

PROfil

Prospective technologique

Un guide axé sur des cas concrets

Nathalie Popolek

Preface de Michel Godet

Prospective technologique

**Un guide axé
sur des cas concrets**

Nathalie Popolek

Dans la même collection :

*Comprendre les facteurs humains et organisationnels :
Sûreté nucléaire et organisations à risques* – Benoît Bernard
2014, ISBN : 978-2-7598-1185-4

Introduction à l'ingénierie des installations nucléaires – Georges Sapy
2012, ISBN : 978-2-7598-0714-7

Retrouvez tous nos ouvrages et nos collections sur
<http://laboutique.edpsciences.fr>

Imprimé en France
ISBN : 978-2-7598-1727-6

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2015

À leur avenir.

Vj k'lr ci g'lpvgpvkqpcm{ 'ighv'dn^cpm

Remerciements

L'auteure tient à remercier très sincèrement Lionel Montoliu, responsable à l'INSTN du master management de la technologie et de l'innovation (MTI), pour sa confiance dans l'enseignement d'une méthodologie originale de prospective technologique. Durant plusieurs années consécutives, il a cherché, auprès de professionnels travaillant au sein du CEA ou d'autres centres de recherche, d'organismes de santé, d'entreprises industrielles privées ou encore de cabinets de conseils, des sujets de prospective technologique propre à leur domaine d'investigation. C'est grâce à l'application de la méthodologie sur des cas concrets et réels que celle-ci s'est améliorée et a pu faire l'objet de ce guide. Que tous les professionnels impliqués soient remerciés ainsi pour leur contribution : Ademe, Altran, ANR, CEA, CIRAD, CNES, Deloitte Consulting, IFREMER, Ifsttar, INES, La Poste, Réunica, TASDA, TECHNIP, Tech2Market..., la liste n'est pas exhaustive.

And last but not least, les étudiants, qu'ils aient une formation technique ou de sciences humaines et sociales, ont par leurs questionnements, leurs difficultés et *in fine* leurs réalisations sous forme de rapports, fortement contribué à la concrétisation de ce manuel. Qu'ils en soient chaleureusement remerciés et encouragés à continuer leur réflexion prospective en tant que professionnels de l'innovation.

Vj k'lr ci g'lpvgpvkqpcm{ 'ighv'dn^cpm

Sommaire

Remerciements.....	5
Préface.....	11
Introduction	15
Plan du guide	17
Chapitre 1 • Qu'est-ce que la prospective ? D'où vient-elle ?.....	19
I. Composantes de la prospective	20
II. Origines.....	23
III. Prospective contemporaine	25
Conclusion.....	29
Chapitre 2 • Prospective et innovation technologique : grandes étapes d'une méthodologie	33
I. Définitions et concepts utiles pour la prospective technologique.....	34
II. Étapes d'une prospective technologique.....	39
III. Croyances du décideur.....	46

En guise de conclusion, nous résumons les étapes de la méthodologie prospective.....	48
Chapitre 3 • Bonnes questions à se poser pour appréhender la technologie et son contexte..... 51	
I. Analyse systémique : le propre de la prospective.....	51
II. Questions pour réaliser l'état de l'art technologique : cas du captage, stockage du carbone.....	57
III. Enjeux socio-économiques de l'innovation	63
En guise de conclusion	66
Chapitre 4 • Variables associées au système technologique et à ses enjeux : le <i>mapping</i>..... 69	
I. Variable au cœur du sujet prospectif	69
II. Variables qui conditionnent la variable cœur et son évolution.....	70
III. Classement des variables en sous-systèmes « disciplinaires »	79
IV. Risques, ruptures envisageables et FPA	83
V. Fiches variables : une recherche de données	89
Conclusion.....	91
Chapitre 5 • Acteurs du système avec analyse approfondie des objectifs du décideur et de ses moyens d'action 93	
I. Panorama des acteurs du système.....	93
II. Illustrations avec le cœur artificiel et les filières photovoltaïques.....	96
III. Attention particulière portée à un acteur clé : le décideur.....	104
Conclusion.....	110
Chapitre 6 • Projection du système : quelle démarche ? quels outils ? 113	
I. Projection du système technologique	114
II. Erreurs dans la prévision technologique : essai d'explication	123
III. Place à la prospective technologique	124
Conclusion.....	129
Chapitre 7 • Construction des scénarios..... 131	
I. Comment s'y prend-on ?	132
II. Application sur un premier cas d'école : la fixation biologique de l'azote de l'air par le blé.....	134
III. Application sur un second cas d'école : le cœur artificiel	143
Conclusion.....	148

Chapitre 8	• Prospective technologique et analyse multicritère	151
I.	Étude de cas : mobilité solaire, technologies et enjeux associés	152
II.	Actions à mener en faveur de la mobilité solaire.....	158
III.	Critères pour évaluer les actions de l'État.....	160
IV.	Scénarios de contexte et stratégies	163
	Conclusion.....	169
 Conclusion générale		173
I.	Définition du sujet de prospective technologique	174
II.	<i>Mapping</i> de variables.....	174
III.	Tableau d'acteurs et objectifs du décideur	174
IV.	Projection du système par scénarios : le rôle de l'imagination.....	175
V.	Aide à la définition de la stratégie du décideur	175
 Bibliographie		177

Vj k'lr ci g'lpvgpvkqpcm{ 'ighv'dn^cpm

Préface

Un retour aux sources

En acceptant de préfacer le livre sur la prospective technologique de Nathalie Popolek, j'ai pris un bain de jouvence car son ouvrage m'a ramené quarante-cinq ans en arrière. En effet, en 1971, je sortais diplômé de l'INSTN avec un DEA très innovant d'économie de la R&D où se mêlaient économistes et scientifiques¹. C'était presque la fin des trente glorieuses et de la croyance partagée dans le progrès technique comme moteur de la croissance. C'était aussi le début de la crise de la prévision technologique et économique et de l'essor de la prospective.

Ce que j'ai appris à l'INSTN des méthodes d'analyse de systèmes et de recherche opérationnelle m'a permis de mieux comprendre les limites des approches économétriques où l'on raisonne toutes choses égales par ailleurs. Mais aussi, cela a révélé l'impuissance des réflexions collectives pour aborder la complexité sauf à avoir recours aux outils d'analyse de systèmes aussi rigoureux que possible. Dans le domaine de l'énergie et la prospective du nucléaire, je dois au département des programmes

1. Il existe toujours sous l'appellation « Master Management de la technologie et de l'innovation » et il en est largement question dans cet ouvrage...

du CEA de m'avoir permis, sous prétexte de service militaire (bien pacifique), de développer de nouvelles méthodes de prospective pour identifier les variables clés par la méthode MICMAC puis de probabiliser les scénarios par la méthode SMIC Prob-Expert. Quarante ans après, les résultats de ces méthodes appliquées au cas étudié à l'époque (celui du développement de l'énergie nucléaire) restent pertinents et d'une étonnante actualité comme je n'ai cessé de le rappeler dans mes manuels de prospective stratégique. Passant de la recherche au développement, en devenant consultant, j'ai même fait de cette boîte à outils un des facteurs de différentiation de l'École française de prospective, puisqu'aux États-Unis, la fin de la guerre du Vietnam (1975) sonnait (provisoirement ?) le glas des approches rationnelles et de la confiance (naïve) dans la prospective technologique.

Cette boîte à outils s'est enrichie à la fin des années 1980 de la méthode Mactor (pour l'analyse du jeu des acteurs). Je dois aux enseignements de cette époque assurés par les professeurs Raymond Saint-Paul et Pierre Frédéric Ténière-Buchot, de m'être souvenu en 1989, dans une étude sur les armements futurs, de l'analyse morphologique dont parlait Erich Jantsch dans son fameux ouvrage « La prévision technologique », maintenant disponible en ligne. Depuis, l'analyse est utilisée de façon quasi systématique et parfois abusive pour construire des scénarios.

Le succès international de ces méthodes accessibles en ligne sur Internet grâce au financement du Cercle des Entrepreneurs du Futur (www.laprospектив.fr) ne se dément pas puisque depuis 2003 nous avons enregistré plus de 70 000 téléchargements dont un tiers en espagnol.

En lisant l'ouvrage de Nathalie Popolek, on pourra vérifier que le CEA reste une pépinière de prospective et un champ unique d'expérimentation de méthodes sur des questions liées au changement technique. L'approche est *technology push* : on part d'un changement ou d'une rupture technique et on explore les scénarios d'impact et de rétroaction économique et sociale. C'est bien utile pour les centres de recherche. Cependant Nathalie s'attache à montrer qu'il ne faut surtout pas oublier le *social pull* c'est-à-dire la réponse technique, économique et sociale aux besoins économiques, sociaux et environnementaux de la société. Un des axes de recherche majeur au CEA est bel et bien la mise au point de technologies énergétiques décarbonées pour lutter contre le réchauffement climatique, ce qui constitue un enjeu sociétal fort. Mais n'oublions pas que l'appropriation des techniques est nécessaire pour éviter les rejets. Et, rappelons aussi que l'innovation n'est qu'à 20 % technique et à 80 % sociale, commerciale, organisationnelle et financière et que c'est faute de l'avoir oublié que la France est réputée pour ses succès techniques et ses échecs commerciaux².

L'écosystème que constitue le CEA avec les centres de recherches publics est bien vivant. Je n'ai rien fait pour chercher à garder le contact avec cette matrice d'origine à qui je dois tant. J'étais trop absorbé par les enjeux économiques et sociaux de notre monde en mutation. D'une façon générale, les centres de recherche publics restent marqués par le biais naturel de la prévision technologique qui ne s'est que

2. Michel Godet (sous la direction), *Créativité et innovation dans les territoires*, Rapport du CAE N° 92, 2010.

partiellement imprégnée des apports philosophiques à la prospective de Maurice Blondel et de Gaston Berger. Un écosystème pour rester vivant doit demeurer ouvert et se méfier de l'autarcie. La synergie entre les sciences humaines et sociales (SHS) et les sciences de l'ingénieur est une voie d'ouverture très bénéfique qui sera renforcée grâce à la nouvelle Université Paris-Saclay fédératrice de recherches complémentaires, dans laquelle le CEA est membre fondateur.

J'aurais aimé taquiner Nathalie sur le concept de « variables motrices ». J'ai mis vingt ans à l'occasion de la traduction en anglais de l'un de mes ouvrages pour me rendre compte qu'il s'agit de variables influentes/dépendantes et que moteur s'oppose à frein. Depuis lors j'ai parlé de variables influentes et dépendantes... Mais ces détails sont secondaires.

Nous aurions pu débattre aussi des cinq conditions pour la rigueur : pertinence, cohérence, vraisemblance, importance, transparence. Ou encore sur la manière de croiser scénarios et stratégies, notamment avec une approche multicritère comme cela est proposé au dernier chapitre, car cela reste difficile à mettre en pratique. Sur les nouvelles méthodes participatives comme les ateliers de prospective stratégique et notamment la chasse aux idées reçues pour sortir de la boîte des idées conventionnelles.

Saluons l'artiste. Il y a beaucoup d'études et d'exercices de prospective mais peu d'auteurs se lancent dans une rédaction, toujours pénible (il est difficile et fastidieux de faire simple et clair).

Par expérience personnelle, je sais combien écrire un manuel est un effort de l'auteur pour aider les autres... beaucoup plus ingrat qu'il n'y paraît. Il faut à la fois être pédagogue, académique mais pas trop, savoir s'adresser à des publics aussi variés que les étudiants en Master et en Écoles doctorales, le personnel des ministères, des organismes publics tels l'ADEME, l'ANR ou encore des entreprises publiques et privées. Les besoins sont en effet bien différents entre l'étudiant qui voudra des fondations théoriques solides et le cadre d'entreprise qui cherchera des exemples proches de son secteur.

L'ouvrage, écrit par Nathalie Popiolek, Expert Senior en économie au CEA et Professeur à l'Université Paris-Saclay, relève ce défi. Les nombreux exemples montrent que la prospective peut s'appliquer à des domaines technologiques aussi variés que les sciences du vivant, la recherche en médecine, les nouvelles technologies de l'énergie, les technologies de l'information et de la communication (TIC) ou encore l'industrie spatiale...

La publication de ce manuel favorise la diffusion des méthodes de l'École française de prospective qui sont singulières dans le monde en ce sens qu'elles sont à la fois rationnelles et véritablement orientées vers l'aide à la décision, en explicitant au décideur les éléments qui lui permettent de façonner son destin.

Michel Godet
Membre de l'Académie des Technologies
Président du Cercle des Entrepreneurs du Futur

Vj k'lr ci g'lpvgpvkqpcm{ 'ighv'dn^cpm

Introduction

« Qui ne se préoccupe pas de l'avenir lointain
se condamne aux soucis immédiats. »

Les Entretiens de Confucius, XV, 12

L'objectif de ce manuel est de donner une trame méthodologique ainsi qu'une boîte à outils pour réaliser des analyses de prospective technologique. Étant donné un projet d'innovation en lien avec un système technologique, on doit être capable de répondre à la question suivante :

quelles sont les chances de succès de ce nouveau concept technologique et dans le cas où ses effets seraient bénéfiques, qu'est-ce que le décideur (créateur, financeur, utilisateur potentiel ou puissance publique) doit actionner pour permettre sa diffusion dans de bonnes conditions ?

Pour ce faire, on a choisi de se situer à la frontière de plusieurs champs disciplinaires en empruntant à chacun d'eux leur philosophie, leurs méthodes, leurs outils afin de créer un cadre d'analyse cohérent et approprié à la problématique soulevée.

Comme on le verra, un des premiers champs disciplinaires mobilisés est la **prospective**. On s'inspire largement de sa philosophie et on reprend (ou on cite) grands

nombres de méthodes mises au point par d'éminents prospectivistes, notamment ceux de l'école française, qui s'appuient sur une analyse systémique considérant un large panel de variables économiques, sociétales, organisationnelles ou politiques. Cependant, à notre connaissance, ces méthodes n'ont pas été conçues pour analyser, comme le ferait un chercheur en physique, chimie, biologie ou médecine, les variables du système technologique associées à l'innovation étudiée. Et c'est justement par la compréhension des variables qui ont trait à la technologie, à son fonctionnement, à ses mécanismes, à ses lois et ses verrous que l'on peut espérer évaluer si l'innovation a des chances de percer ou pas. On s'appuie alors sur la **prévision technologique** qui met à notre disposition une boîte à outils conséquente pour étudier et projeter l'objet technologique. Mais attention, la prévision, qu'elle soit technologique ou pas, n'est pas en honneur de sainteté parmi les décideurs. Les modèles de prévision se sont trompés car on ne « prévoit » pas l'avenir avec un nombre restreint de variables comme ils le proposent. Notre idée est alors d'utiliser les modèles de prévision technologique en les plongeant dans un système socio-économique beaucoup plus vaste afin d'étudier les interactions entre les différents types de variables (technologiques, économiques, sociologiques...), d'analyser le jeu des acteurs présents et potentiels, puis de construire plusieurs avenir en suivant un éventail d'hypothèses sur la valeur future des variables ; ce sont les scénarios.

Une autre question se pose alors : parmi tous ces futurs possibles, y en a-t-il qui soient plus roses que d'autres ? roses pour qui ? roses comment ?

On ne peut y répondre sans avoir identifié, premièrement quel est le décideur à l'origine de l'analyse prospective technologique et, deuxièmement, quels sont ses objectifs ? L'identification des objectifs précède la définition des critères (un critère par objectif) et l'estimation de leur pondération afin de pouvoir comparer ensuite les différents scénarios entre eux. Compte tenu de ses leviers d'action, ses forces, ses faiblesses par rapport aux autres acteurs et des tendances lourdes mais aussi des germes de changements radicaux (ruptures), la finalité de la prospective technologique est de donner au décideur la marche à suivre pour qu'à ses yeux, ce soit l'avenir rose qui se réalise.

Une telle analyse repose sur la troisième discipline mobilisée dans ce guide : la théorie de **l'aide à la décision multicritère**. Nous ne l'utiliserons pas nécessairement dans toute sa richesse pour en simplifier la modélisation mathématique. Mais les grands principes sont sous-jacents à la méthodologie proposée dans le but de construire une argumentation qui éclaire le décideur dans ses choix, étant donnée sa situation actuelle dans l'échiquier des acteurs et aussi, compte tenu des ruptures envisageables. **L'introduction de ruptures** est sans doute un point original que nous apportons dans la méthodologie de l'aide à la décision multicritère en nous inspirant de l'analyse SWOTTR, *Strengths Weaknesses Opportunities Threats, Trends, Ruptures*, chère aux prospectivistes.

À la fin de la prospective technologique, aura alors été réalisé un travail de consultants qui s'adresse selon les cas, aussi bien à un décideur privé cherchant à imposer sur le marché son innovation en limitant la concurrence, qu'à un décideur public garant de l'intérêt général (voire, dans certains cas, soucieux de son score aux

prochaines élections). Et pour que cette prospective technologique soit efficace, il faut la mener bien en amont de la mise sur le marché de l'innovation (on ne fait pas une simple étude marketing) afin d'être à même de proposer au décideur des stratégies de positionnement à long terme, incluant par exemple, le renforcement d'un projet de recherche en laboratoire ou encore la conception de technologies génériques pouvant répondre à plusieurs marchés non identifiés *a priori*. En effet, comme le dit Talleyrand « *quand c'est urgent, c'est déjà trop tard* ».

Que cette phrase incite les décideurs à commanditer des études de prospective technologique surtout lorsqu'il est question de trouver des solutions innovantes pour aider à résoudre les grands problèmes contemporains, aux premiers rangs desquels se situent sans doute le réchauffement climatique, la pollution de l'eau et l'épuisement des ressources naturelles.

Plan du guide

Afin de présenter la méthodologie à suivre pour mener des analyses de prospective technologique, cet ouvrage, qui se veut avant tout didactique avec des illustrations par des cas non forcément représentatifs des avancées réelles de la recherche, des données de terrains ou de l'avis des experts (parfois en raison du caractère confidentiel des études ayant été menées), est structuré en huit chapitres.

Le premier revient sur l'histoire de la prospective tant pour comprendre sa philosophie et ses objectifs que pour rappeler les outils qu'elle a façonnés pour mener à bien sa mission.

Le second donne au lecteur les spécificités de la prospective technologique qui est associée à une innovation pressentie ainsi que les concepts indispensables sur lesquels s'entend toute la communauté de prospectivistes : tendances, faits porteurs d'avenir, scénarios... Des exemples de sujet sont présentés avant de décrire les grandes étapes de la méthodologie.

Au chapitre 3, on insiste sur le rôle central de l'analyse systémique dans la démarche prospective en général et technologique en particulier, puis on liste les bonnes questions à se poser pour commencer l'état de l'art technologique et appréhender le contexte socio-économique. On montre, dans ses grandes lignes, comment répondre à ces questionnements avec l'exemple de la filière innovante du captage, stockage du carbone (CSC) promue par la Commission européenne.

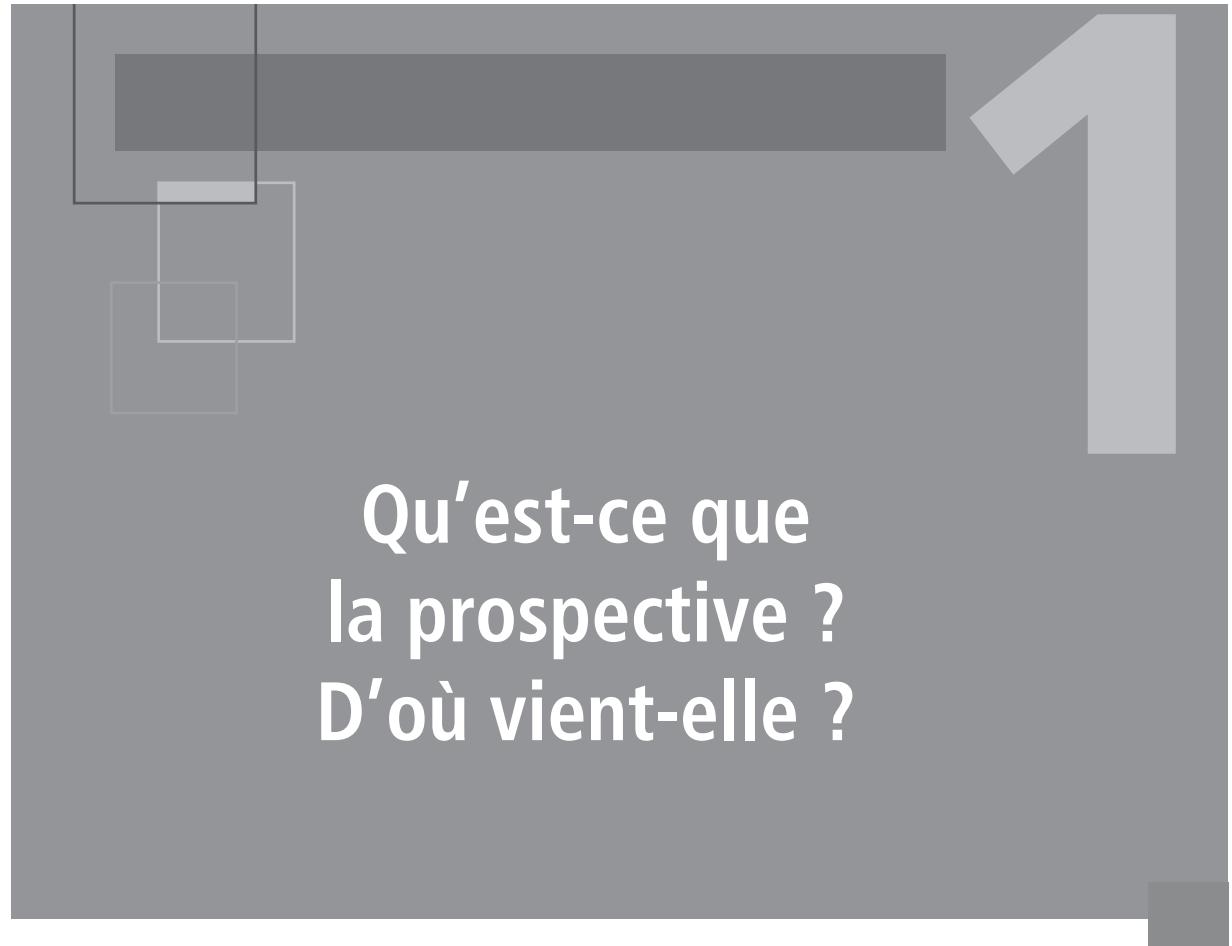
Après avoir bien pris connaissance de la technologie et de ses enjeux économiques, politiques et sociaux, il est question au chapitre 4, de construire une représentation de la réalité, certes simplifiée, mais fort utile pour avancer : le fameux *mapping* de variables avec en son cœur, l'objet d'étude tel qu'on a pu l'extraire du sujet avec le commanditaire. On classe les variables selon leur nature : technologiques, économiques, sociologiques, législatives... et on indique les questions à se poser pour identifier les risques qui pèsent dessus.

Les deux premières parties du chapitre 5 sont consacrées à l'analyse des acteurs, promoteurs, opposants à la technologie étudiée ou bien utilisateurs potentiels, régulateurs du secteur impacté... dans l'optique de comprendre comment ils ont intégragi dans le passé sur le *mapping* et comment ils se comportent aujourd'hui. Deux exemples, l'un emprunté au secteur médical (avenir du cœur artificiel), l'autre au domaine du solaire photovoltaïque, illustrent le propos. La troisième partie de ce chapitre met l'accent sur le décideur pour identifier ses objectifs, les leviers qu'il peut actionner pour les atteindre ainsi que les critères permettant de juger son action. Comme les conséquences de ses décisions sont tributaires du contexte (environnements économique, démographique, technologique, législatif...) sur lequel il ne peut pas jouer, l'appréhension des incertitudes et des ruptures envisageables, y compris dans le jeu des autres acteurs, prend toute son importance.

Le chapitre 6 donne les outils de prévision technologique et rappelle comment les intégrer dans la démarche prospective.

Le septième montre comment, riche de toutes les études précédentes, on peut, avec les outils dont on dispose, projeter le système dans le futur selon différents scénarios, pour donner *in fine* des recommandations au décideur sur la stratégie qu'il devrait mettre en place pour réaliser ses objectifs. L'exemple central de ce chapitre est issu du cas simplifié de la fixation de l'azote de l'air par le blé comme si l'on voulait aider l'Institut national de recherche agronomique (INRA) dans sa stratégie. Il est complété par l'exemple du cœur artificiel, le décideur présumé étant l'entreprise CARMAT, qui souhaite le promouvoir.

Enfin, le dernier chapitre montre comment croiser la méthodologie de prospective avec celle de l'aide à la décision multicritère en s'appuyant sur le cas de la mobilité solaire (véhicule électrique recharge par des panneaux solaires photovoltaïques intégrés au bâtiment), le décideur étant cette fois-ci, la puissance publique française garant de l'intérêt général.



Qu'est-ce que la prospective ? D'où vient-elle ?

« Il faut être réaliste dans le court terme et utopiste dans le long terme. »

Jean Jaurès

Nous faisons un bref historique de la prospective et de ses fondements avec au préalable un rappel sur la terminologie.

Le mot « *prospective* » est issu du verbe latin « *prospicere* » qui signifiait regarder au loin, discerner quelque chose devant soi. Au XVI^e siècle, on l'employait pour désigner l'optique et c'est au milieu du XX^e siècle seulement qu'il prend la signification qu'on lui connaît actuellement, Gaston Berger l'ayant utilisé à la place du terme « *prévision* » dans un article publié en 1957 dans la *Revue des Deux Mondes*. L'auteur aurait relancé le terme prospective parce que le mot *prévision* reflétait une vision quantitative et déterministe des choses, orientée vers le passé alors que la prospective se voulait plus qualitative, non déterministe et davantage tournée vers l'extrapolation des futurs possibles selon l'idée que **le futur restait à faire**. Cette démarche s'institutionnalise avec la création du Centre international de la prospective en mai 1957 auquel participeront notamment François Bloch-Lainé et Pierre Massé.

- Hogommat A., Pachter B., 2014, *La transmission du savoir à l'université dans une économie numérique à l'horizon 2050*, Rapport de prospective technologie, Master MTI
- Hooge S., Kokshagina O., Le Masson P., Levillain K., Weil B., Fabreguette V., Popiolek N., 2014, *Designing generic technologies in Energy Research : learning from two CEA technologies for double unknown management*, European Academy of Management, Valencia
- Huxley A., 1932, *Le meilleur des mondes*, Plon
- Jantsch E., 1967, *Technological forecasting in perspective*, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
- Kahn H., 1965, *On Escalation : Metaphors and Scenarios*, Praeger
- Kahn H., Wiener A. J., 1967, *The Year 2000 : A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*, The Hudson Institute
- Karabulut A., Sengenès J., 2014, *La télésurveillance en cardiologie en Europe aux horizons 2030 et 2050*, Rapport de prospective technologique, Master MTI
- Latouche J., 1975, La méthode des scénarios, TRP n° 59, *La Documentation française*
- Le Masson P., Kokshagina O., Weil B., Hatchuel A., 2014, Combining C-K theory and Matroids : a computational approach of the design of generic technology, in Gero JS (Ed.) *Design Computing and Cognition*, London.
- Malley G., 2007, *La déclaration : l'histoire d'Anna*, Naïve
- Martin-Amouroux J-M., 2008, *Charbon, les métamorphoses d'une industrie : la nouvelle géopolitique du XXI^e siècle*, Éditions Technip
- Massé P., 1962, Planification et prévision, *La Table ronde*, n° 177, octobre
- Meadows Donella, Meadows Dennis, Randers J., Behrens W., 1972, *The Limits to Growth*, Universe Books, publié en français, 1973, sous le titre *Halte à la croissance ? Rapport sur les limites de la croissance*, Fayard
- Meadows Donella, Randers J., Meadows Dennis, 1992, *Beyond the Limits : Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*, Chelsea Green Publishing Company
- Meadows Donella, Randers J., Meadows Dennis, 2004, *Limits to Growth : The 30-Year Update*, Chelsea Green Publishing, publié en français, 2012, *Les limites à la croissance (dans un monde fini)*, Rue de l'Échiquier
- Miles I., 2010, The development of technology foresight : A review, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77, n° 9, nov., p. 1448-1456
- More Th., 1516, *Utopia*

- Orts A., Salomon M., 2014, *Disponibilité de l'indium et du néodyme à moyen terme*, Rapport de prospective technologie, Master MTI
- Papon P., 2010, L'anticipation des ruptures : La prospective des sciences et techniques, et l'identification précoce des zones de rupture, *Futuribles*, n° 366, septembre
- POLINOTEN, 2014, *Efficience des politiques de développement et de diffusion des innovations technologiques de l'énergie : le cas du concept véhicule électrique couplé au solaire photovoltaïque intégré au bâtiment, à l'horizon 2030*, Rapport final, juin 2014, cofinancement ADEME, avec le CEA/I-tésé, le CEA/INES, le CSTB, l'IFPEN et l'IMRI de l'université Paris-Dauphine
- Poquet G., 1987, Méthodes et outils de la prospective, supplément aux *Cahiers français* n° 232, Juillet-septembre, Vers l'an 2000... et après ?, *La Documentation française*
- Renouvier C., 1876, *Uchronie, (L'Utopie dans l'histoire), Esquisse historique apocryphe du développement de la civilisation européenne tel qu'il n'a pas été, tel qu'il aurait pu être*, Alcan
- Rifkin J., 2012, *La troisième révolution industrielle*, Éditions Les Liens qui libèrent
- Robida A., 1883, *Le vingtième siècle*, Paris, G. Decaux
- Robida A., 1890, *La vie électrique*, Paris, La Librairie Illustrée
- Roy B., 1985, *Méthodologie Multicritère d'aide à la décision*, Economica, Paris
- Roy B., 1991, The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods, *Theory and decision*, 31, 49-73
- Roy B., Bouyssou D., 1993, *Aide multicritère à la décision : méthodes et cas*, Economica
- Ruyer R., 1950, *L'Utopie et les Utopies*, Presses universitaires de France
- Saint-Paul R., Ténière-Buchot P.F., 1974, *Innovation et évaluation technologiques, sélection des projets, méthodes de prévision*, Paris, Entreprise moderne d'édition
- Schaars S. P. 1989, *Megamistakes, Forecasting and the Myth of Rapid Technological Change*, The Free Press
- Taverdet Nathalie, 1994, Enquête Delphi sur la fixation biologique de l'azote de l'air par les céréales, *Biofutur*, n° 131, février 1994, p. 41
- Taverdet-Popolek N., 2006, *Guide du choix d'investissement : préparer le choix, sélectionner l'investissement, financer le projet*, Éditions d'Organisation, Eyrolles
- Taverdet-Popolek N., 2009, Place des modèles énergétiques quantitatifs dans la démarche prospective, *Revue de l'Énergie*, n° 589, pp. 190-193