon l'historien britannique Arnold Joseph Toynbee, les civilisations surgissent en réponse à certains défis d'une extrême difficulté. « Quand une civilisation arrive à relever des défis, elle croît. Sinon elle décline. Les civilisations meurent par suicide, non par meurtre. »

8. Selon Berlin, ce sont les idées qui façonnent l'Histoire. Malheureusement ! Car la plupart d'entre elles, observe-t-il, sont folles et dangereuses. L'œuvre de Berlin consiste à retrouver le chemin de la liberté dans le dédale des idéologies. On retrouvera ce principe dans *À contre-courant. Essais sur l'histoire des idées*, Paris : Albin Michel, 1988.

L'UTOPIE

L'Utopie de Thomas More fut d'abord publiée à Louvain en 1516, puis à Paris en 1517 et à Bâle en 1518. Succès immédiat d'un livre engageant et si facile à lire... en apparence. En fait, sa rédaction minutieuse se fit sur plusieurs années et à quatre mains.

Elle constitue, en effet, le second volet d'un diptyque amorcé quelques années plus tôt par son ami Érasme, déjà célèbre, avec *L'Éloge de la folie* paru à Paris en 1511. Ce premier volet fut non seulement rédigé chez Thomas More, mais il lui fut dédié (avec la mention *Moriae Encomium*). *L'Utopie* était la réponse et aurait dû s'intituler *Éloge de la sagesse*.

Pendant des années, Thomas More consulta sans relâche lecteurs érudits, éditeurs enthousiastes, spectateurs attentifs, les incorporant en personne ou par texte interposé. *L'Utopie* fut, nous explique Jean-François Vallée¹, un événement « littéraire et éditorial planifié, le produit d'une forme prémoderne de mise en marché et de "réseautage social", comme l'indiquent d'ailleurs explicitement la correspondance entre ces auteurs, mais aussi le libellé initial quasi identique des titres des deux ouvrages, les dédicaces et contributions épistolaires et poétiques des nombreux amis humanistes impliqués dans le "coup" de *L'Utopie*, et même un autre diptyque, iconographique celui-là, commandé au peintre flamand Quentin Metsys et offert à More la même année. »

Il s'agissait pour les humanistes, ces hommes sans liberté de parole ni statut de professeur, de faire preuve, pour reprendre Érasme, d'une « éloquence



qui, au lieu de caresser seulement les oreilles d'un plaisir vite évanoui, laisse dans les cœurs des auditeurs de durables aiguillons, qui entraîne, qui transforme, qui renvoie l'auditeur tout différent de ce qu'il était à son arrivée ».

Cela a bien marché. En novembre 1518, l'éditeur Froben, enthousiaste, peut écrire : « Nous venons à nouveau de mettre sous presse votre *Utopie*, car il faut que vous sachiez que les talents de More sont reconnus non seulement chez les Anglais, mais dans le monde entier. »

Et c'est que *L'Utopie* se vend depuis 500 années. On la trouve même en ligne². Thomas More et Érasme auraient aimé.

N.M.

1. VALLÉE Jean-François, « Le livre utopique », in Yuri COWAN (sous la dir. de), « *Textual Histories / Histoires textuelles* », *Mémoires du livre / Studies in Book Culture*, vol. 4, n° 2, printemps 2013.

2. MORE Thomas, *L'Utopie. Ou le traité de la meilleure forme de gouvernement* (1516). Site de l'université du Québec à Montréal, URL : http://classiques.uqac.ca/classiques/More_thomas/more_thomas.html. Consulté le 20 octobre 2016.

Thomas More releva le défi non seulement en ambassadeur aguerrri mais en maître de pensée. Il est un des grands érudits de l'époque si l'on en croit l'inventaire de sa bibliothèque. Il a tout lu, tout traduit, il est philosophe à part entière et maître rhéteur de surcroît. Il couvre tous les terrains du droit politique. Sa proposition de meilleure forme de gouvernement répond avec précision aux questions de Lasswell : « qui a quoi, quand et comment ⁹ ? » Ce sont des questions simples, incontournables et auxquelles il faut répondre quelles que soient la violence du pouvoir, la manière dont il s'exerce. Ce sont des réponses culturelles et qui ne peuvent jamais être naturelles.

L'homme est l'animal politique tel que défini par Aristote en ce qu'il habite une *polis* (une ville, un groupe), une structure de pouvoir qui ne lui est pas transmise par la nature mais par la parole, une structure protégée par des symboles, une structure qui change avec le temps et les circonstances, s'adapte ou meurt, passe à la postérité ou reste dans l'ombre, est fonctionnelle ou dysfonctionnelle. Le pouvoir, ce dont il est toujours question en politique, est toujours quelque part institué ¹⁰ au sens où il s'incarne dans un homme, une femme (rarement), une élite, dans des institutions, rudimentaires ou complexes. Il est quelquefois caché, clair, distant, séparé, diffus, mais il EST.

Et dans l'angoisse que créent les changements et en ce début de XVI^e siècle, alors que les prophètes annoncent la fin du royaume d'en bas, alors que les prêcheurs promettent les flammes éternelles pour qui transgressera les ordres établis dans le passé qui s'évapore, alors qu'on perd les repères du qui, quoi, comment et quand, voici qu'un philosophe conteur fait miroiter sous forme d'espoir une organisation autour d'un pouvoir non féodal, non violent, sans dieu, ni roi, ni prophète, ni magie, ni idées, ni transcendance, ni destin historique, et qui n'est pas arbitraire.

L'architecture de la pensée

Comment Thomas More réussit-il ce tour de force ? C'est son génie propre, son secret d'architecte innovateur de la pensée. Il bâtit sur d'autres bases. Il fait reposer la structure non pas sur une révélation divine mais sur des postulats, des vérités qu'il juge évidentes parce que conformes à la raison et il fait tenir le tout avec panache et audace, contreforts à l'appui. Les théories politiques modernes qui ont suivi tiennent toutes de ce jeu de Lego, un secret bien gardé qu'il ne s'agit surtout pas de révéler, ou que l'on peut suggérer en passant comme le fit Kant ¹¹.

9. LASSWELL Harold D., *Politics: Who Gets What, When, How*, New York : Peter Smith, 1950 (1936).

10. KOESTLER Arthur, *Spartacus*, Paris : Calmann-Lévy, 2006 (1939).

11. « Dans un bois aussi courbe que celui dont est fait l'homme, on ne peut rien tailler de tout-à-fait droit » (KANT Emmanuel, *Idee d'une histoire universelle au point de vue cosmopolitique*, proposition 6 [1784]).

L'invention du contrefort

Il prend un postulat de base emprunté à l'hédonisme grec : « L'homme est égoïste et cherche le plaisir », mais le consolide immédiatement avec le postulat central de la chrétienté : « Tu aimeras ton prochain comme toi-même », retraduit dans *L'Utopie* sous la forme « le plus grand plaisir de l'homme est l'altruisme ». Le dieu chrétien disparaît nominalement pour devenir qualité humaine innée, universelle. C'est le « bon sauvage » avant l'heure ¹².

Ce mélange des deux simples postulats est explosif. Libéré de Dieu, du péché, de l'enfer et du paradis, l'être humain peut construire l'édifice d'une pensée qui pourra ainsi se projeter dans le paradis sur Terre que l'on nommera progrès. C'est une révolution puisque jusqu'alors toute transgression à l'ordre féodal garanti par Dieu, tout crime était le choix de l'individu qui succombait à la tentation du mal. L'homme était seul devant le péché. Aucune circonstance atténuante ne rentrait en ligne de compte. S'il braconnait sur les terres du Prince, si sa famille n'avait plus rien à manger, la société n'y était pour rien, c'était son choix devant Dieu et il devait être puni. Il était même voué à être puni doublement : torturé sur la place publique et brûlé aux enfers. L'idée que l'individu vole parce que la société n'était pas juste ne pouvait pas même traverser l'esprit des tribunaux de l'époque. Pas plus qu'elle ne peut pénétrer l'esprit des fanatiques du *lobby* des armes américains qui, cinq siècles plus tard, répète le principe, ô combien féodal !, « *Weapons do not kill people. People kill people* [Les armes ne tuent pas les personnes. Ce sont des personnes qui tuent des personnes]. »

Retournons à la construction de Thomas More qui, en juxtaposant deux postulats, a fait sauter tout l'édifice féodal. Cela n'est pas tout à fait un retour à Aristote qui avait énoncé clairement « le bien est le même pour l'individu et pour la cité ». C'est une renaissance ¹³ qui réinterprète l'ancien à partir du nouveau. Thomas More veut répondre de manière originale à la question « qui a quoi, quand et comment ». Il recycle de vieux postulats, va en chercher quelques-uns, et non des moindres, dans de lointaines cultures, en fabrique d'autres au besoin, dépoussière les oubliés, en rogne les coins, ajoute des joints nécessaires afin que l'ensemble se tienne bien debout. Il passe en revue méthodiquement toutes les pièces du droit civil, s'assurant qu'elles sont bien emboîtées dans les postulats de base et ne risquent pas de déséquilibrer l'ensemble. Une lecture attentive de *L'Utopie* révèle une structure logique sans faille, comme une lecture tout aussi

12. Cela dit, Dieu n'est pas tout à fait mort comme l'explique Glenn Tinder dans un article retentissant intitulé « Pouvons-nous être bon sans Dieu ? » ; lequel valut à *The Atlantic* une volée de bois vert sans précédent. Voir TINDER Glenn, « Can We Be Good Without God? On the Political Meaning of Christianity », *The Atlantic*, décembre 1989.

13. Nous ne rentrerons pas dans la polémique de l'origine du mot « Renaissance » et nous prenons le terme ici au sens normal.

attentive d'*Alice au pays des merveilles*¹⁴ nous donne un cours de logique magistral.

La raison comme mortier

Mais pendant cinq siècles, l'édifice tient bon. Thomas More le rend cohérent à l'aide d'un mortier qui remplit tous les interstices : la raison pratique. L'homme cherche le plaisir individuel, il est égoïste mais faire plaisir lui fait aussi plaisir. C'est même son grand plaisir. De plus, puisque l'homme est doué de raison (instrumentale), l'homme est calculateur. Il comprend ainsi qu'il recueillera plus de dividendes individuels en passant par le bien commun. Un homme est heureux dans une bonne société qui fonctionne bien et permet à tous les individus de s'épanouir. La trilogie est soudée : l'amour de soi, c'est l'altruisme ; l'altruisme, c'est le bien commun ; le bien commun, c'est l'amour de soi. Tout crime s'inscrit dans cette trilogie à responsabilité partagée. Une société qui gère mal le bien commun ne permet pas à l'individu de gérer son principe de plaisir. La cause du mal, c'est une mauvaise gestion sociale. La morale, c'est le bon calcul.

C'est donc parti pour cinq siècles : faisons en sorte que les êtres humains apprennent à bien gérer, ce qui devrait être facile puisque tous les êtres humains sont doués de raison. Donnons-leur l'éducation qui permet de bien raisonner à partir d'une juste information à laquelle tous aspirent (puisque c'est à leur avantage). Une fois informés, les hommes égaux doués de raison choisiront par suffrage universel le bien commun qui est aussi individuel. Toute atteinte à l'équation est une atteinte à la liberté de l'être humain comme ayant droit de satisfaire son intérêt personnel et donc collectif. La liberté de l'information et l'éducation sont ainsi devenues les piliers de la démocratie moderne et pour longtemps. On ne les remet plus en question.

Le rêve

La raison, toute sage et instrumentale soit-elle dans *L'Utopie*, lui est si essentielle que More a songé lui donner le titre d'*Éloge de la sagesse ou la meilleure forme de gouvernement*, répondant ainsi à l'ouvrage d'Érasme : *L'Éloge de la folie*, une déclamation dans la plus belle tradition qui décrivait la pire forme de gouvernement, en en faisant faussement l'éloge¹⁵.

Le titre *Utopie* finalement choisi fut sans doute (nous n'en serons jamais certain) une part du succès de l'ouvrage. Il fait rêver.

14. CARROLL Lewis, *Les Aventures d'Alice au pays des merveilles*, éd. originale, Londres : Mac-Millan, 1865.

15. Publiée en 1511.

Pour Thomas More et ses amis, c'était un défi majeur car il était à l'époque interdit sous peine d'exactions de sortir du discours chrétien, rêve compris. On devrait plutôt dire « rêve surtout » car la richesse de l'imaginaire du temps des cathédrales a sublimé la violence de la féodalité bâtie sur la peur, comme l'a magistralement expliqué Jean Delumeau¹⁶. Quant au mot « liberté » au sens de sortir de l'allégeance du système féodal, tout comme le mot « athée », il était inconcevable. Il serait anachronique de suggérer que certains penseurs de l'époque ne croyaient pas en Dieu et un monde bâti littéralement autour de Dieu.

Partir ailleurs !

Mais en ce début du XVI^e siècle, c'est aussi un monde qui se fissure. L'imprimerie permet une diffusion des idées non contrôlés par les moines copistes qui reproduisaient lentement en latin les manuscrits qu'ils voulaient bien reproduire. Un monde s'ouvre : en 1504, l'explorateur Amerigo Vespucci publie à Paris le récit d'un de ses voyages aux Amériques (*Mundus Novus*). Ce fut un succès immédiat et très vite traduit en plusieurs langues. Thomas More l'avait lu, mais il ne s'inspira pas tant du contenu que de l'esprit du voyage.

C'est l'autre secret de construction de Thomas More. Il profite de l'air du temps, tout à l'excitation des découvertes de mœurs étranges que les explorateurs et boucaniers racontent sur les ports ou dans les premiers livres imprimés. Pour les lecteurs de l'époque avides de récits sur l'étranger, *L'Utopie* fait partie du lot, elle est exotique et elle titille. Et ce d'autant que c'est un marin du nom d'Hythlodée qui, revenant de voyage, va enchanter son public avec un récit plein de petits détails dont est friand le lecteur et qui noie la subversion politique radicale du texte.

L'Utopie est une petite île peuplée de non-chrétiens mais qui ne sont pas des infidèles, lesquels sont des ennemis que l'on doit massacrer. L'Église hésite avant de jeter l'anathème. Le concile de Trente se demande quelle place donner dans un monde chrétien à ces non-baptisés mais que l'on ne peut encore qualifier d'hérétiques. Sont-ils innocents au point de ne pas mériter l'enfer ou bien trop non chrétiens pour aller au paradis ? La question dérange et on en discute ouvertement.

Certes, tout le monde s'entend sur leur infériorité et l'anathème sera finalement jeté. L'Occident finira par exterminer sur une grande échelle ces non-chrétiens exotiques que les explorateurs découvrent dans les Amériques. Mais en 1516, on en est encore à la phase découverte, juste au début de l'appropriation sauvage des Amériques. On en est à l'étrange avant d'en venir à l'étranger.

16. DELUMEAU Jean, *La Peur en Occident, XIV^e-XVIII^e siècles*, Paris : Fayard, 1978.

On lit, on se presse autour des bateaux qui rapportent de l'or, des oignons de tulipe, des épices et quelques indigènes que l'on fait parader très vite dans la cour des princes. Les marins, qui racontent à qui veut les écouter les histoires, en rajoutent, ils brodent, ils n'analysent rien, et ils jouissent par dessus tout de l'effet qu'ils font sur leurs auditeurs dont les yeux s'écarquillent. « Comment peuvent-ils vivre comme cela », s'esclaffe-t-on ? Montesquieu jouera du thème en s'exclamant : « comment peut-on être persan ? » Découvrir l'autre en dehors d'un champ de bataille, c'est commencer à prendre un peu de recul par rapport à soi. On se découvre en découvrant l'autre, même si l'on se réfugie dans le faux confort de la supériorité. Une fissure se transforme souvent en brèche.

Partir dans un pays où les pots de chambre sont en or

Montesquieu aurait très bien pu se permettre de ne pas utiliser le narratif léger et écrire son œuvre politique seulement dans le langage du droit ; en revanche, Thomas More, lui, n'avait pas le choix. Il ne pouvait que passer par ce narratif exotique. Il lui fallait présenter ces étranges Utopiens qu'un marin découvre sur une île lointaine et dont il décrit les mœurs intrigantes. Il ajoute tous ces petits détails scatologiques à la Rabelais qui font d'un récit un *best-seller*. Les pots de chambre sont en or, manifestant ainsi le mépris des Utopiens pour les richesses. Tout le monde s'esclaffe.

Mais *L'Utopie* n'est pas *Gargantua*, un chef-d'œuvre dans un autre genre (Rabelais, 1534). Dans ce livre à clef, la composition des pots de chambre n'est pas anodine : l'or, source du mal, ayant une valeur symbolique chargée dans le monde chrétien. Ce détail ne pourra que plaire aux pères de l'Église. Ce sont symboliquement des pots de chambre qui appartiennent au monde médiéval, une concession majeure. (Il faudra attendre Luther et Calvin pour que l'anathème sur l'or soit levé et que l'accumulation du capital ne soit plus regardée comme un péché.)

Mais pour le reste, la structure sociale et politique dans laquelle évoluent les Utopiens est révolutionnaire : il n'y a pas de rois, ni de prêtres (sauf les ascètes parce qu'ils mangent très peu), le nombre d'avocats est réduit au minimum parce que les lois sont réduites au minimum ; les Utopiens sont libres de choisir leur religion pourvu qu'elle ne trouble pas l'ordre social. Précisons qu'il s'agissait de religions inventées tirant sur le paganisme pour les besoins de la cause.

Les Utopiens offrent l'euthanasie à ceux qui sentent approcher leur mort prochaine, se sentent improductifs et acceptent le conseil des sages pour les aider, dans la douceur de n'être plus un poids pour la société, et abrégé les souffrances incompatibles avec le principe de plaisir. Afin de bien comprendre la modernité du texte, il faut savoir que si le mourant ne reçoit pas la permission des sages et se suicide, son corps est jeté dans un fossé. C'est à un comité de juger de son état non seulement de souffrance,

mais d'utilité, et de lui donner la permission, s'il le désire, d'avalier un doux poison.

Car dans cette société sans apparente coercition, il y a un impératif social catégorique : il faut être productif et participer au bien commun (qui est en harmonie avec le plaisir individuel). La proposition de Thomas More est très proche, sous bien des aspects, de celle des philosophies utilitaristes du XIX^e siècle, à ceci près que nous n'entrons pas dans un modèle de croissance, pas tout à fait. Produire et être utile en Utopie, c'est s'engager dans la production non pas du surplus et de l'inutile, mais de ce qui est nécessaire et utile, tout en incorporant de nouvelles technologies si jugées telles. Les Utopiens s'adaptent et en cela, ils ne sont pas ceux que l'on a appelés Utopiens par la suite et qui figent le temps en pratiquant une autarcie. On est plutôt dans un modèle de développement viable avant la lettre. Il s'agit de bien gérer, maximiser la productivité, incorporer de nouvelles techniques afin de libérer du temps de loisir, compatible bien sûr avec l'intérêt du groupe (ce qui restreint quelque peu les champs du possible).

Développement viable et colonisation

Mais avant de crier au génie anticipatoire, il faut lire le texte attentivement. Car il manque une limite centrale au développement viable : celle de l'espace. Hythlodée parle : « Enfin, si l'île entière se trouvait surchargée d'habitants, une émigration générale serait décrétée. Les émigrants iraient fonder une colonie dans le plus proche continent, où les indigènes ont plus de terrain qu'ils n'en cultivent. » Mieux, les Utopiens sont en droit de conquérir les territoires mal gérés par les indigènes. Il ne s'agit pas d'utiliser la force, mais de les persuader qu'il est dans leur avantage d'adopter le modèle utopien. On dira plus tard qu'il s'agit de les civiliser.

Car le modèle va d'île en île et ce genre d'expansion est infini¹⁷. L'espace ouvert n'est pas même un postulat digne d'être postulé explicitement. Ce n'est pas un défi, bien au contraire. La découverte de mers et terres sans limites fait partie de l'excitation du temps. Et ce temps va durer cinq siècles. Marx n'en parlera pas davantage, tout à l'ivresse de la révolution industrielle et à la découverte d'énergie et de métaux en dessous de la surface d'une planète dont on n'a pas encore bien compris qu'elle avait un périmètre.

Bref, les Utopiens gèrent bien leurs ressources naturelles et humaines, pratiquent le développement viable, s'approprient des terres sans guerre (ou presque), civilisent leurs populations en leur apportant la bonne gestion, font des enfants, sont heureux, le tout en pratiquant des mœurs tout à fait conformes à une vie qui serait monacale s'ils n'étaient pas mariés.

17. Le modèle mormon est basé sur le principe : l'essaimage par la persuasion d'une forme d'économie qui ne tient aucunement compte de la finitude ; on doit avoir des enfants, si possible beaucoup d'enfants.

Rires et fous rires

Il devient facile pour tous les lecteurs de se laisser bercer par ce conte narré par un explorateur qui n'est pas un prophète et propose un socialisme moral conforme aux préceptes de l'Église. Le tout construit comme une pièce de théâtre avec décors, rebondissements, un peu de *suspense* et envolées de manche. Car Hythlodée fait sa grande entrée, toge drapée, regard clair et barbe grisonnante. On est à la limite de la comédie¹⁸.

Les applaudissements ont crépité dans la bonne humeur. Henry VIII a même ri, très fort parce que ce géant avait le rire tonitruant à la mesure de sa cage thoracique, mais aussi parce qu'il prisait les bouffonneries à la seule condition qu'il n'en soit pas la cible. L'autodérision n'a jamais été le fort des Narcisse. Ils sont en revanche aisément manipulables, tant la pensée qu'ils puissent être manipulés n'effleure pas leur esprit obsédé qui ne contemple que leur reflet. Thomas More en joua avec *maestria* dans le livre premier de *L'Utopie* qui décrit la mauvaise gestion du royaume... de France. Henry VIII n'y vit que du feu et se délecta du récit des problèmes dans lesquels s'embourbait son cousin François 1^{er}, roi des Français, cet incapable, ce corrompu, ce vaniteux, ce bon à rien. Nul doute qu'Érasme et Thomas More ont bien ri aussi.

Le sourire de Thomas More

Et puis Thomas More, et c'est son ultime secret de fabrication, sait rire de lui-même. Il s'essaie à une construction révolutionnaire, soit ! Il la propose à l'admiration de ses lecteurs, soit ! Mais il précise bien que c'est un jeu, c'est un conte auquel il ne croit pas (trop) lui-même et auquel il ne faut pas croire tout à fait. *L'Utopie*, c'est l'ambiguïté. Son héros, ce narrateur navigateur, ce superbe orateur qui en impose, porte le nom d'Hythlodée, mot composé à racines grecques, qui signifie expert en balivernes. *L'Utopie* est truffée de ces jeux de mots grecs et latins qui étaient compris par les érudits de l'époque mais se sont perdus dans la nuit des langues mortes. C'est dommage, car nous perdons ainsi la distance essentielle que Thomas More met entre le monde des idées et la réalité.

On ne le précisera jamais assez, More est profondément croyant et ne croit pas au paradis sur Terre, tout au plus peut-il essayer de mieux organiser le royaume d'en bas pour des humains condamnés à expier le péché originel. Le mal est inexpugnable, on ne peut le gérer qu'en minimisant sa présence. L'Église, pendant des siècles, a organisé au mieux ce séjour sur

18. À la même époque, comme nous le verrons, Machiavel franchira le pas. Voir le documentaire de Jean-Claude Zancarini, *Le Rire politique de Machiavel, dans la Mandragore et le Prince*, produit par l'École normale supérieure de Lyon / Canal Philo / Service commun audiovisuel et multimédia, 2007.

ce principe de minimisation du mal, du moins pour ses fidèles (les infidèles étaient exterminés) et l'a fait avec une efficacité bureaucratique.

Mais ce ne fut pas sans quelques bavures et moyens expéditifs, qui non seulement n'ont pas minimisé le mal mais ont considérablement accru son emprise, à la fois sur les infidèles et sur les croyants terrorisés. Thomas More, sans jamais remettre sa foi en doute, ni son allégeance à l'Église, n'est pas sans le savoir. Que savait-il des Borgia ? Sans doute plus qu'on ne le pense, incapables que nous sommes d'imaginer une information circulant sans les moyens de communication modernes. L'information passait à pied, à cheval et en bateau, de relais humains en relais humains. On les appelait les humanistes. Et ils communiquaient beaucoup. Érasme et Thomas More, à eux seuls, ont échangé quatre mille lettres.

Et c'est ainsi que, pour ce royaume d'ici bas, pour ce temps que nous devons passer avant de rejoindre le royaume d'en haut, More s'essaya à proposer un modèle de gestion supérieur à celui non seulement du roi, mais du pape. Il bâtit un système politique laïc raisonnable, décrit par un expert en balivernes que l'on doit croire et ne pas croire. Ce n'est qu'un essai et More sourit à la vanité de sa propre entreprise, puisqu'il chuchote avant de remettre sa plume dans l'encrier : « Je le souhaite plus que je l'espère. »

Ce sourire, à la fois ludique et mélancolique, conclura cet article dédié à la célébration de cinq siècles d'espoir que fonda Thomas More. C'est un sourire très spécial, différent, la première et dernière fois que nous verrons un grand de la philosophie politique occidentale sourire de sa propre pensée.

Bon anniversaire Thomas More, et merci pour le sourire ! ■



**CHAQUE
TRIMESTRE,
L'INTERNATIONAL
EN DÉBAT**

Disponible en librairie
et sur
www.iris-france.org

ÈRE DES « SOFT WARS » : L'EXEMPLE WASHINGTON-BEIJING
L'ADMINISTRATION OBAMA ET LES FRÈRES MUSULMANS ÉGYPTIENS
VLADIMIR POUTINE ET L'AMÉRIQUE LATINE



VIENT DE PARAÎTRE

ÉTUDE VIGIE ALIMENTATION 2016-2017

Si les tendances émergentes en alimentation sont en général bien identifiées, elles restent souvent mal documentées : que représentent-elles réellement aujourd'hui ? Quel est leur rythme de progression et quelles sont leurs perspectives d'évolution ? Resteront-elles anecdotiques ou, au contraire, seront-elles de nature à perturber le système alimentaire ?

Cette étude analyse 10 tendances émergentes en croisant des sources diverses :

- ▶ Les données les plus récentes : enquêtes de consommation, données statistiques et commerciales, innovations produit, faits porteurs d'avenir ;
- ▶ Les analyses d'acteurs et d'experts du système alimentaire (responsables R&D, Innovation, Marketing et Stratégie de grands groupes de la production agricole, de l'agroalimentaire et de la distribution).

Les 10 tendances émergentes

- ▶ Les fermes de demain, urbaines et *high-tech* ?
- ▶ Les industries agroalimentaires vont-elles se faire « ubériser » ?
- ▶ Déstructuration des modèles alimentaires : *snacking*, la nouvelle norme ?
- ▶ Demain, tous végétariens (ou flexitariens) ?
- ▶ Quelles alternatives aux protéines animales ?
- ▶ Vers une démocratisation du bio ?
- ▶ La consommation locavore, menace pour la grande distribution ?
- ▶ L'e-commerce va-t-il décoller dans l'alimentaire ?
- ▶ Qui va gagner la bataille de la livraison de repas ?
- ▶ Vers une alimentation connectée au service de la nutrition ?

Ces tendances sont analysées au niveau mondial, avec de nombreuses comparaisons internationales et un focus sur la France. Leurs perspectives d'évolution sont étudiées à l'horizon 2030.



BON DE COMMANDE

À photocopier et à retourner à Aude Houguenague - Futuribles International - 47, rue de Babylone - F-75007 Paris
Tél. + 33 (0)1 53 63 37 73 - Fax + 33 (0)1 42 22 65 54 - E-mail : ahouguenague@futuribles.com

- Je commande l'étude Vigie Alimentation 2016-2017* et son suivi pendant un an au prix de 2 500 euros hors taxes (3 000 euros TTC, TVA à 20 % incluse)

Les membres partenaires de Futuribles International bénéficient de conditions privilégiées

J'indique mes coordonnées postales et électroniques :

Nom - Prénom _____

Société _____ N° de TVA _____

Adresse _____

Code Postal - Ville _____

Pays _____ Tél. _____

E-mail _____

Je règle _____ euros :

- Sur facture Par chèque à l'ordre de Futuribles International

Par virement : Banque Neuflyze OBC, F-75410 Paris cedex 08

IBAN FR7630788001071020204120024 • BIC NSMBFRPPXXX

- Visa Am. Express N° _____ Exp. fin _____

Cryptogramme figurant sur votre carte _____

Date et signature :

Le tarif de 2 500 euros hors taxes (3 000 euros TTC) comprend :

- ▶ une version papier de l'étude
- ▶ une version PDF (1 à 10 utilisateurs)
- ▶ une présentation Powerpoint réutilisable en interne et personnalisable
- ▶ la participation de deux personnes aux réunions trimestrielles (choix des prochains sujets à traiter, audition d'experts)
- ▶ les nouvelles Notes de veille et Analyses pendant un an
- ▶ l'accès au site rassemblant l'ensemble des contenus déjà publiés (1 à 10 utilisateurs)
<https://www.futuribles.com/fr/groupe/vigie-alimentation/presentation/>

Tarif valable pour tous les pays jusqu'au 31/12/2017

Le casse-tête de la fiscalité en Europe

Apple et l'Irlande : un cas exemplaire

PAR JEAN-FRANÇOIS DREVET ¹

Jean-François Drevet analyse, dans cette tribune, les enseignements à tirer de la décision rendue fin août 2016, par la Commission européenne, concernant les aménagements fiscaux dont Apple a bénéficié en Irlande, exigeant de la multinationale le paiement d'une amende de 13 milliards d'euros au profit de Dublin. Comme il le montre bien ici, d'une part le montant de cette amende est loin d'être aberrant au regard de ce qui se pratique en matière fiscale en Europe ou aux États-Unis ; d'autre part la réaction (hostile) de l'Irlande à l'égard de cette décision témoigne du poids des enjeux économiques et sociaux sous-jacents aux pratiques fiscales des États membres de l'Union à l'égard des grandes entreprises. Dans un contexte de concurrence et de surenchère en matière d'attractivité fiscale, on en arrive à des situations tellement inégalitaires à l'égard de l'impôt entre les ménages européens et les entreprises, voire entre les entreprises elles-mêmes, qu'elles pourraient faire douter de la volonté des gouvernements de privilégier le bien commun. Afin d'enrayer ces pratiques et de faire en sorte que les entreprises qui font des bénéfices sur le sol européen versent des contributions fiscales normales, en rapport avec ces bénéficiaires, il est indispensable que l'Union s'attache à mettre de l'ordre dans la fiscalité européenne. S.D. ■

Le 30 août 2016, parmi les enquêtes en cours sur les arrangements fiscaux des multinationales, la Commission européenne a

conclu qu'Apple avait bénéficié d'un avantage discriminatoire, donc illégal, évalué à 13 milliards d'euros sur la période 2003-2014, grâce à un *tax*

1. Ancien fonctionnaire à la Commission européenne. Les propos exprimés ici n'engagent que leur auteur.

ruling (une décision fiscale) remontant à 1991, qui lui assure un niveau de taxation « infinitésimal ² » en Europe.

En demandant au gouvernement irlandais de récupérer des impôts qu'il aurait dû exiger de la multinationale, la Commission ouvre un débat qui touche à plusieurs aspects très sensibles :

— Le champ d'intervention des institutions européennes : le respect de la concurrence doit-il s'étendre à la fiscalité ?

— La capacité déclinante des États membres à percevoir de manière équitable l'impôt sur les sociétés.

— La répartition du fardeau fiscal entre les entreprises et les ménages.

— Le dilemme entre efficacité économique et justice fiscale : à quel prix, notamment en matière d'exonérations fiscales, la puissance publique doit-elle payer la création ou le maintien de certains emplois ?

Concurrence et fiscalité

Au lieu de se réjouir de récupérer 13 milliards d'euros, le gouvernement irlandais s'est solidarisé avec Apple, en contestant à la Commission le droit d'intervenir. À Dublin, on estime que les autorités nationales doivent rester libres d'ajuster leur fiscalité. C'est une question de souveraineté pour les États membres, qui ont subordonné toute décision européenne en la matière à des accords à l'unanimité, ce qui facilite la résistance

aux mesures d'harmonisation, préconisées à Bruxelles, des pays du « moins-disant fiscal » comme l'Irlande, mais aussi le Luxembourg et Chypre.

Si la Commission ne conteste pas aux États le droit de fixer à leur gré le montant de l'impôt sur les sociétés, elle estime que le « *sweetheart tax ruling* » (l'accommodement fiscal) dont bénéficie Apple doit être requalifié en aide d'État, parce qu'il entraîne une distorsion de concurrence entre les firmes. Dans ce cadre, la Commission est habilitée à agir de sa propre initiative et à imposer des amendes, ce qu'elle fait régulièrement depuis les origines de la Communauté économique européenne, avec le concours de la Cour de justice, à laquelle les récalcitrants se sont souvent adressés en vain. À ce titre, Apple n'est pas seul en cause : d'autres entreprises (Starbucks et Fiat) font l'objet d'une procédure similaire.

Le cas de l'impôt sur les sociétés

Analysés par François Meunier ³, les états financiers d'Apple pour 2015 sont révélateurs : si la société réalise 22 % de ses ventes en Europe, cela ne représente que 4 % de sa charge fiscale. Au contraire, aux États-Unis, 35 % de ses ventes génèrent 85 % de ses impôts. Si Apple payait en Europe ce qu'il paie aux États-Unis (où le taux d'imposition est de 40 %), sa charge fiscale serait de 9,8 milliards de dollars US. S'il était imposé dans l'Union européenne au taux moyen de l'im-

2. COHEN Élie, « L'affaire Apple ou les vertus de l'Europe par l'exemple », *Telos*, 2 septembre 2016. URL : <http://www.telos-eu.com/fr/globalisation/laffaire-apple-ou-les-vertus-de-leurope-par-lexemp.html>. Consulté le 4 novembre 2016.

3. MEUNIER François, « iTunes, iPhone et... iTax », *Telos*, 21 octobre 2016. URL : <http://www.telos-eu.com/fr/europe/itunes-iphone-et-itax.html>. Consulté le 4 novembre 2016.

pôt sur les sociétés (22,5 %), il paierait encore 5,4 milliards de dollars US et seulement 3 milliards de dollars US au tarif irlandais de 12,5 %. Ne s'étant acquitté que de 800 millions de dollars US, Apple bénéficie d'un privilège évident. À ce titre, le redressement demandé par la Commission, un peu plus d'un milliard de dollars US par an, apparaît comme très modéré.

Cette quasi-exonération d'Apple résulte de deux opportunités convergentes, largement exploitées par les multinationales :

— La possibilité de localiser leurs profits dans les pays où les taux d'imposition sont les moins élevés par des opérations de « *creative accountancy* », en bon français des prix de transfert non conformes à la réalité économique.

— La concurrence entre les États membres, qui conduit la plupart d'entre eux non seulement à réduire par étapes l'impôt sur les sociétés, mais à multiplier les *tax rulings* au profit des firmes plus mobiles, qui peuvent exercer un chantage à la délocalisation.

En pensant que les exonérations fiscales d'aujourd'hui assureraient les recettes de demain, la montée du chômage a incité les gouvernements à multiplier les cadeaux aux entreprises, avec le souci louable de les aider à créer des emplois : faciliter l'installation d'une entreprise dans une région en difficulté dans l'espoir de générer des recettes fiscales ultérieures. La Commission s'est montrée ouverte à cette stratégie en permet-

tant des dérogations au contrôle des aides versées par les États et les collectivités territoriales, notamment pour faciliter les implantations dans les régions défavorisées.

Ce faisant, on est passé des aides à l'investissement à des aides au fonctionnement, destinées non seulement à attirer les entreprises, mais à les sédentariser dans le pays d'accueil. Dans la panoplie des exonérations fiscales s'est logiquement inséré l'impôt sur les sociétés, où les gouvernements disposaient initialement d'une importante marge de flexibilité, qui s'est progressivement réduite avec la généralisation de la concurrence. Ainsi le taux de cet impôt en France est passé de 50 % à 33 %.

Cette baisse n'était pas suffisante pour les multinationales qui ont négocié des accords spécifiques, dits « *sweetheart tax rulings* », dans lesquels les États ont accepté, non seulement des exonérations particulières à leur détriment, mais aussi et surtout de priver les pays voisins de leur pouvoir de taxation. Ainsi Apple a artificiellement localisé en Irlande, où elles ne sont pas imposables, la plus grande partie de ses ventes sur le marché unique européen, ce qui a réduit son impôt de 1 % en 2003 à 0,005 % de ses profits en 2014, privant les autres pays européens d'importantes recettes fiscales.

On arrive même au paradoxe du groupe énergétique Engie (ex-Gaz de France Suez), dont l'État français est actionnaire à 33 %, lui aussi dans le collimateur de Bruxelles⁴ pour avoir organisé des montages financiers au

4. « Aides d'État : la Commission ouvre une enquête approfondie sur le traitement fiscal accordé par le Luxembourg à GDF Suez (devenue Engie) », communiqué de presse de la Commission européenne, 19 septembre 2016.

Luxembourg. Que doit penser le contribuable d'une exonération fiscale que l'État s'accorde à lui-même et qui va payer à sa place ?

On pourrait en conclure que l'impôt sur les sociétés est une affaire trop sérieuse pour rester du ressort des gouvernements nationaux. Sa gestion, notamment pour les multinationales, devrait être harmonisée et son produit versé au budget communautaire, puisque celui-ci doit se doter d'authentiques ressources propres à la place des contributions versées par les États membres.

La Commission n'est pas allée aussi loin. En 2011, elle avait fait une première proposition d'harmonisation qui n'a pas abouti : comme indiqué plus haut, un accord en matière de fiscalité requiert l'unanimité. Le contexte politique ayant évolué, des progrès ayant été réalisés dans le cadre de la lutte menée par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) contre l'évasion et l'optimisation fiscales, elle est revenue à la charge en octobre 2016 avec une nouvelle proposition de création d'une « assiette commune consolidée pour l'impôt des sociétés » (ACCIS)⁵. Selon le président de la Commission, « chaque entreprise, quelle que soit sa taille, doit payer des impôts là où elle fait des bénéfices⁶ ».

Ainsi, les sociétés exerçant des activités transfrontalières seront soumises à un régime européen unique pour déterminer leur imposition fiscale, chaque État membre restant libre d'en fixer le taux. Ce système de guichet

unique offrira aux entreprises une sécurité juridique qui n'existe pas aujourd'hui (il existe 28 régimes de perception de l'impôt sur les sociétés), mais rendra obsolète la pratique des prix de transfert, un des moyens les plus utilisés par l'optimisation fiscale. D'après la Commission, suivant un calcul hypothétique mais qui donne une idée de l'importance économique du problème, il en résulterait un supplément d'investissement de 3,4 % du produit intérieur brut, et un supplément de croissance économique de 1,2 %. Le nouveau système produirait aussi une augmentation substantielle des recettes fiscales, c'est pourquoi on peut raisonnablement supposer que les multinationales et les pays qui les protègent feront de leur mieux pour enterrer cette proposition, qui mettrait fin aux pratiques mises en évidence par le cas Apple, mais qui profitent à de nombreuses autres entreprises.

Car il n'y aura pas que des gagnants. La taxation des entreprises en fonction de leurs activités⁷ assurera aux grands États membres une part importante de l'accroissement des impôts à payer par les multinationales, alors qu'ils sont aujourd'hui collectivement perdants. Les petits qui les attirent par des taux plus bas recevront probablement moins. Et la Commission réfléchit aux possibilités de contournement de son système par la manipulation des prix de transfert via des pays tiers.

Une autre option serait la définition d'une fourchette de taux *minima*

5. « La Commission propose une grande réforme de l'impôt sur les sociétés dans l'Union », communiqué de presse de la Commission européenne, 25 octobre 2016.

6. JUNKER Jean-Claude, « Discours sur l'état de l'Union », Strasbourg, 14 septembre 2016.

7. Comme le fait le fisc américain suivant la *Massachusetts Formula*, qui répartit entre les États le produit de l'impôt des sociétés qui opèrent dans plusieurs d'entre eux.

et *maxima* de l'impôt sur les sociétés, et surtout d'un *minima*, probablement plus élevé que le 12,5 % actuel de l'Irlande et de Chypre⁸, qui ne veulent pas en entendre parler.

Entre les ménages et les entreprises, quel équilibre fiscal ?

Pour aller un peu plus loin, il faut s'interroger sur le sens d'une évolution qui consiste à taxer de moins en moins les agents économiques les plus mobiles. Ainsi, les riches particuliers et les multinationales ne paient plus les impôts qui correspondent à leurs revenus ou à leurs bénéfices. Si les premiers ne sont pas très nombreux, la distorsion qui pèse sur la fiscalité des entreprises a des conséquences plus importantes. Le report de la charge fiscale sur ceux qui ne peuvent pas s'y soustraire, les « captifs » qui n'ont pas les moyens de faire jouer la concurrence, est une lourde charge pour les petites entreprises, qui sont pourtant les plus créatrices d'emplois. Et la tendance est à l'aggravation de ce déséquilibre, puisqu'il faut bien continuer à financer les dépenses publiques.

S'il est clair que le *Welfare State* ne peut continuer à fonctionner que si les entreprises qui le financent sont en mesure de faire des bénéfices et de créer des emplois, il n'est pas inutile de réfléchir sur la répartition de la charge fiscale : en France, « selon [...] l'OFCE [Observatoire français des conjonctures économiques] [...] sur l'ensemble du quinquennat, les entre-

prises auront bénéficié de 20,6 milliards d'euros d'allègements de leurs prélèvements, tandis que les ménages auront vu [leurs impôts] augmenter de 35 milliards⁹ ». Si à la montée des inégalités, s'ajoute une répartition de plus en plus injuste du fardeau fiscal, il sera difficile de convaincre les contribuables que les gouvernants défendent l'intérêt général. À l'évidence, il s'agit non seulement de justice sociale, mais aussi de préservation de la démocratie.

Ce n'est pas la première fois que se pose ce problème. Nos manuels d'histoire nous rappellent que la Révolution française est née d'une crise budgétaire (l'État ne pouvant pas payer les dettes de la guerre d'Amérique), qui a entraîné un conflit de répartition du fardeau fiscal : pendant tout le XVIII^e siècle, les gouvernements ont essayé en vain de faire payer les privilégiés de l'époque, les membres de la noblesse et du clergé. On sait ce qu'il en est advenu à partir de 1789 : une décennie plus tard, après les soubresauts de la période révolutionnaire, le Consulat a mis en place un système fiscal qui a subvenu aux besoins de l'État pendant plus d'un siècle dans le contexte de stabilité monétaire créé par le franc germinal et qui s'est maintenu, en dépit de l'importance des soubresauts politiques. Cette stabilité a fortement contribué au développement des classes moyennes et de la démocratie.

Le franc étant maintenant remplacé par l'euro, il reste à établir une fiscalité européenne adéquate, qui permette à l'Union et à ses États

8. L'économiste Thomas Piketty préconise un taux minimum de 25 % à 30 % (chronique publiée sur son *blog* le 13 septembre 2016 : « Hillary, Apple et nous ». URL : <http://piketty.blog.lemonde.fr/2016/09/13/hillary-apple-et-nous/>. Consulté le 4 novembre 2016).

9. ROGER Patrick, « Un quinquennat d'errements fiscaux », *Le Monde*, 9 septembre 2016.

membres de bénéficier des ressources que l'activité économique et la prospérité des grandes entreprises lui permettent d'escompter. Cela implique une taxation en fonction des richesses produites au niveau de gouvernement le mieux placé pour percevoir ces contributions.

Efficacité économique et justice fiscale

Apple n'a pas de problème à payer les 13 milliards d'euros, qui ne représentent que le quart de son dernier bénéfice annuel, qui s'est élevé à 53,4 milliards de dollars US¹⁰. Mais la multinationale a fait appel. L'argent est maintenant sur un compte bloqué en attendant la décision finale de la cour de justice de Luxembourg.

Le gouvernement de Dublin, qui s'est un peu trop pressé de soutenir Apple, va peut-être devoir affronter ses contribuables, plutôt maltraités au cours des années qui ont suivi la crise de 2007-2008. Les 13 milliards d'euros équivalent au tiers des recettes fiscales du gouvernement et dépassent le budget santé du pays (12,9 milliards d'euros), ce qui commence à faire réfléchir, et pas seulement les députés de l'opposition. Sur le fond du problème, il reste à déterminer si l'Irlande, où Apple est installé depuis 1980 à Cork et emploie 6 000 personnes¹¹, n'offre pas déjà des condi-

tions tellement attractives pour les multinationales, qu'elles rendent inutile un *tax ruling* aussi avantageux.

Par ailleurs, on voit poindre les revendications d'autres États membres (l'Autriche et l'Espagne se sont déjà exprimées en ce sens), qui s'estiment lésés par les pratiques d'optimisation fiscale d'Apple et voudraient réclamer une partie des 13 milliards d'euros¹².

Dans plusieurs pays, un débat s'est ouvert sur l'efficacité des aides aux entreprises, dont font partie les exemptions fiscales, la puissance publique contribuant ainsi à payer de plus en plus cher des emplois de moins en moins nombreux. Il lui arrive même de financer des créations qui ne se concrétisent pas, ce qui fait l'objet de critiques documentées des Cours des comptes nationales et européenne. Dans un contexte de restrictions budgétaires, beaucoup de ces aides méritent un réexamen attentif.

La commissaire européenne à la concurrence Margrethe Vestager¹³ et la Direction générale de la concurrence font leur travail. Dans le contexte actuel, seule l'institution européenne a le poids nécessaire pour tenir tête aux multinationales et défendre l'intérêt général européen, non seulement celui du consommateur, mais aussi du contribuable et du citoyen. Si l'affaire Apple en offre déjà un bon exemple, d'autres vont suivre.

10. À rapporter à une capitalisation boursière de 570 milliards de dollars US et à un *cash stockpile* (une trésorerie) de 230 milliards de dollars US.

11. Selon Tim Cook, directeur général d'Apple, dans son message à la *Apple community* après la décision de la Commission.

12. C'est du moins ce qu'en pense Jeroen Dijsselbloem, ministre néerlandais des Finances (et à ce titre orfèvre en *tax ruling*) et aussi président de l'Eurogroupe (cf. *Le Monde* du 13 septembre 2016).

13. Née en 1968 au Danemark, plusieurs fois ministre avant d'être nommée à la Commission en 2014, elle a inspiré le personnage principal de la série télévisée *Borgen, une femme au pouvoir*, la Première ministre danoise Birgitte Nyborg (2010-2013).

Les 13 milliards d'euros demandés à Apple approchent le montant que le gouvernement américain compte exiger de Volkswagen sur un autre sujet, car les amendes commencent à pleuvoir. Le *big business*, les GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon) et

les autres multinationales ne doivent-ils pas donner des preuves tangibles de leur civisme en payant normalement leurs impôts et en respectant leurs engagements ? Et en Europe, qui peut les inciter à le faire sinon les instances communautaires ? ■

FUTURIBLES INTERNATIONAL

Tables rondes

► **Crise ou renouveau de la démocratie, le pouvoir et la vision.** Mardi 10 janvier 2017, de 17h30 à 19h30. Avec Jean-Paul Delevoye, ancien ministre, ancien médiateur de la République et ancien président du Conseil économique, social et environnemental (CESE).

► **Vers un hyperhumanisme et une intelligence collective augmentée ?** Lundi 23 janvier 2017, de 17h30 à 19h30. Avec Joël de Rosnay, président exécutif de Biotics International, ancien directeur de la prospective et de l'évaluation de la Cité des sciences et de l'industrie, ancien directeur des applications de la recherche à l'Institut Pasteur, auteur de nombreux livres depuis *Le Macroscopie* (Paris : Seuil, 1975) jusqu'à *Je cherche à comprendre... Les codes cachés de la nature* (Paris : Les Liens qui libèrent, 2016).

► **Les plates-formes collaboratives (Uber, Airbnb, Amazon Mechanical Turk, Blablacar...) : fin du salariat et du droit social, ou précurseurs d'un nouveau contrat social ?** Jeudi 2 février 2017, de 17h30 à 19h30. Avec Nicolas Amar et Louis-Charles Viossat, membres de l'Inspection générale des affaires sociales (Louis-Charles Viossat est également conseiller scientifique de Futuribles International).

► **2038, les futurs du monde.** Mardi 14 mars 2017, de 17h30 à 19h30. Avec Virginie Raisson, directrice du Lépac (Laboratoire d'études politiques et d'analyses cartographiques) et auteur de *2038, les futurs du monde* (Paris : Robert Laffont, 2016).

Les abonnés de la revue Futuribles ainsi que membres de Futuribles International ayant acquitté leur cotisation sont invités aux tables rondes. Une participation de 20 euros est demandée aux personnes non membres.

Contact : Aude Houguenague • Futuribles International
47, rue de Babylone • F-75007 Paris • Tél. + 33 (0)1 53 63 37 73 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54
E-mail ahouguenague@futuribles.com • Site Internet www.futuribles.com



Grand Prix des Bonnes Nouvelles des Territoires

de la Fondation MMA
des Entrepreneurs du Futur

2017 - 8^e édition

Appel à candidatures d'initiatives impertinentes et réussies

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES :
fondation-mma-des-entrepreneurs-du-futur@groupe-mma.fr

Patrick Miliotis

Délégué Général

Philippe Briffaut

Chargé de Mission auprès de la Fondation MMA

philippe.briffaut@groupe-mma.fr

01 57 64 32 14



Le dossier de candidature entreprise/initiative est disponible sur
www.fondation-mma-des-entrepreneurs-du-futur.mma/inscriptions/
et à valider au plus tard le **10 JANVIER 2017**



IDÉES & FAITS PORTEURS D'AVENIR*

Compétitivité des énergies renouvelables électriques

Quelques annonces emblématiques en 2016 ont mis en lumière la baisse drastique des coûts de projets d'électricité renouvelable. Que l'on pense à la centrale solaire au sol en Gironde, en France, à 105 euros par MWh (mégawattheure), au parc éolien *offshore* au large du Danemark à 72 euros par MWh : la dynamique à l'œuvre semble irrésistible.

Cette compétitivité peut être cruciale dans la perception par les décideurs de la capacité à changer massivement et rapidement le système électrique. Car si ces coûts se situent encore au-dessus des prix de marché (actuellement entre 30 et 50 euros le MWh), ce n'est pas tant cette comparaison avec des moyens largement amortis qui vaut, que la mise en perspective avec ceux à construire pour renouveler le parc.

Il convient d'abord de rappeler que le prix de vente au consommateur¹ est la résultante des coûts de produc-

tion et commercialisation, des coûts d'acheminement (transport et distribution) ainsi que des taxes. En France, ces coûts se répartissent à hauteur d'environ un tiers chacun. Ici, c'est la seule composante « énergie » qui est analysée.

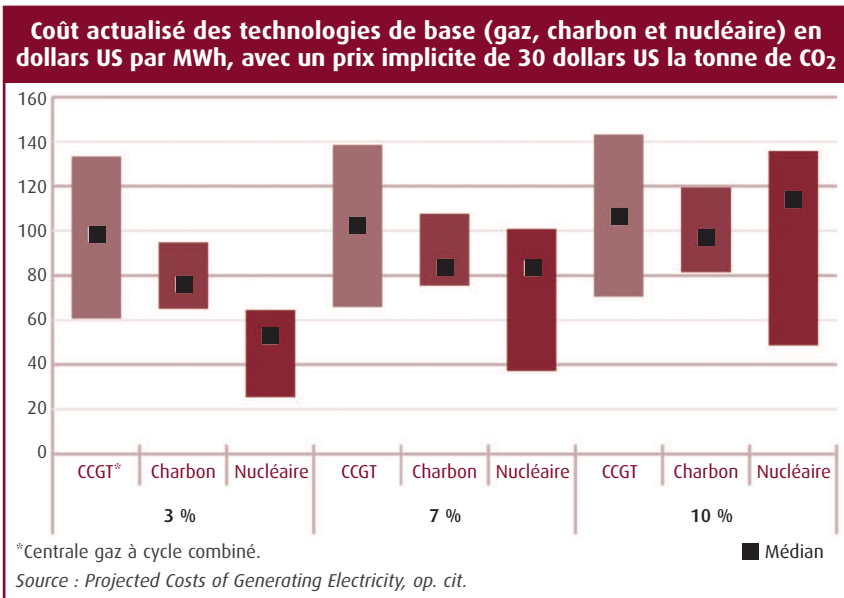
Une compétitivité des renouvelables qui semble atteinte

Si l'on met les projets cités en perspective avec les projets des nouvelles centrales nucléaires, à 70-90 euros le MWh en France², à 92,5 livres (108 euros) le MWh au Royaume-Uni, à Hinkley Point, ou avec les centrales à gaz ou charbon à 80 ou 100 euros par MWh, le point de bascule semble atteint. Pourtant, comparer des résultats calculés à partir de données différentes n'est pas satisfaisant. Ainsi, il importe de considérer une étude, rapport ou publication traitant dans un cadre homogène l'ensemble des moyens de production afin d'être certain de comparer les techniques de manière pertinente. C'est ce que fait notamment le *Projected Costs of Ge-*

1. Le tarif bleu couvre les coûts comptables de fourniture d'EDF (Électricité de France) en y intégrant une rémunération normale des capitaux (cf. code de l'énergie).

2. Voir le rapport de la Cour des comptes, *Les Coûts de la filière électronucléaire*, Paris, 2012. Montant pour un coût de construction de 8,5 milliards d'euros. Ce coût est actuellement estimé à 10,5 milliards d'euros.

*La plupart des textes publiés dans la rubrique Actualités prospectives sont issus de Vigie, le système de veille mutualisée de l'association Futuribles International (NDLR).



nerating Electricity, de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), publié périodiquement et déjà à sa huitième édition ³.

Plusieurs paramètres sont intégrés : investissement, fonctionnement, combustible, raccordement, fin de vie, taxe carbone ou « quota CO₂ », et taux d'actualisation. Utilisé pour escompter un flux futur et calculer sa valeur actuelle, en tenant compte donc du temps et du risque, le taux d'actualisation choisi est déterminant dans le résultat. À titre illustratif, le solaire en toiture passe de 250 à 150 euros par MWh selon que l'on considère un taux de 10 % ou 3 %.

Un taux unique d'actualisation peut être retenu pour le secteur électrique ⁴

3. Édition 2015, Paris : AIE. URL : <https://www.iea.org/Textbase/npsum/ElecCost2015SUM.pdf>. Consulté le 14 novembre 2016.

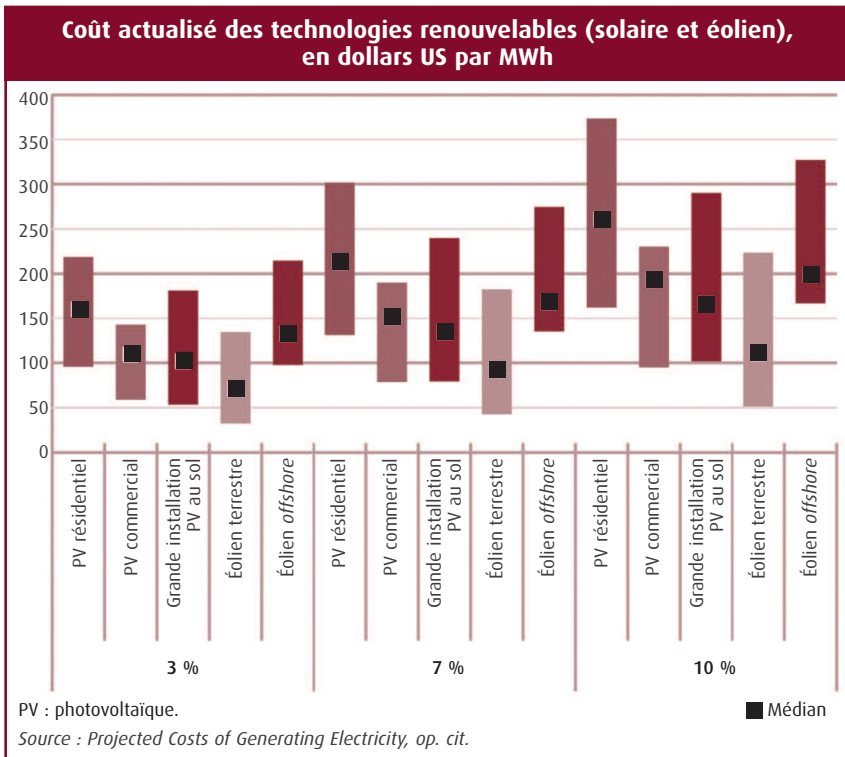
4. Le Commissariat général à la stratégie et à la prospective (France Stratégie) retient un taux réel de 4,5 %. Cf. *Évaluation socioéconomique des investissements publics*, Paris : CGSP, 2013.

si l'investisseur est la puissance publique ou si l'investissement est appelé à servir la collectivité. Ce taux est relativement faible, la société dans son ensemble ayant la capacité de couvrir certains de ces risques.

On observe donc une convergence des coûts entre des filières renouvelables de plus en plus compétitives et les conventionnelles (fossile et nucléaire), dont les coûts augmentent structurellement avec l'intégration encore imparfaite mais continue des externalités environnementales (CO₂, sécurité renforcée...).

Le besoin d'un mix de technologies complémentaires

Au-delà de ces chiffres par filières, contrairement aux autres vecteurs énergétiques (chaleur, gaz, carburant liquide...), le système électrique nécessite de considérer une *mix* de moyens afin de répondre à chaque instant à la demande, alors même que les différentes technologies ont des



disponibilités différentes. Ainsi, pour faire face à la variabilité de certaines énergies renouvelables, il faut être en mesure d'y associer des productions plus prévisibles (éolien en mer), pilotables (hydraulique, biomasse), des technologies de pilotage de la demande, des renforcements de réseaux, du stockage, ou des technologies de base / semi-base (nucléaire, charbon, gaz, biogaz). L'ajout de stockage représente la solution la plus coûteuse aujourd'hui, en dehors du cas de l'hydraulique de réservoir et des STEP (stations de transfert d'énergie par pompage).

En cela, un travail comme la prospective « Un mix électrique 100 % renouvelable ? » de l'ADEME⁵ permet

d'avoir des ordres de grandeur sur le coût d'un mix de production complet, cohérent, de s'assurer de sa faisabilité technique et de certaines limites. D'un point de vue économique, selon les scénarios considérant de 40 % à 100 % d'énergies renouvelables dans le mix électrique, les coûts de production, incluant stockage et réseaux (environ 40 euros par Wh pour ces deux éléments), seraient entre 103 et 136 euros par MWh en 2050.

Enfin, on rappellera que le consommateur n'achète pas un kWh mais un service plus ou moins intensif en

⁵ l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), 2015, mis à jour en 2016. URL : http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport_final.pdf. Consulté le 14 novembre 2016.

5. *Mix électrique 100% renouvelable ? Analyses et optimisations*, Paris : ADEME (Agence de

énergie (de la chaleur industrielle, un déplacement, un logement chauffé...). Et que dans l'équation complète, il faut donc tenir compte des technologies de consommation finale et de leur efficacité. Même si le coût venait à doubler avec le changement de *mix* de production, si en parallèle les technologies, même deux fois plus coûteuses, et / ou les comportements permettent de consommer deux fois moins, le bilan en termes financiers serait invisible pour le consommateur pour un service rendu identique ; ce qui compte *in fine*.

Éric Vidalenc ⁶

6. L'auteur remercie Marie-Laure Guillerminet, Jean-Michel Parrouffe et David Marchal, de l'ADEME, ainsi que Pierre Papon, de leurs lectures, critiques et remarques sur cette note.

Vers un droit spécifique pour les robots ?

Il est courant de lire que la robotique (comme hier la cybernétique) sera « la prochaine révolution industrielle ». Mais moins qu'un bouleversement socio-économique lié aux conditions de travail et de production, il s'agirait d'anticiper une remise en question sans précédent de catégories fondamentales du droit, notamment civil, qui fondent nos institutions et régulent en profondeur nos sociétés. Pour le juriste, l'expression « droit des robots » est étrange et incertaine, plusieurs siècles de stabilité du droit ayant conditionné à penser les personnes et les choses comme relevant de deux matières distinctes, délimitées par la disponibilité de la seconde à la première. Les robots, en ce qu'ils intègrent les perspectives d'une intelligence arti-

ficielle autonomisée et apprenante, mettent à l'épreuve cet état de fait — *summa divisio*. En cela, ils présentent une difficulté conceptuelle analogue à celle récemment posée par l'évolution de nos rapports à la condition animale.

Dans les deux cas, le droit étant fait d'artefacts fictionnels, il reste une nouvelle « histoire » à inventer pour les robots comme pour les animaux, et ce, au niveau élémentaire de la définition : seront-ils bientôt des objets *sui generis*, dotés de certains attributs de la chose (la disponibilité, le rattachement à des droits réels), et d'autres de la personne (titularité de droits subjectifs, capacité juridique, etc.) ? Ou faudra-t-il les répartir en fonction de leurs usages ? Dans une conférence sur le sujet ¹, Marie-Anne Frison-Roche déclare : « Or, nul ne connaît ce qui serait la catégorie juridique du "robot", à laquelle correspondrait un "droit du robot" [...] En raison de la confusion actuelle, on en arrive à faire des définitions "conventionnelles", c'est-à-dire qu'on s'accorde à définir le "robot" comme ceci ou comme cela, "au sens du présent texte", ce qui conduit à faire varier les définitions suivant les cas. Il en résulte une insécurité juridique totale. »

De cette insécurité, il suit l'impossibilité à court terme d'envisager des législations globales (une « loi Robots ») et l'urgence d'inventer les outils d'une régulation des activités où les robots tendent à remplacer l'homme. Les législateurs devront parer au plus pressé, notamment pour

1. FRISON-ROCHE Marie-Anne, « La *summa divisio* personne / chose face aux robots », contribution au séminaire de recherche « La gouvernance des robots », 25 février 2014, Cap Digital (Paris). URL : <http://mafr.fr/fr/article/4-la-summa-divisio-personnechose-face-aux-robots/>. Consulté le 23 novembre 2016.

délimiter les responsabilités civile ou contractuelle : *quid* demain d'une société insérant une clause limitative de responsabilité dans une convention de suivi médical préventif, où un robot est seul responsable de l'analyse des données connectées sur un patient ? Les robots vont prendre de plus en plus de décisions que prenait l'homme, sans avoir de comptes à rendre en propre. La liste des domaines concernés paraît infinie : aujourd'hui, véhicules sans conducteur, diagnostics médicaux, banque et assurance ; et demain, décision judiciaire, militaire, gouvernementale... L'avocat spécialiste du sujet, Alain Bensoussan, estime qu'en tout cas « il faudra inclure les robots » dans la catégorie des personnes dotées de capacités et de responsabilités juridiques².

Dans un domaine voisin, on voit se multiplier les propositions d'une fiscalité des robots, notamment pour financer le coût social des destructions d'emplois causées par l'automatisation — qui a débordé de l'industrie pour investir tous les services utilisant la manipulation de données : recherche, journalisme, *marketing*, etc. Mais à qui devrait s'appliquer cette fiscalité ? Aux fabricants de robots ? À leurs employeurs, sous forme de charges sociales ? Ou aux robots eux-mêmes, moyennant la création d'un statut ouvrant la voie à la possibilité d'une titularité de patrimoine, et d'autres droits dévolus aux personnes ? Il faudra choisir entre taxer le bien

ou taxer la personne, voire combiner les deux.

Par ailleurs, un robot sera sans doute capable un jour de concevoir et fabriquer un autre robot en vue de satisfaire ses propres besoins, privant l'homme de sa spécificité d'asservisseur des choses et de ses semblables. Google travaillerait déjà à un protocole de neutralisation d'intelligences artificielles devenues incontrôlables.

Il importe ici de comprendre l'articulation intelligence artificielle / données pour saisir à la fois la puissance et la limite du potentiel des robots : l'augmentation par autoapprentissage de l'intelligence algorithmique n'est exponentielle que dans la mesure où la masse de données mise à disposition l'est, et donc en grande partie dans la mesure de notre consentement à les laisser en disposer, voire à les faire recueillir³. Sans données, le robot n'est qu'un homoncule idiot et non un surhomme. Sur ce point névralgique, le droit pourrait agir facilement de manière ciblée, comme limitateur de l'accès aux données, en traitant, selon leur genre, les données soit comme une variété de ressources naturelles (qui pourrait encore être *res nullius* ou *res omnium*⁴), soit comme un bien.

Or, paradoxalement, la culture démocratique de l'*open data* contrarie la possibilité de tels garde-fous, dont l'absence pourrait menacer la démocratie même : il est déjà plausible que des robots de presse usent d'un « *big*

2. LEGOFF Éloïse, « Droit : quand les objets connectés créent un vide réglementaire », *L'Argus de l'assurance*, 25 février 2016. URL : <http://www.argusdelassurance.com/acteurs/droit-quand-les-objets-connectes-creent-un-vider-reglementaire.104121>. Consulté le 23 novembre 2016. Voir aussi BENSOUSSAN Alain et Jérémy, *Droit des robots*, Bruxelles : Larcier, 2015.

3. Voir DELCROIX Geoffrey, « Des objets connectés aux objets autonomes : quelles libertés dans un monde robotisé ? », Laboratoire d'innovation numérique de la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés), 2 mai 2016. URL : <https://linc.cnil.fr/en/node/22630>. Consulté le 23 novembre 2016.

4. *Res nullius* : à personne ; *res omnium* : à tous (bien commun) (NDLR).

data électoral » pour influencer le cours d'une élection. De tels soupçons pèsent déjà sur les géants du *Web* lors de grandes campagnes comme la dernière présidentielle américaine. Les liens entre industriels en traitement du *big data* et partis politiques devraient être encadrés au même titre que celui, par exemple, entre les premiers et les géants de l'assurance-actuariat.

Le droit comme le fisc sont depuis toujours des pierres de touche du rapport de l'homme à ce qui lui est extérieur. Mais c'est toujours l'intérêt humain (sa sécurité, son confort ou son bon plaisir), plus ou moins général, qui est leur fin, lorsque l'on parle de droit ou de fiscalité de l'environnement, des animaux ou des biens. La difficulté à surmonter dans le cas des robots est double : elle consiste d'abord à inventer les catégories conceptuelles (les fictions juridiques) permettant d'articuler à grande échelle leur régulation ; puis à déterminer où se situe l'intérêt humain dans cette affaire, entre promesses mirifiques de l'automatisation ou de l'homme augmenté, et asservissement à la machine.

Théo Belaud

Les IDE chinois basculent vers le Nord

La Chine investit plus qu'elle ne consomme et met de côté plus qu'elle n'investit : l'épargne chinoise représente un quart de l'épargne mondiale, plus que l'épargne américaine (16 %), japonaise (6 %) ou allemande (5 %). Une petite partie sort de Chine et finance l'acquisition d'actifs à l'étranger qui, selon les statistiques de la SAFE (State Administration of

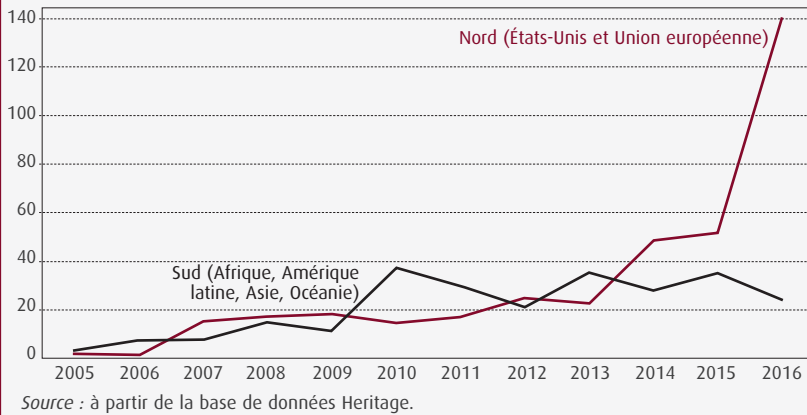
Foreign Exchange), atteignent un total de 6 300 milliards de dollars US en mars 2016, dont la moitié investie en réserves de change et seulement 20 % en investissements directs à l'étranger (IDE) ; le reste en crédits commerciaux.

En 2015, selon le ministère chinois du Commerce (Mofcom) — et non selon la SAFE qui tient compte des profits réinvestis par les entreprises étrangères —, les Chinois ont plus investi à l'étranger que les étrangers n'ont investi en Chine. Le montant cumulé des IDE chinois à l'étranger est encore modeste, avec 1 191 milliards de dollars US ; il est proche du stock d'IDE français ou allemand, et il représente le cinquième du stock américain.

Les statistiques officielles ne permettent pas de connaître la répartition géographique de ces IDE car les entreprises chinoises ne sont tenues que d'indiquer la première destination de leurs investissements à l'étranger. Selon le Mofcom, en 2014, près de 75 % du stock d'IDE chinois se concentraient sur Hong Kong, les îles Vierges et les îles Caïmans, qui sont des tremplins vers d'autres destinations. Si elle ne permet pas de contourner totalement cette carence statistique, l'exploitation de la base de données d'Heritage, construite depuis 2005 à partir du suivi des projets confirmés des grandes entreprises chinoises, offre une indication de la tendance de ces investissements. Elle révèle :

- La très forte accélération des IDE qui, au cours des deux dernières années, sont passés de 90 milliards de dollars US en 2014 à 170 milliards (en rythme annuel) en 2016.
- Le basculement des IDE chinois vers le Nord : entre 2005 et 2013, le Sud (Afrique, Amérique latine, Asie,

Répartition des IDE chinois (en milliards de dollars US, données 2016 annualisées)



Océanie) a attiré en moyenne 55 % des IDE chinois. Depuis 2014, leur part s'est effondrée et celle du Nord a atteint 85 %, répartis à égalité entre l'Europe et les États-Unis. Le montant de ces annonces représente un pourcentage modeste des IDE entrants dans l'Union européenne et aux États-Unis.

Grâce à son épargne, la Chine a les moyens de devenir le plus grand investisseur à l'étranger. Son internationalisation est un enjeu pour le Sud où les capitaux chinois sont attendus, et pour le Nord où ils sont à la fois redoutés (les acquisitions renforcent la compétitivité chinoise) et espérés (car ils financent la construction d'infrastructures — cf. le plan Juncker visant à relancer l'investissement en Europe).

Le basculement des IDE chinois vers le Nord illustre l'attrance de la Chine pour les technologies du Nord. La désaffection pour le Sud obéit à des raisons conjoncturelles — le ralentissement et les risques que représentent plusieurs pays, dont le Venezuela — et également structurelles.

En effet, à moins d'une crise grave, l'économie chinoise sera la plus grande en termes de produit intérieur brut à la fin de la prochaine décennie et, d'ici là, sa croissance reposera plus sur le marché domestique que sur l'investissement et l'exportation, plus sur les services que sur l'industrie. Si la Chine reste un grand consommateur de ressources naturelles, la complémentarité entre sa demande et l'offre des pays exportateurs de matières premières pourrait diminuer : une mauvaise nouvelle pour les pays qui espèrent une remontée des cours.

La complémentarité entre la Chine et le Sud pourrait se déplacer des marchandises aux capitaux : en effet les pays du Sud auront besoin de l'épargne chinoise qui, avec l'ouverture progressive du compte de capital, s'investira plus à l'étranger.

*Jean-Raphaël Chaponnière,
groupe Asie21-Futuribles*

N.B. : cet article est extrait de la Lettre confidentielle Asie21-Futuribles, n° 99, octobre 2016.

Véhicules autonomes : coup d'accélérateur

Mi-2015, Véronique Lamblin, directrice d'études à *Futuribles*, a rédigé deux analyses prospectives sur le développement des voitures autonomes. La première visait à faire un point d'étape sur les avancées technologiques de la voiture autonome¹. La seconde traitait des enjeux liés au développement de la voiture autonome à moyen terme et des jeux d'acteurs dans ce nouveau secteur². L'auteur expliquait que si l'arrivée de la voiture semi-autonome³ était prévue pour 2020, l'avènement de la voiture sans chauffeur⁴ « toute route » se produirait plus probablement aux alentours de 2035. Au vu de ces prévisions, que dire du lancement, en août dernier, de taxis autonomes par Uber dans la ville de Pittsburg aux États-Unis⁵ ?

1. LAMBLIN Véronique, « La voiture autonome : où en est-on ? », *Analyse prospective*, n° 179, 30 juin 2015, *Futuribles International*. URL : <https://www.futuribles.com/fr/document/voiture-autonome-ou-en-est-on/>. Consulté le 30 novembre 2016.

2. LAMBLIN Véronique, « La voiture autonome : où va-t-on ? », *Analyse prospective*, n° 180, 16 juillet 2015, *Futuribles International*. URL : <https://www.futuribles.com/fr/document/voiture-autonome-ou-en-va-t-on/>. Consulté le 30 novembre 2016.

3. C'est-à-dire dans laquelle le conducteur peut détourner son attention de la conduite dans des conditions de circulation particulières : embouteillage, autoroute...

4. Capable de se rendre d'un point A à un point B dans toutes les circonstances où la conduite est autorisée.

5. BERRY Philippe, « Avec ses taxis autonomes, Uber fonce à toute vitesse pour remplacer l'humain », *20 Minutes*, 15 septembre 2016. URL : <http://www.20minutes.fr/high-tech/1925579-20160915-taxis-autonomes-uber-fonce-toute-vitesse-remplacer-humain>. Consulté le 30 novembre 2016.

En réalité, c'est une phase de test grandeur nature qu'a lancée Uber et non une véritable mise en fonction de ses taxis autonomes. Uber a mis en service une flottille d'une vingtaine de Ford *Fusion* modifiées. Ces véhicules sont munis de caméras, de radars, de sonars et d'un lidar (système de télédétection par laser). Ils circulent à petite vitesse dans la ville de Pittsburg, intégralement cartographiée par Uber. Les passagers sont sélectionnés aléatoirement via le service UberX : ils bénéficient d'une course gratuite et doivent donner leur accord. Deux ingénieurs circulent à bord du véhicule pour reprendre le contrôle en cas de besoin.

Malgré des résultats plutôt positifs, plusieurs limites ont été observées. Tout d'abord, naviguer dans une nouvelle ville qu'il faut entièrement cartographier nécessite une préparation colossale (faute d'outils de détection plus performants et d'équipement en capteurs des autres véhicules). Ensuite, il existe encore des incertitudes concernant le comportement du véhicule par mauvais temps. Enfin, le taxi autonome d'Uber est incapable de comprendre et donc de s'adapter à certains comportements humains, comme par exemple le geste d'un autre conducteur arrêté sur la chaussée lui indiquant de contourner sa voiture⁶.

À Singapour, une zone test de quatre kilomètres carrés est opérationnelle, dans laquelle des taxis au-

6. Cet exemple est rapporté par un journaliste américain de *The Verge*, qui a testé le service proposé par Uber. Voir HAWKINGS Andrew J., « Behind the Wheel of Uber's New Self-Driving Car, which Hits the Road Today », *The Verge*, 14 septembre 2016. URL : <http://www.theverge.com/2016/9/14/12900982/uber-self-driving-car-pittsburgh-launch-hands-on>. Consulté le 30 novembre 2016.

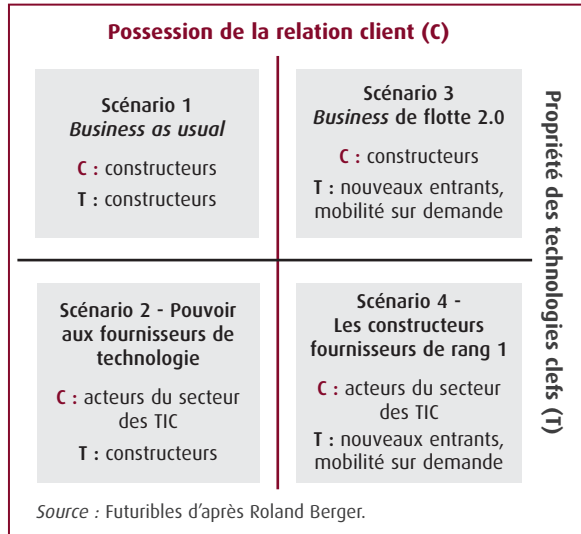
tonomes emmènent également des passagers d'un point A à un point B ⁷. Les modalités sont semblables à l'expérience d'Uber à Pittsburg, mais l'expérience singapourienne mérite d'être mentionnée dans la mesure où les logiques d'acteurs sont différentes.

Dans le cas de Pittsburg, un fournisseur de services de mobilité (Uber) s'associe à un constructeur automobile (Ford). Par ailleurs, Uber s'est également entendu avec Volvo pour investir 300 millions de dollars US dans la coconception d'un véhicule autonome dont le lancement est prévu en 2021. D'autres partenariats de ce type ont récemment été conclus : General Motors s'est associé avec Lyft, le principal rival d'Uber aux États-Unis, pour lancer un réseau de taxis sans chauffeur ⁸.

En ce qui concerne l'expérience singapourienne, c'est une jeune *start-up* de trois ans d'existence (nuTonomy) qui en est à l'origine. Peu connue du grand public, elle est basée aux États-Unis et est issue des programmes d'incubation du MIT (Massachusetts Institute of Technology) : elle bénéficie d'un soutien financier du gouvernement de Singapour et du fonds d'investissement de Ford. Elle a équipé une flotte de six voi-

7. DECLÉTY Antoine, « À Singapour, des taxis robots sont en circulation », *Le Figaro*, 27 août 2016.

8. MARIN Jérôme, « À Pittsburg, Uber va proposer des taxis sans chauffeur à ses clients », *Le Monde Économie*, 19 août 2016.



tures (la Zoé de Renault et le modèle *i-Miev* de Mitsubishi) ⁹.

La mise en service des taxis autonomes à Singapour, quelques jours après l'annonce de l'expérience d'Uber à Pittsburg, témoigne d'une concurrence acharnée entre les différents acteurs du secteur. Dans ses travaux, Véronique Lamblin mentionnait un rapport de Roland Berger Strategy Consultants qui établit des scénarios d'évolution des jeux d'acteurs dans le domaine de la voiture autonome ¹⁰. Ces deux exemples récents permettent d'incarner ces scénarios (voir graphique ci-dessus).

9. RAYNAL Juliette, « Véhicule autonome : nuTonomy, la *start-up* qui grille la politesse à Uber », *IT Industrie & Technologies*, 25 août 2016. URL : <http://www.industrie-techno.com/vehicule-autonome-nutonomy-la-start-up-qui-grille-la-politesse-a-uber.45204>. Consulté le 30 novembre 2016.

10. BERNHART Wolfgang *et alii*, *Autonomous Driving*, Munich : Roland Berger, *Think Act*, novembre 2014. URL : https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_autonomous_driving.pdf. Consulté le 30 novembre 2016.

L'exemple d'Uber / Ford-Volvo et de Lyft / General Motors illustre bien le scénario 3 : « de nouveaux entrants dominent le marché des services de mobilité, mais les constructeurs tiennent à maîtriser eux-mêmes les logiciels de prévision et décision des voitures autonomes. La part de marché de vente "flottes" des constructeurs a fortement augmenté, conférant plus d'importance à ce segment de voitures. Cependant, les fournisseurs de services de mobilité sont aussi dépendants de la technologie d'automatisation de quelques constructeurs. Un nouvel équilibre de pouvoir sur le marché de la mobilité est renégocié. »

L'exemple de nuTonomy illustre, quant à lui, le scénario 4 : « de nouveaux entrants dominent les services de mobilité et les compagnies informatiques règnent sur les logiciels de prévision / décision des voitures. Dans ce scénario "du pire" pour les constructeurs, ceux-ci deviennent, avec les principaux équipementiers, les fournisseurs sous-traitants de véhicules sur mesure pour les opérateurs de services de mobilité, la plus grande partie de la marge du service allant aux fournisseurs de logiciels. »

Ainsi, la compétition entre les acteurs du secteur des technologies de l'information et de la communication, les constructeurs et les acteurs du marché des services de mobilité bat son plein, et la situation actuelle ne nous permet pas de dire s'il existera un acteur dominant dans le secteur du véhicule autonome, ni quel sera cet acteur. Nous pouvons tout de même en tirer la conclusion suivante : la concurrence acharnée entre ces différents acteurs sur le marché du véhicule autonome pourrait bien accélérer les recherches dans ce domaine et, de fait, la date de sortie

des premiers véhicules autonomes. Ce d'autant que les différents acteurs du secteur (Google, Volvo, Uber, Ford et Lyft) ont annoncé leur regroupement au sein d'une coalition (Self-Driving Coalition for Safer Streets) pour faire valoir leurs intérêts auprès des législateurs américains quant à l'adoption de mesures adaptatives à cette nouvelle réalité qu'est le véhicule autonome. Leur principale revendication est, dans un premier temps, d'homogénéiser les réglementations dans chaque État américain : actuellement seul un petit nombre d'États ont donné leur accord pour accueillir des véhicules de ce type ¹¹.

Laurie Grzesiak

11. SHEPARDSON David, « Google, Ford, Uber Launch Coalition to Further Self-Driving Cars », Reuters, 26 avril 2016. URL : <http://uk.reuters.com/article/us-autos-selfdriving-idUKKCN0XN1F1>. Consulté le 30 novembre 2016.

Vers la création d'un Web soutenable ?

La perspective d'un monde toujours plus numérique semble très largement partagée, au point que certains acteurs majeurs de cette économie espèrent que leurs technologies vont « solutionner ¹ » les principaux défis du siècle à venir ². Contre cette vision trop unilatérale cependant, à rebours

1. Cf. MOROZOV Evgeny, *Pour tout résoudre, cliquez ici. L'aberration du solutionnisme technologique*, Limoges : Fyp, 2014 (analysé in *Futuribles*, n° 408, septembre-octobre 2015, p. 29-31).

2. LE BOUCHER Éric, « Apple et Google appelés au service du climat », *Slate*, 25 octobre 2015. URL : <http://www.slate.fr/story/108831/apple-google-service-climat>. Consulté le 29 novembre 2016.

des espoirs d'une troisième révolution industrielle ³ rendue possible par les *smart* et autres *microgrids*, d'autres mouvements entendent estimer avec plus de réalisme les enjeux et conditions du développement d'un *Web* soutenable ⁴.

Ces réflexions en direction d'une informatique durable (*green IT*) prennent au sérieux la question des impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication autant que celle des conditions sociotechniques de cette évolution dans un environnement d'accès aux ressources tendu. Leur acception est souvent également politique, car il s'agit tout autant, avec l'idée de *Web* soutenable, de penser des structures facilitant leur appropriation collective et l'*empowerment* de leurs utilisateurs.

De telles recherches vont dans plusieurs directions. D'un côté, elles visent à une meilleure évaluation de l'impact environnemental du *Web* ⁵ (en matière de ressources naturelles, de consommation énergétique, mais aussi de retombées, pollution, etc.), dans une perspective bien explicitée par les rapports annuels de Greenpeace à ce sujet ⁶. D'un autre, elles

préparent un *Web* usant d'autres types d'infrastructures, plus légères ; le concept de *benign computing* proposé par Barath Raghavan entend ainsi proposer un schéma global privilégiant à tous les niveaux les solutions les moins susceptibles d'impacts nocifs sur les écosystèmes ⁷. De tels projets appellent par ailleurs souvent une décentralisation de l'architecture du *Web* à travers par exemple l'usage de nouvelles technologies *peer-to-peer* comme l'IPFS (*InterPlanetary File System*), un protocole de distribution de contenu qui pourrait remplacer le « *http* ».

D'autres programmes de recherche choisissent un cadre de travail plus radical et entendent penser, dans la perspective d'un effondrement systémique, les moyens de maintenir un certain nombre de fonctionnalités du *Web*. La *collapse informatics* (informatique de l'effondrement) vise ainsi à étudier les façons « de concevoir aujourd'hui des systèmes numériques qui pourront être utilisés après l'effondrement possible de notre civilisation du fait (en particulier) de la crise écologique ⁸ ». Ce projet s'insère

3. TORDJMAN Hélène *et alii*, « "La troisième révolution" de Rifkin n'aura pas lieu », *Libération*, 21 octobre 2014. .

4. Voir la page du Web We Can Afford Community Group, URL : <https://www.w3.org/community/wwca/>

5. BERTHOUD Françoise *et alii* (Groupe ÉcoInfo), *Impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication*, Les Ulis : EDP Sciences, 2012.

6. Cf. *2015 Click Clean Report*, Washington, D.C. : Greenpeace, 2015. URL : <http://www.greenpeace.org/usa/wp-content/uploads/legacy/Global/usa/planet3/PDFs/2015ClickingClean.pdf>. Consulté le 29 novembre 2016 ; cf. aussi l'étude sur ce sujet à paraître coréalisée par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et Futuribles.

7. RAGHAVAN Barath, « Abstraction, Indirection, and Severeid's Law: Towards Benign Computing », *FirstMonday*, 3 août 2015. URL : <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/6120/4839>. Consulté le 29 novembre 2016.

8. KAPLAN Daniel, « *Collapse Informatics* : quelle informatique après l'effondrement ? », *Transitions2*, 25 octobre 2015. URL : <http://www.transitions2.net/catalogue/view/621/collapse-informatics-quelle-informatique-apres-leffondrement> ; TOMLINSON Bill *et alii*, « Collapse Informatics: Augmenting the Sustainability & ICT4D Discourse in HCI », contribution à la conférence CHI2012 (Conference on Human Factors in Computing Systems), Austin, 5-10 mai 2012. URL : http://www.ics.uci.edu/~djp3/classes/2012_01_INF241/papers/CHI2012_Collapse_CameraReadyFinalClean.pdf. Consultés le 29 novembre 2016.

plus globalement encore dans un vaste mouvement cherchant à inscrire l'informatique dans un monde fini et limité (en témoigne le *Workshop Computing within Limits* organisé sur ce thème⁹).

L'intérêt de ces programmes de recherche est leur caractère global. Ceux-ci adoptent ici un point de vue non seulement technique, mais conceptuel, social, philosophique et prospectif. Ils s'attachent en effet à appréhender l'évolution des besoins, pratiques et désirs dans un monde en bouleversement, et les usages du *Web* susceptibles d'y répondre. Quels seront en effet nos besoins, au sein de quelles pratiques dans une société plus contrainte, voire peut-être en proie à l'effondrement écologique ? Les équipes s'intéressant à l'interaction homme-machine (*Human-Computer Interaction*) sont pionnières sur ces chantiers qui ne peuvent en effet être abordés du seul point de vue des sciences informatiques et appellent une approche transdisciplinaire. Elles rejoignent également le mouvement « Downscaling the Web¹⁰ » dont le but est de développer l'accès au *Web* dans des lieux où les infrastructures manquent pour cela.

Soulignons enfin qu'un groupe réfléchissant à toutes ces questions (« *Web We Want/The Web We Can Afford* ») a été mis en place par Alexandre Monnin (W3C), spécialiste de la philosophie du *Web*, qui étudie depuis des années les processus

d'émergence et d'institution collective des concepts et structures du *Web*¹¹.

Florian Forestier

11. URL : <https://www.w3.org/community/wwca/>

Vers un système de communication quantique ?

Lancé le 16 août 2016 par l'Agence spatiale chinoise, Mozi¹ est un satellite de communication quantique expérimental. Fruit de cinq ans de préparation, il est issu du programme *Quantum Experiments at Space Scale* (Expérience quantique à l'échelle spatiale) qui illustre les importants progrès chinois de ces dernières années dans le domaine spatial² et les communications. Désormais acteur incontournable de l'innovation et concurrent technologique des États-Unis, la Chine espère devenir le *leader* des communications quantiques satellitaires³.

Durant deux ans, ce satellite de 620 kilogrammes situé en orbite terrestre basse (à 500 kilomètres au-dessus de la Terre) mènera différentes expérimentations de communication

1. En référence à un philosophe et artisan chinois du V^e siècle avant J.-C.

2. SHAPIRO Jacob L., « Quantum Keys for Classic Codes: China's New Satellite », *Geopolitical Futures*, 22 août 2016. URL : <https://geopoliticalfutures.com/quantum-keys-for-classic-codes-chinas-new-satellite/>. Consulté le 25 novembre 2016.

3. HURST Cindy, « The Quantum Leap into Computing and Communication: A Chinese Perspective », *Joint Force Quarterly*, n° 77, 1^{er} avril 2015, National Defense University Press. URL : <http://ndupress.ndu.edu/Media/News/News-Article-View/Article/581868/jfq-77-the-quantum-leap-into-computing-and-communication-a-chinese-perspective/>. Consulté le 25 novembre 2016.

9. Site Internet <http://www.limits2015.org/>

10. CUDRÉ-MAUROUX Philippe et GUÉRET Christophe, « Downscaling Entity Registries for Poorly-Connected Environments », 5 avril 2012. URL : <http://www.unifr.ch/webnews/content/20/attach/4765.pdf>. Consulté le 29 novembre 2016.

quantique. Il doit notamment faciliter l'échange d'informations sensibles de manière ultrasécurisée. Dans le même temps, il permettra d'améliorer la compréhension des phénomènes de la mécanique quantique.

Ce mode de transmission quantique se différencie de ceux en place à l'heure actuelle par l'utilisation des propriétés physiques quantiques. Le système n'est plus seulement sécurisé via la cryptographie et donc l'emploi d'algorithmes, mais également par des propriétés physiques. Les données sont inscrites dans les propriétés physiques des photons (particules de la lumière). Par leurs propriétés quantiques, ces particules ne peuvent être interceptées sans que leurs propriétés physiques ne soient modifiées. Autrement dit, une interception de celles-ci pourrait entraîner une altération des données qu'elles contiennent. Dans le même temps, la modification des propriétés physiques permettrait au destinataire de détecter l'interception.

Ce système qui permet actuellement la transmission de faibles quantités de données, en l'occurrence des clefs cryptographiques, a déjà été éprouvé sur de faibles distances sur Terre (en ville ou sur une centaine de kilomètres⁴). L'objectif est de porter cette transmission à une échelle supérieure : régionale, entre des récepteurs situés à Pékin et à Urumqi (des milliers de kilomètres), puis intercontinentale, entre des récepteurs situés en Chine et en Autriche⁵. Ces expé-

rimentations spatiales offrent la possibilité d'amoindrir les interférences terrestres qui pourraient perturber la transmission des données⁶. De plus, la communication espace-Terre facilite la connexion de récepteurs pouvant être à des distances diamétralement opposées.

Le succès de ces expérimentations représenterait une avancée technologique considérable. Ce serait la première étape à la constitution d'un réseau de communication quantique satellitaire. Les scientifiques chinois espèrent atteindre cet objectif d'ici 2030⁷. Le National Science and Technology Council des États-Unis annonce de son côté la constitution possible d'un système de communication quantique fiable sur longue distance d'ici cinq à dix ans⁸.

Avec un système de communication quantique fiable, la Chine disposerait d'un sérieux avantage technologique qui assurerait sa position de

6. Les particules quantiques étant très sensibles, elles ne peuvent être amplifiées sans être modifiées. Une transmission terrestre soumise à de nombreuses interférences (courbe terrestre...) rend très difficile l'utilisation de ce moyen de communication sur de longues distances. Les scientifiques font ainsi la supposition de la diminution de l'altération des propriétés quantiques lors d'une transmission espace-Terre.

7. « China Focus: China's Space Satellites Make Quantum Leap », Xinhua, 16 août 2016. URL : http://news.xinhuanet.com/english/2016-08/16/c_135604287.htm. Consulté le 25 novembre 2016.

8. INTERAGENCY WORKING GROUP ON QUANTUM INFORMATION SCIENCE OF THE SUBCOMMITTEE ON PHYSICAL SCIENCES, *Advancing Quantum Information Science: National Challenges and Opportunities*, Washington, D.C. : National Science and Technology Council (Committee on Science et Committee on Homeland and National Security), 22 juillet 2016. URL : http://walsworth.physics.harvard.edu/publications/2016_QIS_report.pdf. Consulté le 25 novembre 2016.

4. « Space Quantum Communication: Cooperation with China », Institute for Quantum Optics and Quantum Information (Vienne). URL : <http://www.iqoqi-vienna.at/home/research-groups/zeilinger-group/space-quantum-communication/>. Consulté le 25 novembre 2016.

5. *Ibidem*.

force d'innovation et de puissance mondiale⁹. Les connaissances acquises durant ces expérimentations lui procureraient, de plus, une certaine avance dans la course à l'informatique quantique et à la maîtrise de l'information.

Les applications, essentiellement militaires, étatiques et bancaires, pourraient être restreintes par l'actuelle faible capacité de transmission de données. Cette technologie pourrait donc être réservée à la transmission de données hautement stratégiques. La quantité d'informations transmises pourra-t-elle devenir assez efficace pour permettre d'élargir le recours à cette technologie ?

De nombreux défis subsistent. Technologiquement, ces expérimentations requièrent une extrême précision et une ultrasynchronisation des technologies réceptrices qui doivent encore fortement progresser. Par ailleurs, le développement d'un système de communication quantique ne signifie pas l'avènement d'un système totalement inviolable. Les satellites ainsi que les stations réceptrices utilisés aujourd'hui demeurent vulnérables face aux technologies perturbant le fonctionnement des télécommunications (brouillage radio...). De plus, cette technologie vient pour l'instant en soutien de la technologie de cryptographie, elle-même encore peu utilisée en dehors des secteurs sécurité-défense et bancaire. Selon le *Breach Level Index* de Gemalto¹⁰, en 2015, seuls 4 % des 707 millions

9. HURST Cindy, *op. cit.*

10. 2015, *The Year Data Breaches Got Personal: Findings from the 2015 Breach Level Index*, Gemalto, février 2016. URL : http://www.gemalto.com/brochures-site/download-site/Documents/ent-Breach_Level_Index_Annual_Report_2015.pdf. Consulté le 25 novembre 2016.

de dossiers (données de personnes, d'entreprises, d'États...) piratés étaient cryptés.

Par ailleurs, la capacité d'investissement chinoise pourrait être touchée par le ralentissement de la croissance économique. Le développement de la communication quantique, quoique potentiellement plus rapide que celui de l'informatique quantique, pourrait se révéler tout aussi coûteux et faiblement industrialisable¹¹, mais représenterait un avantage pour assurer durablement une cyberdomination.

Enfin, la compétition dans le domaine devrait fortement s'accélérer, de nombreux acteurs menant déjà des projets dans ce sens (États-Unis, Europe, Japon, Canada, Singapour...).

Catherine Saumet

11. FORESTIER Florian, « Vers une percée de l'informatique quantique ? », *Note de veille*, 12 avril 2016, Futuribles International. URL : <https://www.futuribles.com/fr/article/vers-une-percee-de-linformatique-quantique/>. Consulté le 25 novembre 2016.

Inde-Pakistan : l'eau, arme de représailles ?

Plusieurs actes terroristes ont frappé récemment les provinces indiennes du Jammu-et-Cachemire et du Pendjab. Le plus meurtrier, une attaque contre une base de l'armée de terre à Uri, au nord-ouest de Srinagar, datant du 18 septembre 2016, a fait 19 morts indiens. L'armée indienne affirme avoir réagi en effectuant des coups de main sur des centres d'instruction terroristes installés sur le territoire cachemiri administré par le Pakistan, à faible distance de la ligne de contrôle. Le Pakistan dément que de telles actions aient eu lieu. Quoi qu'il en soit, New

Delhi envisage des actions punitives dans des domaines autres que militaires, tout particulièrement en appliquant à la lettre, mais pas nécessairement dans son esprit, les clauses du traité de partage des eaux du bassin de l'Indus, conclu en 1960, voire en l'abrogeant pour utiliser à sa guise les eaux de l'amont.

Pour les deux pays, les enjeux sont vitaux. Pour l'Inde, il s'agit d'utiliser au mieux les clauses du traité de partage des eaux de l'Indus, signé en 1960, pour fabriquer de l'électricité à partir de barrages hydroélectriques et développer l'irrigation au profit de sa province du Cachemire. Et le Pakistan, pour sa part, a un besoin vital des eaux du bassin de l'Indus car, sans elles, son existence même est menacée.

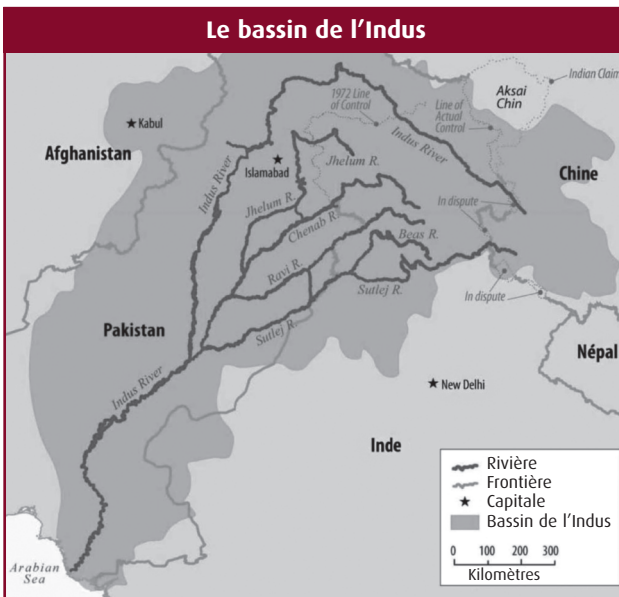
Le traité sur les eaux de l'Indus, conclu en 1960, attribue au Pakistan le fleuve lui-même et deux de ses affluents, la Jhelum et le Chenab, et à l'Inde les affluents les plus à l'est,

soit la Ravi et la Sutlej (cette dernière étant rejointe par la Beas en territoire indien). Le Pakistan peut construire sans aucune limitation des barrages à double finalité : production d'électricité et irrigation des riches terres du Pendjab, bien doté en canaux depuis l'époque britannique. Sur les cours d'eau attribués au Pakistan, l'Inde peut néanmoins effectuer des ponctions en amont pour les besoins des populations en eau potable et pour l'irrigation, mais dans des limites quantifiées dans le traité.

Certains analystes estiment que le traité est très favorable au Pakistan puisque 80 % des eaux du bassin de l'Indus lui sont ainsi attribués, les affluents orientaux ayant un débit beaucoup plus faible. De plus, le Jammu-et-Cachemire, non consulté lors des négociations de 1960, estime avoir été très défavorisé et réclame ce qu'il estime être son dû.

Les Indiens, furieux de subir des attaques terroristes fomentées selon

eux par des militants venus du Pakistan, veulent entreprendre des actions militaires répressives mais aussi exercer des représailles dans d'autres domaines, là où ils jugent le Pakistan vulnérable. Ils pourraient maîtriser les eaux de l'Indus en effectuant des retenues, ou au contraire en procédant à des lâchers au détriment du Pakistan, à des moments



parmi les plus défavorables pour le pays.

Tout en respectant à la lettre le traité, l'Inde pourrait édifier d'autres barrages sur l'Indus, la Jhelum et le Chenab, ce qui lui permettrait, le cas échéant, de modifier les débits quand bon lui semblerait et ainsi de nuire volontairement au Pakistan situé en aval. Mais la réalisation de ces ouvrages demanderait des années et des fonds. Concernant les rivières orientales mises à la disposition de l'Inde, cette dernière pourrait décider de les détourner et pénaliser ainsi le Pakistan. Mais, si elle le décidait, cela demanderait aussi du temps et exigerait un financement non négligeable.

Quoi qu'il en soit, elle pourrait, dans des délais relativement brefs, soutirer davantage d'eau de la Sutlej, la Beas et la Ravi. Elle est incitée à le faire par le différend qui oppose ses deux provinces du Pendjab et de l'Haryana à propos du partage des eaux de la Sutlej. La première s'oppose au projet de construction d'un canal devant relier la Sutlej à la Yamuna, affluent du Gange, alors que la seconde le soutient. Le Pendjab estime en effet ne pas avoir assez

d'eau et l'Haryana réclame ce qu'il pense être son dû.

Par ailleurs, l'Inde ne consomme pas tous les quotas qui lui sont attribués pour l'irrigation à partir de l'Indus, de la Jhelum et du Chenab, et compte bien désormais les utiliser.

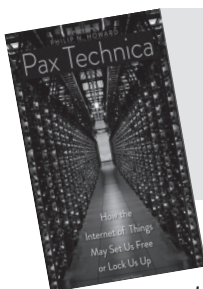
L'Inde pourrait aussi, cas extrême, dénoncer le traité de 1960. L'utilisation de la « bombe hydrique » nécessite cependant des précautions. Les Indiens sont tenus d'une certaine manière, même s'ils ne l'ont pas signée, de respecter la Convention des Nations unies de 1997 sur les droits relatifs aux utilisations des eaux des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation, officiellement entrée en vigueur en 2014 après l'obtention de 35 ratifications nécessaires. Ce texte est en effet devenu une référence internationale.

*Alain Lamballe,
groupe Asie21-Futuribles*

N.B. : cet article est extrait de la Lettre confidentielle Asie21-Futuribles, n° 99, octobre 2016.

Pour aller plus loin, voir LAMBALLE Alain, *L'Eau en Asie du Sud : confrontation ou coopération ?*, Paris : L'Harmattan, 2009.

ANALYSES CRITIQUES & COMPTES RENDUS



HOWARD Philip N.

Pax Technica: How the Internet of Things May Set Us Free or Lock Us Up

Londres : Yale University Press / UK, Europe & Overseas, mai 2015, 352 p.

La question de l'Internet des objets, si elle devient prégnante dans les analyses dédiées au cyberspace, n'est, pour l'instant, que peu corrélée aux questions sécuritaires et internationales. L'explosion, prévisible, du nombre d'objets connectés d'ici la fin de la décennie — de l'ordre de milliards voire de dizaines de milliards — constitue une évolution tout autant dans l'ampleur du phénomène que dans son appréhension. La translation depuis des appareils destinés à la communication d'humain à humain, vers des objets dont la connexion est une fonction secondaire (pèse-personne, vêtements, montre, etc.) pourrait engendrer une véritable révolution, identique à celle induite par le Web 2.0. Ce dernier avait en effet, au travers des réseaux sociaux, mis fin à une séparation multiséculaire : celle existant entre le producteur et le consommateur d'informations. Toute-

fois, ce phénomène était conscient et volontaire, et la nouveauté introduite par l'Internet des objets, c'est l'avènement du consommateur-producteur d'informations inconscient via ses multiples objets.

Cette inflation prévisible de la donnée, au cœur de l'Internet des objets, fascine autant qu'elle inquiète. Qui va gérer et exploiter les données ainsi créées ? Quel regard pour l'utilisateur-producteur sur ses propres données ? Quel anonymat ? Quels risques sécuritaires ? Autant de questions auxquelles les analystes comme Philip Howard essaient de répondre. Ce dernier, au travers de *Pax Technica*, remonte le temps jusqu'à l'avènement du Web 2.0 pour ensuite analyser les évolutions possibles de l'Internet, dans une optique sécuritaire, sociologique et politique. Au travers des sept chapitres de l'ouvrage, l'auteur nous propose la définition d'une pax technica qu'il consi-

* Les analyses publiées dans la rubrique Bibliographie sont issues de la base bibliographique de Futuribles International (<https://www.futuribles.com/fr/base/bibliographie/base/>).

dère comme la suite des *pax romana*, *britannica* et *americana* ; toutes fondées sur les réseaux de communication. La réticulation du monde n'a ainsi pas échappé à l'auteur, mais on peut se demander en quoi la communication électronique est porteuse de paix. Rappelant les utopies nées lors de la diffusion du Net vers le grand public, selon lesquelles Internet serait le plus grand avocat de la paix, P. Howard a oublié que le village planétaire — comme le prophétisait McLuhan — était surtout le théâtre de l'affrontement.

Clairement positionné dans une optique libérale, P. Howard semble araser le rôle des États pour en faire des acteurs de même niveau que les entreprises et les organisations issues de la société civile. Si les multiples références aux mouvements spontanés et auto-organisations consécutifs à la défaillance des acteurs politiques, sont porteuses d'une vision positive de la technologie, celles-ci semblent occulter le plus souvent les réalités profondes. Nulle trace en effet d'une analyse poussée de la mainmise des États — du Nord jusqu'ici — sur la gouvernance du Net. De même, le germe de balkanisation porté par la puissance des acteurs économiques et politiques chinois de l'Internet, n'est pas vraiment abordé.

Plus étonnamment, le cœur du sujet, l'Internet des objets, semble lui-même évité. Selon l'auteur, il n'y aurait là, au fond, qu'une évolution quantitative de la communication, plus de terminaux produisant plus de données. L'Internet des objets n'est toutefois pas qu'un *super big data* et l'inconscience de l'utilisateur quant à la valeur des données qu'il

produit y est bien plus forte que pour les achats en ligne ou les requêtes sur les moteurs de recherche derrière son écran. Les questions sécuritaires multiples qui naissent de l'interconnexion quasi absolue d'appareils individuels et industriels comme les réseaux électriques ou les systèmes de pilotage à distance d'usines, n'apparaissent pas clairement, au profit d'une réflexion sur la liberté politique des individus face aux États plus ou moins totalitaires.

L'Internet des objets permettra-t-il un Printemps des peuples 3.0 ? Il est impossible de le dire pour le moment et si l'auteur présente des clefs pour la fameuse *pax technica*, certaines tiennent plus de l'utopie que de l'évolution probable, à commencer par la mainmise de l'utilisateur sur ses propres données, qui n'est ni dans l'intérêt des entreprises, ni dans celui des gouvernements. Entre les cauchemars sécuritaires de *Big Brother* et le rêve d'une cyberdémocratie populaire, l'auteur a clairement choisi son camp. Au final, si *Pax Technica* n'est pas un mauvais ouvrage, loin s'en faut, il pêche par une vision trop déformée et utopiste des évolutions possibles du Net et, surtout, n'aborde que de manière très ponctuelle ce qui est censé être le cœur de son sujet : l'Internet des objets.

Nicolas Mazzucchi ¹

1. Chercheur à l'IRSEM (Institut de recherche stratégique de l'École militaire), chercheur associé à l'IRIS (Institut de relations internationales et stratégiques), docteur en géographie économique et conseiller scientifique de *Futuribles International*.



FELLI Romain

**La Grande Adaptation
Climat, capitalisme et catastrophe**

Paris : Seuil (Anthropocène), avril 2016, 240 p.

L'ouvrage, dont le titre est un clin d'œil très explicite à La Grande Transformation de Karl Polanyi (1944), aborde la question climatique sous l'angle de l'histoire des idées. L'auteur se place en porte-à-faux de ce qu'il identifie comme deux idées reçues à ce sujet. Selon la première, le thème de l'adaptation n'est devenu dominant qu'à partir du milieu des années 1990, en conséquence de l'échec des politiques de régulation et de l'imminence d'un réchauffement dont la poursuite est devenue inéluctable. La seconde idée reçue fait de la théorie économique l'origine de cette rhétorique de l'adaptation, qui résulterait ainsi d'une inflexion de la connaissance produite par la climatologie ; Romain Felli entend au contraire montrer que la thématique de l'adaptation est elle-même d'abord née des milieux de la climatologie, qu'elle y a été d'emblée dominante, et qu'elle n'a été qu'ensuite reprise et « reconceptualisée » par les économistes.

Comme le rappelle l'auteur en effet, la thématique de l'adaptation est aussi ancienne que la question écologique dans la réflexion politique et prospective. Elle est ainsi l'objet d'attention des élites, en particulier nord-américaines, depuis les années 1960. Elle est d'abord posée de manière malthusienne, la surpopulation étant considérée comme pierre angulaire des risques à anticiper. Très vite cependant, un autre question-

nement se surimpose, vivifié par le contexte de la guerre froide : celui de la capacité de différents types d'organisation sociale à résister aux changements. Selon certains, l'organisation soviétique planifiée serait plus résistante en cas de choc écologique¹ ; d'autres questionnent la compatibilité de la liberté de marché et de la régulation du changement climatique.

Or, insiste R. Felli, les climatologues sont largement parties prenantes de la façon dont ces premiers débats sont posés. Ils partagent et légitiment ainsi la perspective malthusienne, qui est à la base de leurs propres prises de position. C'est dans cette optique par exemple que, dans un des premiers best-sellers consacrés à la question, Stephen Schneider² invite à réfléchir aux décisions que la société doit prendre face aux menaces climatiques : constitution de réserves, diversification des sources énergétiques et des approvisionnements, etc. D'autres climatologues font la démarche de se rapprocher de l'industrie ainsi que des grands think-tanks de réflexion stratégique comme l'institut Aspen ou la Rand Corporation. Ces institutions, note l'auteur, sont par ailleurs influencées par la théorie des systèmes dont Gregory Bateson est le héraut ; celle-ci,

1. HEILBRONER Robert L., *An Inquiry into the Human Prospect: Looked at Again for the 1990s*, New York : Norton, 1974.

2. SCHNEIDER Stephen H., *The Genesis Strategy: Climate and Global Survival*, New York : Plenum Press, 1976.

bien avant l'immixtion de la théorie économique, exige une rhétorique de la variabilité et de la flexibilité. Celle-ci doit s'imposer à l'organisation sociale, mais aussi aux esprits mêmes ; elle doit devenir une composante de notre rapport au monde et à nous-mêmes³.

En d'autres termes, explique R. Felli, loin d'être un produit de la théorie économique imposé par la suite aux questions climatiques, cette rhétorique naît à l'inverse directement du débat écologique. Celui-ci influence au contraire de cette façon la théorie économique ; les approches impliquant la prise en compte de la rationalité limitée ou l'étude des biais cognitifs, actuellement dominantes en économie, seraient elles-mêmes nées dans le cadre de la question climatique.

De cette façon, souligne l'auteur, la thématique de l'adaptation et de la flexibilité s'est imposée d'emblée face à celle de l'évitement ou de l'anticipation. Dans un monde considéré comme toujours plus évolutif et imprévisible, la flexibilité et la réactivité sont envisagées comme des voies préférables à celle de l'anticipation, d'autant que la nature et les effets du réchauffement climatique sont encore mal connus lors de ces discussions. La limitation préventive du développement est ainsi écartée ; le progrès technique et la croissance économique doivent au contraire permettre l'accumulation de capacités de réaction (économiques et techniques) facilitant toutes sortes de stratégies de ré-

silience face à des chocs potentiels. Dans ce contexte, le changement climatique n'est plus considéré comme un phénomène spécifique, mais comme une des nombreuses mutations (urbanisation, postindustrialisation, etc.) auxquelles nos sociétés doivent faire face.

C'est dans ce contexte et dans cet horizon que la théorie économique s'empare alors de la question. L'adaptation qu'elle entend promouvoir implique dès lors de nouvelles extensions de marché, par exemple par le développement de la microassurance, analysé en détail par R. Felli. La dernière partie de l'ouvrage, plus nettement engagée et également plus classique, est critique. Le modèle de l'adaptation régulée par le marché est selon l'auteur une impasse : il a pour effet réel d'aggraver les vulnérabilités en imposant un canevas unique à des structures sociales diverses, leur interdisant de mettre en œuvre leurs propres stratégies : la plupart des famines, rappelle par exemple R. Felli, ne sont pas dues à une excessive rareté des ressources, mais à une mauvaise gestion de celles-ci, bloquant l'accès de pans entiers d'une population à des ressources pourtant existantes⁴ ; la dépendance aux marchés financiers, qui rend les réactions locales plus difficiles encore, constitue alors un facteur aggravant.

Si nous sommes bel et bien à présent sur une trajectoire catastrophique, conclut l'auteur, il importe cependant au plus haut point de repolitiser l'histoire qui nous y a

3. BATESON Gregory, *Steps to an Ecology of Mind: A Revolutionary Approach to Man's Understanding of Himself*, New York : Ballantine Books, 1972.

4. GARCIA Rolando V., *Drought and Man: The 1972 Case History*, Oxford : Pergamon Press / International Federation of Institutes for Advanced Study, 1981-1986.

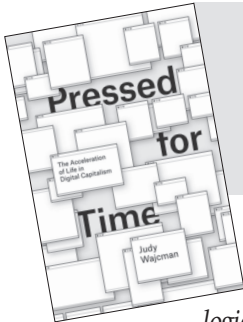
conduits et de rendre visibles les rapports de forces qui s'exercent pour faire face à la situation présente.

On regrettera peut-être que cet ouvrage passionnant, qui se lit comme un roman policier, n'explique pas davantage la complicité des perspectives malthusiennes et néolibérales à l'origine, selon l'auteur, de la constitution du cadre actuellement admis par les États et les organismes internationaux pour penser la question climatique. La perspective clairement marxiste de l'auteur tend en effet à assimiler deux logiques distinctes dans son diagnostic : la logique néolibérale d'extension des marchés, et la logique technocratique qui considère la question climatique comme trop complexe et

importante pour être traitée dans un cadre démocratique. Cette seconde logique est des deux la plus ancienne et peut-être la plus prégnante. Le naturalisme considérant l'environnement comme une réalité inéluctable avec laquelle on ne négocie pas est en effet bien plus vieux que le libéralisme qui nous pousse à nous abandonner aux flux d'un monde variable et fluide ; l'influence croisée de ces deux courants dans les discussions autour de la question climatique serait elle-même l'objet d'un ouvrage à écrire.

Florian Forestier ⁵

5. Docteur en philosophie, chercheur associé à Paris IV.



WAJCMAN Judy

Pressed for Time
The Acceleration of Life in Digital Capitalism

Chicago : The University of Chicago Press, janvier 2015, 224 p.

Judy Wajcman, professeur de sociologie à la London School of Economics, part du constat que la presse du monde occidental renvoie de plus en plus l'image d'un monde qui s'accélère, alors même que les machines et la technique sont censées avoir été créées pour faire gagner du temps à l'humain. Elle se demande comment il est possible que l'équilibre vie professionnelle / vie personnelle soit devenu si difficile à atteindre et maintenir, alors même que la promesse de la modernisation

de nos technologies est de nous donner plus de temps de loisir. À l'inverse, dans bien d'autres cultures, le temps n'est pas devenu si problématique. Quel est donc ce construit social du temps qui finit par nous opprimer en Occident ? Quel lien existe-t-il entre numérisation et sentiment d'urgence ?

La perception du temps et les nouvelles technologies : le paradoxe de la pression du temps

Le temps et sa perception sont un construit social. Judy Wajcman analyse comment la technologie change ce dernier. Elle prend l'exemple des

câbles de communication. Autrefois, ils suivaient les rails de chemin de fer. Pour améliorer la vitesse de 1,3 milliseconde, les câbles passent maintenant dans des montagnes, etc. Il y a ainsi un lien entre notre usage des technologies et la modification de ce qu'on appelle « attendre ». La thèse de l'auteur est donc qu'il faut étudier en quoi la relation numérisation / rythme de vie a évolué, et ce qui les relie si étroitement. Ainsi nous pourrions comprendre pourquoi nous nous sentons si pressés par le temps alors que nous n'avons jamais eu autant de technologies pour nous faire gagner du temps.

La fin de la linéarité du temps, ou quand la technique répond à l'idéologie...

Les nouvelles technologies ont créé des temporalités dites de l'instantané. C'est par exemple le cas du trading à haute fréquence. Cette réduction du temps en lien avec l'algorithme est aussi liée à l'idéologie capitaliste : le temps, c'est de l'argent. Reprenant les travaux de John Urry sur l'instantanéité, Judy Wajcman analyse également l'usage du hot desk, à savoir le fait que certaines entreprises n'appliquent plus une répartition de l'espace par bureaux, mais en fonction des arrivées : chacun s'assoit où il peut / veut et cela est décidé dans l'instant. Ce nouveau design et les nouveaux instruments numériques qui y sont liés changent les marges de manœuvre de l'humain, son rapport à l'espace et au temps. Ce n'est donc pas que la technologie compresse le temps, mais bien qu'elle change complètement ce que le temps signifie, dans nos échanges, nos pratiques et ce que nous jugeons être la performance, la réussite, etc.

La ville comme lieu de rapidité ?

Reprenant les travaux de Georg Simmel, Judy Wajcman souligne combien la vie métropolitaine change le sens de la valeur temps, et cela même si chacun a l'impression à titre individuel d'avoir sa propre perception du temps. La ville a fait naître le concept de ponctualité avec la mise en place de structures de transport. Elle a fait naître le besoin de synchronisation des temps. Par ailleurs, l'enjeu de la vitesse (des véhicules) est devenu saillant, alors même que celle-ci peut être synonyme de violence, de risque, de danger. La ville a fait naître un nouveau personnage, celui de l'homme hyperstimulé, nerveux, obnubilé par les multiples possibilités qui s'offrent à lui, et remplissant son temps. L'ambiguïté de la ville est qu'elle promet donc à la fois la standardisation du temps, mais aussi l'impression que chacun peut avoir son temps personnalisé pour satisfaire ses envies. Enfin, la ville stratifie socialement le temps et ses usages. Tout le monde n'accède pas aux mêmes moyens de transport, aux mêmes quartiers, aux mêmes moments. La question de la sociologie des mobilités, de la sociologie des flux apparaît ici comme typique de nos transformations sociales en cours. Cela reflète notre passage à une société liquide comme décrite par Zygmunt Bauman. Cela souligne aussi les inégalités sociales de nos temporalités et de nos vitesses.

Le temps de travail et l'image de soi

Judy Wajcman analyse les interruptions dans le temps de travail, la multiplicité des tâches à faire en parallèle, le mélange des temps professionnels et personnels tout au

cours de la journée. Elle explique que nous vivons dans un technospace qui promeut l'idée d'ubiquité, à travers les réseaux. Elle analyse comment l'arrivée des femmes au travail a changé le rapport aux tâches rémunérées ou non rémunérées. Elle présente l'émergence de la figure de la personne qui fait beaucoup de choses, qui est toujours stressée, comme forme de figure valorisée par notre société occidentale. Il faut ostensiblement montrer que l'on est performant, que l'on fait au mieux avec son temps, pour faire carrière.

À la maison : le temps sexué

Judy Wajcman souligne combien le temps de loisir est différent pour la femme et l'homme. Par exemple, les femmes ont un temps de loisir beaucoup plus interrompu que les hommes. Ces interruptions peuvent donner le sentiment d'une pression du temps plus forte. Il y a donc un mélange de phénomènes politiques, économiques, sociaux et de genre à prendre en compte, plus que les simples changements technologiques. Il y a bien une construction culturelle du temps et de ses usages.

Slow food, slow city... La contre-attaque ?

Cet ouvrage montre aussi la mise en place de mouvements de résistance face à la sensation d'accélération du temps. Les origines du mouvement sont complexes : à la fois ancré à gauche et pourtant vu comme élitiste. En effet, il n'est pas toujours possible à tous de choisir vraiment entre vitesse et lenteur.

En conclusion : comment avoir l'impression de disposer de plus de temps

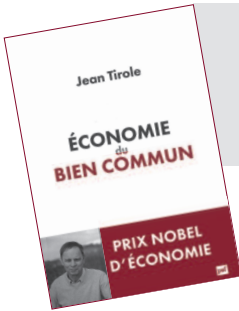
La sensation de manque de temps n'est en rien à résoudre technologiquement mais doit l'être politiquement et socialement. Alors même que nous avons tous des journées de 24 heures, la liberté et l'autonomie dont on dispose pour décider de sa gestion du temps sont très inégalitaires. La force du livre est de remettre en perspective historique l'évolution de la construction sociale du temps pour éviter de masquer les aspects politiques et culturels par des arguments purement technologiques. Ce livre fait écho au « manifeste du temps bien employé » de Tristan Harris¹. Ce dernier montre combien le design des applications et des interfaces Web est fait pour capter notre attention (par des notifications, etc.) plutôt que nous laisser du temps libre. Plus de réflexivité sur nos usages mais aussi plus de réflexions sur la façon dont les interfaces techniques sont conçues, sont nécessaires pour être libres et reprendre la main sur nos temps et nos vitesses².

Cécile Wendling³

1. « Time Well Spent ». URL : <http://time.wellspent.io/>

2. GUILLAUD Hubert, « Répondre au design de nos vulnérabilités », *InternetActu.net*, 16 juin 2016. URL : <http://www.internetactu.net/2016/06/16/du-design-de-nos-vulnerabilites/>. Consulté le 14 octobre 2016.

3. Chercheuse associée au CSO, Centre de sociologie des organisations (Centre national de la recherche scientifique / Sciences Po Paris), et conseillère scientifique de Futuribles International.



TIROLE Jean
Économie du bien commun

Paris : Presses universitaires de France, mai 2016,
640 p.

Économie du bien commun, de Jean Tirole — économiste, président de TSE (Toulouse School of Economics), enseignant au MIT (Massachusetts Institute of Technology), directeur d'études à l'EHESS (École des hautes études en sciences sociales) et auréolé en 2014 du prix de la Banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel —, est un ouvrage somme de plus de 600 pages. Destiné à un large public et divisé en 17 chapitres, Jean Tirole y aborde autant le quotidien du chercheur, plus particulièrement de l'économiste, que des sujets plus techniques qui constituent le cœur de ses travaux, et lui ayant notamment valu sa reconnaissance.

Une des principales qualités de l'ouvrage réside sans doute dans la pédagogie dont fait preuve l'auteur en rendant abordables des notions souvent vagues ou confuses pour des non-spécialistes, notamment dans la première partie de l'ouvrage. Son contenu, très dense, n'en rend toutefois pas la lecture continue aisée. Ce n'est pas forcément nécessaire d'ailleurs, avec des chapitres très hétérogènes tant sur le fond que sur la forme, oscillant entre les avancées théoriques et convergences avec les sciences sociales, et des commentaires d'événements économiques en lien avec l'actualité. De la même façon, dans un tel volume, le lecteur aura parfois du mal à faire la part des

choses entre des énoncés qui relèvent de l'avis, de l'opinion de l'auteur, et ce qui est le fruit des années de travail et recherche de ce dernier (régulation des industries de réseau, finance, marché du travail ou plus récemment climat...).

En quatre grandes parties, il propose tout d'abord de mettre l'économie à sa place face aux grandes questions de société, puis précise le rôle du chercheur en économie et quelques-unes des récentes avancées de la science économique. Il consacre ensuite une série de chapitres au cadre institutionnel de l'économie et poursuit par des questions macro-économiques (le climat, le chômage, la finance, l'Europe), avant de terminer par d'autres plus sectorielles (la politique industrielle, le numérique, l'innovation...).

Dans la première partie, la plus pédagogique, Jean Tirole parvient à rendre l'économie particulièrement concrète avec un discours largement étayé d'exemples. Partie probablement la plus accessible au grand public, elle constitue le prélude à quelques chapitres focalisés sur la science économique aujourd'hui. Même si ces derniers présentent un intérêt pour appréhender de l'intérieur la façon dont les expertises sont produites et les chercheurs reconnus, et quels sont les processus de sélection à l'œuvre dans les publications scientifiques..., le non-initié pourra trouver ces parties plus fastidieuses.

Au fil de l'ouvrage, Jean Tirole se fait partisan d'une approche équilibrée entre un État toujours plus mal informé que les acteurs économiques, et un marché toujours imparfait. Il rappelle souvent que pour répondre à un problème, quel qu'il soit, il convient d'utiliser un outil plutôt que multiplier les politiques publiques aux effets croisés et donc souvent incertains... Ainsi, pour une politique sociale ou de redistribution, rien de moins efficace qu'adopter des tarifs artificiellement bas pour l'ensemble des consommateurs et pratiquer ainsi une tarification sociale implicite. Arbitrage politique pourtant souvent rendu (notamment bien connu dans le domaine des transports publics par exemple). Il rappelle ainsi la préférence pour l'impôt et la redistribution à travers une politique sociale explicite, et non des moyens détournés rendant l'évaluation et la lisibilité des actions d'autant plus réduites.

À travers son chapitre consacré au climat, il appelle avec vigueur à un prix du carbone mondial. Proposition théorique efficace, certes, mais perspective pourtant très incertaine et concrètement bloquante dans des négociations internationales avec un tour de table de participants aux responsabilités, aux dynamiques économiques et aux niveaux de vie si différents.

Les derniers chapitres abordent les enjeux et questions plus spécifiques, Jean Tirole recense quelques enjeux autour du numérique et l'ambivalence de ces évolutions. Ainsi, la production d'informations personnelles massives pose des questions éthiques cruciales. Par définition, « l'information tue l'assurance » en révélant les risques de tel ou tel individu, en l'isolant du groupe. Il décrit aussi l'éco-

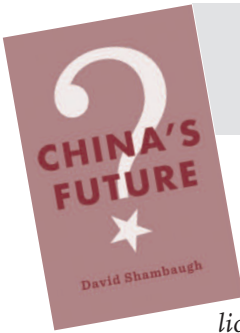
nomie collaborative comme un moyen de « travailler quelques heures par jour pour compléter ses revenus » ou, dans sa pire version, comme l'« économie du partage [...] des restes ». Il termine rappelant que sur ces sujets comme sur d'autres, il n'existe pas de réponse toute faite ou « passe-partout » que les économistes pourraient professer systématiquement, invitant ainsi ses collègues à adopter une certaine modestie. Beaucoup de travail reste à accomplir, notamment sur ces champs et les questions posées par ces formes d'échanges renouvelées.

Pour un ouvrage au titre aussi ambitieux, il aurait été appréciable de trouver une place plus conséquente pour des questions économiques telles que la monnaie, les inégalités, le ralentissement de la croissance ou encore l'appréciation du long terme dans les processus de décision ; et plus particulièrement le problème du taux d'actualisation et toutes les questions que celui-ci soulève pour les politiques publiques.

On regrettera enfin quelques formules malheureuses, notamment lorsque sur certains sujets l'auteur essentialise « les économistes » pour écrire qu'ils sont tous d'accord ou partagent un point de vue unique (par exemple sur la durée légale du travail). Peut-être que ces sujets illustrent justement les différences profondes qui peuvent encore exister entre « chapelles » d'économistes, malgré le propos très unificateur de Jean Tirole.

Éric Vidalenc ¹

1. Chef du pôle Ville durable et énergie à la direction régionale de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) Nord-Pas-de-Calais et conseiller scientifique de Futuribles International.



SHAMBAUGH David

China's Future

Cambridge : Polity Press, mars 2016, 224 p.

Si la démocratie ne garantit pas le développement, l'amélioration du niveau de vie a contribué à l'adoption de régimes démocratiques, comme l'ont montré en Asie les précédents de la Corée du Sud et de Taïwan. Ces précédents demeurent des exceptions comme en témoignent les trajectoires politiques de la Malaisie, de Singapour, de la Thaïlande à nouveau gouvernée par une junte militaire, et de la Chine. En dépit d'une amélioration spectaculaire du niveau de vie chinois depuis 1980, le régime politique n'a pas évolué vers la démocratie, oscillant entre totalitarisme et autoritarisme : après le néototalitarisme des lendemains de la crise de Tian'anmen (1989), la Chine a connu 10 années d'autoritarisme doux et son régime a renoué avec l'autoritarisme dur après la crise mondiale ; contrairement à ce qu'espéraient des observateurs, le régime s'est durci depuis l'arrivée au pouvoir de Xi Jinping. La Chine deviendra-t-elle une économie avancée sans s'être démocratisée ?

David Shambaugh, professeur à l'université de Michigan, auteur de plusieurs ouvrages sur la Chine (dont *China Goes Global: The Partial Power*¹), s'interroge sur le futur de la Chine, de son économie, de sa société et de sa place dans le monde. Selon l'auteur, celles-ci dépendront du ré-

gime politique qui sera adopté parmi quatre théoriquement envisageables. Poursuivre l'autoritarisme dur, l'option la plus probable, revenir au néototalitarisme, peu envisageable car cela exigerait une fermeture aux influences étrangères ; l'une et l'autre options conduiront au déclin voire à l'atrophie de la Chine. Les deux autres sont un retour à l'autoritarisme doux des années 2000 ou l'avènement d'une « semi-démocratie » à la singapourienne, caractérisée par un système judiciaire indépendant, une presse relativement ouverte, une administration irréprochable et l'organisation d'élections régulièrement gagnées par le Parti d'action populaire. Selon l'auteur, cette option, la seule qui permettrait la mise en œuvre de réformes, n'est pas envisageable par le parti communiste chinois (PCC), totalement réfractaire au multipartisme.

Plusieurs documents — tel le rapport *Chine 2030* corédigé par la Banque mondiale et la National Development and Reform Commission en 2012² — et les décisions et explications du troisième plénum ont détaillé les réformes à entreprendre pour rééquilibrer l'économie, et la faire évoluer d'une croissance tirée par l'investissement et l'exportation, à une croissance tirée par l'innovation et la consommation. Envisagée depuis plus de 10 ans, cette transition a tardé à se concrétiser ; ce d'autant plus que

1. New York : Oxford University Press, 2013.

2. *China 2030: Building a Modern, Harmonious, and Creative High-Income Society*, Washington, D.C. : Banque mondiale, 2012.

le gouvernement a réagi à la crise mondiale en investissant davantage. En outre, en tétanisant les acteurs, les craintes suscitées par l'offensive du nouveau gouvernement contre la corruption freinent les réformes. Comme le signale l'auteur, une bonne performance économique pourrait signaler non pas le succès mais l'échec des réformes : ainsi la croissance du premier semestre 2016 s'explique par l'investissement des entreprises d'État et une hausse inquiétante du taux d'endettement. Que la Chine poursuive un autoritarisme dur ou revienne à l'autoritarisme doux, son économie risque de rester dans la « trappe des pays à revenu intermédiaire » et de connaître une longue période de stagnation relative — avec une croissance autour de 3 % — qui sapera la légitimité du PCC.

La société chinoise est confrontée à des défis considérables : vieillissement et contraction de la population en âge de travailler, migration et urbanisation, creusement spectaculaire des inégalités, revendication des minorités (Oïgours et Tibétains) et aspirations de la société civile. À moins d'une libéralisation politique, elle pourrait devenir plus instable et on ne peut pas écarter le risque de soulèvements sociaux et de désordres.

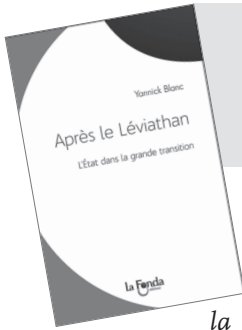
Enfin, la nature du régime politique chinois influencera les modalités de son insertion dans le monde. L'auteur prévoit un durcissement des relations entre la Chine et sa périphérie asiatique, et rappelle à ce propos la prédiction de l'ancien Premier ministre singapourien Lee Kuan Yew : la Chine absorbera ses voisins dans son système économique sans avoir recours à la force. À plus court terme, si elle se confirme, la non-ratification

du TransPacific Partnership (TPP) par le Congrès américain pourrait ouvrir un boulevard à la Chine en Asie. Comment évolueront les relations de la Chine avec les États-Unis ? L'instauration d'un climat de méfiance est dangereuse. « La montée d'Athènes et la peur qu'elle a inspirée à Sparte rendaient inévitable la guerre du Péloponnèse. » Cette réflexion de Thucydide reste d'actualité et l'auteur rappelle le travail récent du politologue américain Graham Allison, qui a montré qu'au cours des cinq derniers siècles, la rivalité entre une puissance émergente et une puissance établie avait abouti à une guerre dans 12 cas sur 16.

Cet ouvrage offre une excellente synthèse des défis auxquels la Chine est confrontée. Curieusement, il n'évoque pas les conflits entre le Centre et les provinces, alors que les réticences de ces dernières à mettre en œuvre les mesures dictées par Pékin — telle la réduction des surcapacités industrielles — freinent les réformes. Chaque chapitre se conclut sur l'évocation des évolutions attendues (de l'économie, de la société, de la place de la Chine dans le monde) selon les quatre régimes politiques envisagés qui, de facto, se résument à deux (autoritarisme dur ou doux), car selon l'auteur, la probabilité de réalisation des deux autres est très faible. Toutefois, David Shambaugh rappelle prudemment que dans son histoire, la Chine a connu des changements brutaux de trajectoire : n'étant pas déterminé par son passé, son futur pourrait nous surprendre.

Jean-Raphaël Chaponnière ³

3. Économiste, groupe Asie21-Futuribles.



BLANC Yannick
Après le Léviathan
L'État dans la grande transition
Paris : La Fonda, janvier 2016, 257 p.

Le regard de Yannick Blanc sur l'État « dans la grande transition » est celui d'un intellectuel et d'un prospectiviste, enrichi par l'expérience de l'administration active. L'auteur l'assume d'emblée avec force : « c'est d'une expérience intime et prolongée de l'impuissance publique qu'est venue l'idée de ce livre ». L'auteur rappelle que le Léviathan de Hobbes (1651) était un corps disloqué qu'il s'agissait de re-fonder à l'issue de 10 ans de guerre civile. Son propre livre n'est pas l'ouvrage d'un conservateur ou d'un nostalgique : il se propose de dégager une logique nouvelle qui permette à l'État de retrouver une légitimité et des moyens d'action, mais dans des conditions adaptées aux données de nos sociétés.

Car cet ouvrage est en quelque sorte l'examen approfondi d'un paradoxe : d'une part, « tout à leur névrose d'échec, les politiques ont conclu de leur incapacité à mouvoir les leviers de l'action publique que ces leviers étaient grippés ou vermoulus », tandis que la dénonciation, en bloc, de l'État, des hauts fonctionnaires, de l'endettement public comme sources de tous les maux — les leçons de la crise financière de 2008 étant vite oubliées — est devenue le mot d'ordre universel. D'autre part, les administrations elles-mêmes n'ont cessé, en parallèle, de vivre sous l'empire de la « réforme » permanente,

non sans résultat, mais avec une sorte d'activisme obsessionnel qui pourrait presque s'assimiler à une autre forme de névrose.

Yannick Blanc analyse d'abord la « matrice tutélaire » de l'État moderne, cette armature de notre société qui a fait longtemps reposer la relation entre la puissance publique et l'individu sur un rapport inégal de tutelle qui s'imposait naturellement. Or cette matrice, qui est plus qu'un paradigme, est explicitement en crise, de longue date, avec « la disparition des empires coloniaux, la suppression de la tutelle de l'État sur les collectivités territoriales et les entreprises, la reconnaissance de droits des citoyens dans leurs relations avec l'administration et plus généralement la prépondérance croissante des droits subjectifs sur la logique de l'ordre public ». Mais il y a aussi, dit-il, l'implicite : perte du monopole de l'expertise juridique et technique des administrations, mise en cause croissante de la responsabilité pénale des décideurs publics, critique récurrente de la légitimité technocratique, dénonciation rituelle de la « complexité ». Cette tendance lourde n'est pas linéaire, elle connaît des périodes de reflux, constate Yannick Blanc, qui indique au passage que si l'administration participe elle-même à cette entreprise de déconstruction, elle conserve aussi ses vieux réflexes quand la nécessité l'impose.

Mais c'est une tendance lourde. De ce point de vue, poursuit-il, les

explications classiques de la crise de l'État — les effets conjugués de la décentralisation et de la construction européenne — sont à relativiser, tout comme il faut rendre à leurs justes proportions les conséquences de la prolifération des autorités administratives indépendantes. Il est en revanche plus critique sur l'émergence du new public management qui ne porte pas seulement le coup fatal à la « matrice tutélaire », mais prétend aussi lui substituer un paradigme totalement inadapté. La logique de la performance poussée à l'extrême — surtout depuis la consécration de l'endettement public comme source première de la crise systémique que connaît la France — délégitime l'action de l'État jusque dans les secteurs les plus régaliens, qui sont par nature les plus rebelles à ce qu'Alain Supiot a appelé « la gouvernance par les nombres ¹ ».

L'État, donc, comme « médiateur de l'universel », « s'évapore sous nos yeux ». D'où la question angoissante : « et si ce vide se remplissait d'une nouvelle servitude ? » Une servitude portée par la revendication des identités et la concurrence des institutions : car la disparition de la matrice de l'État est à l'origine de la déstabilisation générale de tout le système français de décision, qui n'est plus à même d'exercer la moindre action efficace sur la société. Il faut donc réinventer cette capacité d'agir au moment où les menaces les plus lourdes pèsent sur la vie collective. Se refusant à rejeter le concept de « gouvernance », malgré son lourd passif, Yannick Blanc propose non

pas de « refonder », mais de « reconfigurer » l'État à partir des « communautés d'action » dont le cadre est généralement territorial et embrasse une grande diversité d'acteurs, notamment ceux qui agissent sous des formes associatives diverses — selon lui, « le moment associatif est le chaînon manquant de l'anthropologie politique ». L'État, qui reste le garant indispensable de l'ordre public en temps de crise, devra désormais accepter de partager, en quelque sorte, ses pouvoirs d'intervention avec ceux de la société : ce sera « l'emboîtement des institutions ». L'État « régulateur », « investisseur », « intégrateur » retrouvera énergie et légitimité en œuvrant pleinement avec les communautés d'action — pensées comme une sorte d'« échelon intermédiaire entre la poursuite de l'intérêt individuel et la somme complexe des intérêts et des internalités dans la Grande Société ». Yannick Blanc résume ainsi son diagnostic : « Le cœur vivant de la démocratie ne bat pas dans les assemblées représentatives, qui sont cependant des organes vitaux de la régulation, mais dans les instances formelles et informelles où se décide l'action des communautés. »

En fait, notre auteur poursuit, pour l'État, un objectif similaire à celui de Pierre Rosanvallon dans ses ouvrages successifs sur la crise de la démocratie et ses avatars. Selon ce dernier, le système représentatif est même périmé : il serait nécessaire de réinventer, de relégitimer le processus démocratique si l'on veut éviter que prospèrent la « contre-démocratie » et ses dérivées. D'une certaine manière, on retrouve là l'obsession de la gauche intelligente : comment empêcher le règne sans partage de l'ultra-

1. SUPIOT Alain, *La Gouvernance par les nombres*, Paris : Fayard, 2015.

libéralisme sans pour autant passer pour d'abominables conservateurs, d'affreux étatistes, d'irréductibles nostalgiques de l'État-providence ? Pierre Rosanvallon a trouvé un passage sur le bas-côté, qu'il laisse entrevoir à la fin de *La Société des égaux*² : l'écologie. Yannick Blanc va plus loin, parce qu'il connaît parfaitement l'État, tout en maîtrisant remarquablement les maîtres de la pensée politique. Sa démonstration est passionnante mais suscite toujours cette même question : comment peut-on transformer en institutions efficaces (et donc réellement démocratiques) des « communautés d'action » dont il donne, somme toute, cette seule définition — « la manifestation concrète de l'associativité, la particule élémentaire de l'action collective ».

Mais encore ? La crise de la démocratie et de l'État en France ne serait-elle pas plutôt l'effet d'une perte générale du sens de l'institution dans un pays — la France — qui n'est

jamais allé jusqu'au bout de la démocratie représentative et qui n'a longtemps tenu que par un État fort, palliatif obligé de 15 ou 16 régimes constitutionnels successifs ? Yannick Blanc songe à une nouvelle « grammaire commune » dont il serait possible de tirer, à nouveau, les ressources d'une action collective. Mais peut-être avons-nous perdu tout simplement les codes et les règles d'une grammaire des institutions qui n'avait pas donné toute sa mesure et à laquelle nous n'avons pas réellement laissé sa chance ? Les circonstances tragiques d'aujourd'hui, et la relecture de Hobbes en parallèle le laisseraient à penser..., ce dont le préfet Yannick Blanc est bien conscient et donne lui-même la mesure par le rajout d'une très significative post-face à la fin de son ouvrage, intitulée « raison d'État ».

Arnaud Teyssier³

2. Paris : Seuil, 2011.

3. Inspecteur général de l'administration, professeur associé à l'ENS (École normale supérieure) et conseiller scientifique de *Futuribles International*.



SEEFRIED Elke

Zukünfte. Aufstieg und Krise der Zukunftsforschung 1945-1980 [Futurs. Essor et crise de la prospective 1945-1980]

Berlin / Boston : De Gruyter Oldenbourg, 2015, 575 p.

Voir l'analyse de cet ouvrage par Corinne Roëls en page 67 de ce numéro.

futuribles - no. 416 - January-February 2017

Tomorrow's Energy Prices: An Analysis of System, Actors and Shaping Factors

Jean-Marie Chevalier

If one sector in recent decades has been a byword for how difficult it is to anticipate future developments at the global level, it has been the energy sector. We have seen fears over the dangers of a hydrocarbon shortage, the announcement of "peak oil" and a boom in shale gas and oil. Forecasts based on major trends within the field have been revised as non-conventional sources with a substantial impact on price levels have emerged. Added to this is the need to confront climate change and hence to re-vamp our modes of energy production to give an enhanced role to renewables.

In such a context, as Jean-Marie Chevalier stresses here, it is quite tricky to say how energy prices will develop or how energy production systems will change. This is why, in addition to the overview of possible developments in the prices of oil, natural gas and coal which this article provides, it particularly stresses the many elements of uncertainty that still prevail. Chevalier demonstrates the multiplicity of factors — and actor — involved in the way energy systems and prices develop and highlights the key elements that will play a role in enhancing or curbing those developments in the medium-to-long term.

Energy Forecasts and their Attendant Risks

Rodolphe Greggio and Benoît Mafféi

As Jean-Marie Chevalier stresses in this issue, it is currently quite tricky to pronounce on how energy prices will move over time or to predict how energy production systems will change. Further support for that view comes from this article by Rodolphe Greggio and Benoît Mafféi. They have looked into the way long-term energy forecasts are made and their conclusion is that, as things stand, they are doomed to fail.

The main underlying reason for this is the difficulty of making reliable predictions

about how energy demand will evolve, since it is the product of exogenous developments that are unknowable in the long term (demographic growth, economic growth, productivity, energy efficiency etc.). A number of forecasting errors with regard to technological breaks have also played a role: a "golden age" for natural gas was forecast too early; the date of "peak oil" has shifted around wildly; a peak with regard to ore deposits has not had the impact originally anticipated; and the decline of nuclear power has turned out to require qualification. Ultimately, all this is the product of various political and geopolitical factors linked to the respective energy assets of the different countries and their strategies for achieving energy independence: e.g. the USA and shale gas, France and nuclear power, Germany and renewables. Quite clearly, the current context suggests that a gradual transition from carbon-based to renewable energies is the order of the day, but it is far from easy to predict on precisely what timescale, in what proportions and on what geographical scale this might occur.

Science and Science Fiction, a Volatile Combination

Roland Lehoucq

In issue 413 of July-August 2016, *Futuribles* launched an extended series on the contributions made by science fiction to foresight studies and the relations between the two, in order to discern whether, and to what extent, science-fiction writers have influenced foresight thinking and the collective imagination. After examining these questions from the socio-political and environmental angles, we are resuming this series with a look at science and technology: what have relations been like between science as a discipline and science fiction?

For example, Roland Lehoucq shows how science fiction has run alongside science, enabling what are at times pioneering ideas to be presented from an imaginary angle and to be spun out so that their possible impact on human societies can be explored. Science fiction also has the freedom to

create technical or scientific innovations to meet the needs of a story line, innovations that may turn out to be totally fanciful or may actually become reality (or may, alternatively, have promise but fail in the end to materialize). Lastly, it plays its part in exploring reality and raising essential questions about technical or scientific developments that are ongoing or in the pipeline. In that sense, it represents a genuine arena of experimentation in — and exploration of — future possibilities and their consequences for humanity.

Science Fiction and Innovation

Thomas Michaud

In its July-August 2016 issue (no. 413), *Futuribles* began an extended series on science fiction's relations with, and contribution to, foresight studies, in order to discern whether and to what extent science-fiction writers have had an influence on the collective imagination and on foresight thinking. After examining these questions from the socio-political and environmental angles, we resume this series here, looking now at science and technology: how do science, technology and science fiction relate to one another?

In this article Thomas Michaud looks at the role of science fiction in research and innovation, particularly within public or private R&D centres. Drawing on the specific cases of the European Space Agency, the Nano Regions Alliance (NANORA), Orange Labs, and Intel and Microsoft, he shows how science fiction has fostered — and still fosters — certain forward-looking research projects, and also how it can be used to generate investment or inspire trust among the public to promote specific research or technology. Michaud emphasizes, lastly, how some companies encourage or sponsor science-fiction (SF) writers in order to develop an SF mindset that chimes with their own long-term strategy and the innovations they are working on. So many interactions over which those engaged in foresight studies must cast a critical eye if they are to determine plausible lines of future development.

A Look at the Genesis of Foresight Studies: On Elke Seefried's *Zukünfte. Aufstieg und Krise der Zukunftsforschung 1945-1980*

[*Futures, the Rise and Crisis of Futures Research, 1945-80*]

Corinne Roëls

The history of foresight studies and of thinking on the future has given rise to many books and articles, largely by American and French authors. However, unless we are much mistaken, no one has paid such attention as Elke Seefried to showing how this “non-discipline” was perceived in Germany in the aftermath of World War II. For that reason, this review by Corinne Roëls sheds interesting new light on the question — not least for the controversies to which it may give rise.

Happy Five-Hundredth, Thomas More! (*Future of Yesteryear*)

Nicole Morgan

Last December we celebrated the five-hundredth anniversary of the publication of Thomas More's *Utopia*, which revived a literary tradition begun by Plato — the detailed description of a society that its creator views as ideal. Nicole Morgan, a leading Thomas More specialist, takes a fresh look at this now classic work and its author, a great scholar and statesman, who in it outlines his vision of the optimal form of government as he and his humanist friends of the time saw it. A vision which, in the context of the 16th century, he could serve up only in the form of this humorous narrative that gave us the term “utopia”.

The European Tax Regimes Conundrum: Apple and Ireland as a Prime Example

Jean-François Drevet

In this column, Jean-François Drevet analyses the lessons to be learnt from the European Commission's decision of late August 2016 on Apple's taxation arrangements in Ireland, which required the multinational to pay a fine of 13 billion euros to the Dublin government. On the one hand, he shows that the size of the fine is far from abnormal in terms of fiscal practice in Europe and the USA and, on the other, that the (hostile) reaction of Ireland to the decision says much about the economic and social issues underlying the fiscal practices of EU member states towards major companies. In a context of competition and one-upmanship

around “fiscal attractiveness”, we are getting into situations with regard to tax that are so unequal between European households and companies — and indeed between companies — that they cast doubt on the will of governments to prioritize the

common good. In order to tackle these practices and ensure companies that make profits on European soil pay normal taxes proportionate to those profits, the EU must imperatively commit itself to sorting out taxation across Europe. ■

Futuribles is a bimonthly independent transdisciplinary policy oriented journal (6 issues a year), also available in electronic form on the *Futuribles* website.

Its objective is to provide its readers with a better understanding of contemporary societies dynamics, those facts, ideas and trends shaping their medium and long term possible futures.

Chief Editor : Hugues de Jouvenel

Futuribles: 47, rue de Babylone, 75007 Paris, France. - Tel.: + 33 (0)1 53 63 37 70
Fax: + 33 (0)1 42 22 65 54 - E-mail revue@futuribles.com - Website www.futuribles.com

NUMÉROS ET DOSSIERS SPÉCIAUX RÉCENTS DE FUTURIBLES - TOUJOURS EN VENTE - 22 € LA REVUE



Numéro spécial Futurs possibles 2030-2050 : tendances lourdes, signaux faibles, incertitudes N° 415, novembre-décembre 2016

- ➡ Population ➡ Ressources naturelles
- ➡ Croissance économique ➡ Éducation
- ➡ Entreprises et travail ➡ Santé
- ➡ Sociétés et modes de vie
- ➡ Science ➡ Géopolitique



Numéro spécial Renouveau des utopies urbaines N° 414, septembre-octobre 2016

- ➡ Comment une terre devient créative
- ➡ *Fablabs* urbains versus *think-tanks*
- ➡ Comment les pays du Sud réinventent l'urbanisme
- ➡ Villes intelligentes : utopie ou réalité ?



Dossier spécial Science-fiction et prospective N° 413, juillet-août 2016

- ➡ Panorama des œuvres d'anticipation
- ➡ Exploration de ruptures sociales et extension du champ des possibles
- ➡ Le rapport homme-nature au prisme de la science-fiction

Commande en ligne : <http://www.futuribles.com>

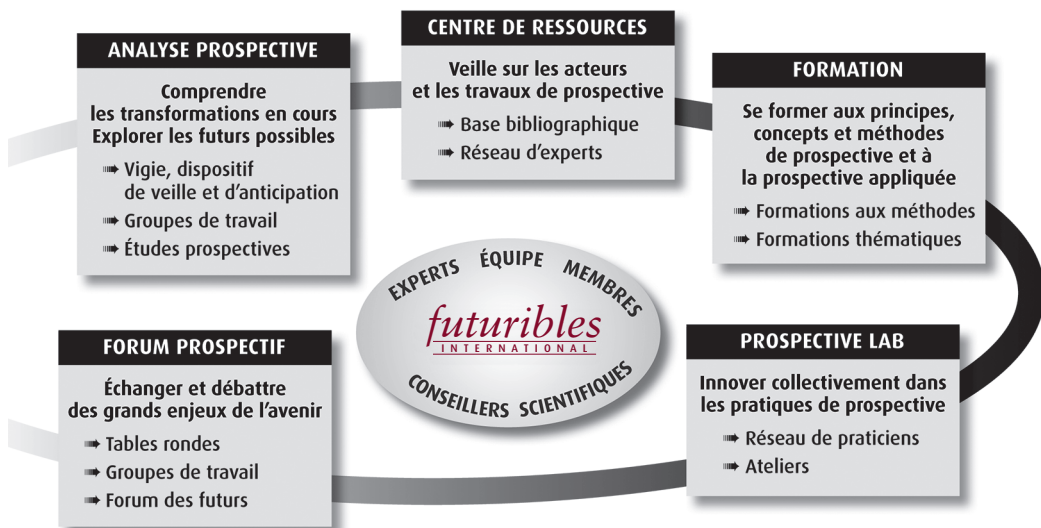
Informations / commande : Hélène Vioujard • Futuribles

Tél. + 33 (0)1 53 63 37 70 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54

E-mail : hvioujard@futuribles.com

DEVENEZ MEMBRE DE *futuribles* INTERNATIONAL

ET PARTICIPEZ À SES ACTIVITÉS



L'association Futuribles International est un centre de réflexion sur l'avenir. Ses travaux visent à comprendre quelles sont les grandes transformations en cours, intègrent la dimension du temps long en insistant sur les marges de manœuvre des acteurs et alimentent les stratégies de ses membres

NOUVELLE GRILLE TARIFAIRE

Plaquette de l'association et conditions d'adhésion

https://www.futuribles.com/media/filer_private/2016/11/10/plaquetteaif10_2017light_1.pdf

Informations / contact

Aude Houguenague • Futuribles International

47 rue de Babylone, F-75007 Paris

Tél. + 33 (0)1 53 63 37 73 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54

E-mail ahouguenague@futuribles.com

futuribles

NUMÉRO 416 • JANVIER-FÉVRIER 2017

Le goût de l'avenir 3

Hugues de Jouvenel

Le prix de l'énergie demain 5

Une analyse du système, des acteurs et des facteurs d'évolution

Jean-Marie Chevalier

Les prévisions énergétiques et leurs aléas 23

Rodolphe Greggio et Benoît Mafféi

Science et science-fiction, un duo détonant 39

Roland Lehoucq

Science-fiction et innovation 55

Thomas Michaud

Un regard sur la genèse de la prospective 67

À propos de l'ouvrage d'Elke Seefried, Zukünfte. Aufstieg und Krise der Zukunftsforschung 1945-1980

Corinne Roëls

FUTURS D'ANTAN

Bon anniversaire, Thomas More ! 73

Nicole Morgan

TRIBUNE EUROPÉENNE

Le casse-tête de la fiscalité en Europe 87

Apple et l'Irlande : un cas exemplaire

Jean-François Drevet

ACTUALITÉS PROSPECTIVES

Compétitivité des énergies renouvelables électriques / Vers un droit spécifique pour les robots ? / Les IDE chinois basculent vers le Nord / Véhicules autonomes : coup d'accélérateur / Vers la création d'un Web soutenable ? / Vers un système de communication quantique ? / Inde-Pakistan : l'eau, arme de représailles ?

BIBLIOGRAPHIE

P.N. Howard, Pax Technica: How the Internet of Things May Set Us Free or Lock Us Up / R. Felli, La Grande Adaptation. Climat, capitalisme et catastrophe / J. Wajcman, Pressed for Time: The Acceleration of Life in Digital Capitalism / J. Tirole, Économie du bien commun / D. Shambaugh, China's Future / Y. Blanc, Après le Léviathan. L'État dans la grande transition.

ABSTRACTS

125

M 08145 - 416 - F: 22,00 € - RD



978-2-84387-429-1