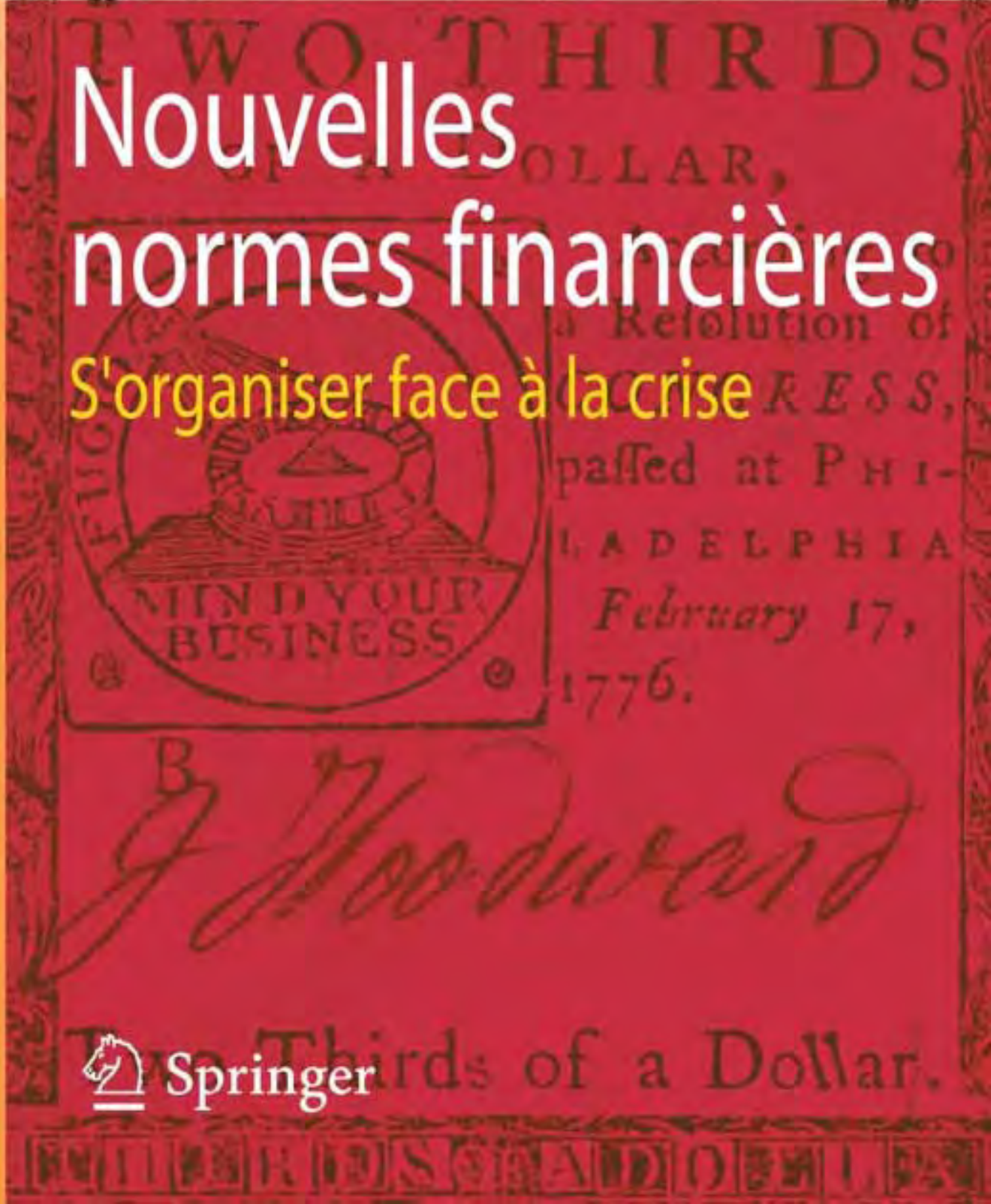
Sous la direction de

Christian Walter

Nouvelles normes financières

S'organiser face à la crise



Springer

Nouvelles normes financières

S'organiser face à la crise

Springer

Paris
Berlin
Heidelberg
New York
Hong Kong
Londres
Milan
Tokyo

Sous la direction de :

Christian Walter

Nouvelles normes financières

S'organiser face à la crise

Springer

Christian Walter

Fondation de la Maison des sciences de l'homme
Programme histoire et épistémologie de la finance
54, boulevard Raspail – 75006 Paris, France

ISBN : 978-2-8178-0069-1 Springer Paris Berlin Heidelberg New York

© Springer-Verlag France, 2010
Imprimé en France

Springer-Verlag est membre du groupe Springer Science + Business Media

Cet ouvrage est soumis au copyright. Tous droits réservés, notamment la reproduction et la représentation, la traduction, la réimpression, l'exposé, la reproduction des illustrations et des tableaux, la transmission par voie d'enregistrement sonore ou visuel, la reproduction par microfilm ou tout autre moyen ainsi que la conservation des banques de données. La loi française sur le copyright du 9 septembre 1965 dans la version en vigueur n'autorise une reproduction intégrale ou partielle que dans certains cas, et en principe moyennant le paiement des droits. Toute représentation, reproduction, contrefaçon ou conservation dans une banque de données par quelque procédé que ce soit est sanctionnée par la loi pénale sur le copyright.
L'utilisation dans cet ouvrage de désignations, dénominations commerciales, marques de fabrique, etc. même sans spécification ne signifie pas que ces termes soient libres de la législation sur les marques de fabrique et la protection des marques et qu'ils puissent être utilisés par chacun.
La maison d'édition décline toute responsabilité quant à l'exactitude des indications de dosage et des modes d'emploi. Dans chaque cas il incombe à l'usager de vérifier les informations données par comparaison à la littérature existante.

Maquette de couverture : Jean-François Montmarché

Liste des contributeurs

Christian Walter
Fondation de la Maison des sciences de l'homme
Programme histoire et épistémologie de la finance
54, boulevard Raspail – 75006 Paris, France

Auteurs

Éric Brian
École des hautes études en sciences sociales
Centre Maurice-Halbwachs (CNRS - ENS - EHESS)
48, boulevard Jourdan – 75014 Paris, France

Olivier Le Courtois
EMLYON Business School
Center for Financial Risks Analysis (EMLyon)
23, avenue Guy de Collongue – 69134 Ecully Cedex, France

Emmanuel Picavet
Université de Franche-Comté
Laboratoire de Recherches Philosophiques sur les Logiques de l'Agir (UFC)
30, rue Mégevand – 25030 Besançon Cedex, France

Michel Piermay
Fixage
11, Avenue Myron Herrick – 75008 Paris, France

Pierre-Charles Pradier
Université Paris 1
Centre d'économie de la Sorbone (CNRS - Paris 1)
90, rue de Tolbiac – 75013 Paris, France

Hubert Rodarie
SMA BTP
114, avenue Émile Zola – 75015 Paris, France

Jacques Sapir
École des hautes études en sciences sociales
CEMI & IRSES-FMSH
54, boulevard Raspail – 75006 Paris, France

Grégory Vanel
Université Laval
Centre d'études interaméricaines (IQHEI)
1030, avenue des sciences humaines. Bureau 5458-F – Québec G1V 0A6, Canada

Avant-propos

Christian Walter et Éric Brian

Cet ouvrage est le troisième d'une série de travaux entrepris dans le cadre du programme de recherches « Histoire et épistémologie de la finance » créé en 1997 à la Fondation de la Maison des sciences de l'homme (FMSH) par Christian Walter avec la participation d'Éric Brian et de Jean-Yves Grenier (aujourd'hui directeurs d'études à l'EHESS), cela à l'invitation de l'historien économiste Maurice Aymard (EHESS), alors administrateur de cette fondation[1].

Cette création offrait une formule de rencontre alors doublement originale. Tout d'abord, les sciences sociales prenaient ici enfin au sérieux la matière même de l'activité financière. Ensuite, un lieu se formait où se croisaient des protagonistes des mondes financiers et des mondes académiques. L'innovation a été soutenue par la conviction qu'ont eue très tôt deux professionnels de la finance de la nécessité, précisément pour les professions financières, d'un renouvellement radical des conceptions de la théorie financière, cela à la fois pour des raisons opérationnelles et pour des raisons éthiques : Hubert Rodarie et Luc Meeschaert.

L'Association française des intervenants sur les marchés de taux (AFIMAT) et la société Meeschaert Gestion privée ont ainsi financé le lancement du programme. Ce faisant, ils ont assuré son existence institutionnelle. C'est l'occasion ici de leur exprimer une nouvelle fois notre amicale gratitude pour la confiance qu'ils nous ont accordée et de leur réitérer nos remerciements pour leur soutien.

Dans son syllabus de 1997, le programme partait du constat que la finance contemporaine est une activité professionnelle marquée par la pratique intensive de l'usage de formalisations mathématisées qui modélisent l'incertitude au moyen du calcul des probabilités[2]. Que cet usage n'aille pas de soi et mérite d'être questionné a été le point de départ. D'où proviennent les modèles probabilistes financiers ? D'où tiennent-ils leur légitimité intellectuelle et so-

1. Les premières étapes qui ont conduit à la formulation de ce programme sont passées par l'histoire du concept d'efficience – Walter [1996] – et par l'analyse de l'influence des conceptions d'Alfred Cowles sur les méthodes de mesure de performance des portefeuilles gérés par des professionnels – Walter [1999].

2. Voir le site : www.msh-paris.fr/recherche/thematiques/finance/

ciale ? Qu'a-t-on transposé explicitement ou implicitement dans la finance en provenance d'autres disciplines ? Quelles sont les conséquences éthiques de ces transpositions souvent incontrôlées ? Pour répondre à ces questions il fallait mobiliser l'histoire, la sociologie et la philosophie des sciences.

Comme l'indique déjà le texte initial du programme, il s'agissait de mettre en évidence le rôle des modèles probabilistes, et donc des systèmes de représentations de la théorie financière, dans les pratiques professionnelles – on pourrait parler aujourd'hui des effets cognitifs et performatifs des modèles et des représentations. Cette question de l'induction[3] des modélisations probabilistes de la théorie financière sur les phénomènes eux-mêmes est au cœur des recherches conduites depuis lors à la FMSH : il est de la première utilité non seulement du point de vue scientifique mais encore du point de vue professionnel de comprendre la manière dont des cadres théoriques et techniques, des conceptions et des représentations en vigueur contribuent à la construction sociale effective des pratiques professionnelles empiriques que tout un chacun peut observer « sur le terrain ». Nous considérons qu'il n'est pas possible de penser les pratiques professionnelles financières sans penser la contribution de la théorie financière aux modes d'existence même de ces pratiques professionnelles, en raison de la nature inductive des énoncés de la théorie financière qui devient force sociale dès lors qu'elle entraîne une modification de ces pratiques. Il s'agit donc de repérer comment des éléments de cette théorie transforment des pans entiers des pratiques financières.

Lors de la sortie en 2007 du premier ouvrage collectif issu de ces travaux, nous écrivions : « *Critique de la valeur fondamentale* est conçu par les directeurs de sa publication comme un point de départ théorique, d'autres volumes étant dès maintenant à l'étude sur les normes financières actuelles, sur l'histoire du calcul financier, ou encore sur les conditions d'intervention des agents sur les marchés spécialisés[4]. » Ce dernier thème a depuis fait l'objet de la publication en 2009 d'un deuxième volume : *Comment tremble la main invisible. Incertitude et marchés*, par Éric Brian. Quant au premier thème annoncé dès 2007, sur les normes financières, c'est le volume collectif qui paraît aujourd'hui. Ces travaux se sont déroulés dans le contexte de l'essor des études sociales de la finance en France comme à l'étranger[5]. C'est un domaine particulièrement dynamique aujourd'hui qui explore comment la théorie financière a placé « au principe [des] pratiques [des agents (et nous ajoutons : des professionnels)], c'est-à-dire dans leur "conscience", ses propres représentations spontanées ou élaborées ou, pire, les modèles qu'[elle] a dû construire pour rendre raison de leurs pratiques[6]. »

Paris, mai 2010.

3. Au sens épistémologie que Gaston Bachelard a pu donner à ce mot en prenant modèle sur l'induction d'un courant par un champ magnétique.

4. Walter et Brian [2007, p. xi].

5. Notamment : MacKenzie [2006], MacKenzie, Muniesa et Siu [2007], Steiner et Vatin [2009]. En France une association pour les « Études sociales de la finance » (ssfa.free.fr/) a même été créée en juin 2000.

6. Bourdieu [2000, p. 19].

Sommaire

Avant-propos
Christian Walter et Éric Brian **vii**

Introduction
Christian Walter et Hubert Rodarie **1**

Première partie
Les aléas de la finance **9**

Chapitre 1
La *Value-at-Risk* de Condorcet à Bâle II
Pierre-Charles Pradier **11**

1.1 La VaR entre mesure et métrique 11
1.2 Les mathématiques mixtes au XVIII^{e} siècle 12
1.3 Les mathématiques actuarielles au XIX^{e} siècle 20
1.4 L'économie politique au début du XX^{e} siècle 26
1.5 La théorie financière à partir des années 1950 32
1.6 L'avenir de la VaR 39

Chapitre 2
Sur la théorie de la ruine
Olivier Le Courtois **43**

2.1 La faillite des compagnies d'assurance 43
2.2 Le processus de risque d'un assureur 46
2.3 Illustration 53
2.4 Annexe au chapitre 2 57

Chapitre 3
Le phénomène leptokurtique
Christian Walter **59**

3.1 Caractérisation de la leptokurticité 59
3.2 Modélisations de la leptokurticité 67
3.3 Trois raisons pour un même phénomène 73

Chapitre 4
Les limites de la conception du risque selon Solvabilité II
Michel Piermay **79**

4.1 Un cadre conceptuel restreint 79
4.2 La mesure des risques dans Solvabilité II 80
4.3 Trois problèmes de Solvabilité II 87

Deuxième partie
S'organiser face aux aléas **95**

Chapitre 5
IAS 39 et la martingalisation des marchés financiers
Christian Walter **97**

5.1 La financiarisation du monde 97
5.2 Trois sortes de martingales 100
5.3 La synthèse par le noyau de l'évaluation 103
5.4 Une convention keynésienne ? 105
5.5 Annexe au chapitre 5 107

Chapitre 6
Régulation financière et opportunisme rationnel
Emmanuel Picavet **125**

6.1 Régulation et opportunisme 125
6.2 L'opportunisme institutionnel 126
6.3 Régulation prudentielle et opportunisme des organisations 130

Chapitre 7
Les autorités épistémiques de la normalisation financière
Grégory Vanel **137**

7.1 La transformation des normes de la finance 137
7.2 Les autorités épistémiques de la finance 140
7.3 L'institutionnalisation d'une expertise financière réticulaire 144
7.4 La victoire du cadre conceptuel américain 149

Chapitre 8
L'illusion prudentielle
Jacques Sapir **161**

8.1 Régulation ou réglementation ? 161
8.2 Les changements du système prudentiel 163
8.3 Les deux formes de l'illusion prudentielle 172

Troisième partie
Que demander aux normes financières ? 189

Chapitre 9
Aléas, normes sociales et limites de la performativité
Éric Brian **191**

9.1 Normes et performativité sociales 191
9.2 Perspective historique 198
9.3 Épreuve empirique 200
9.4 Norme et résistance du phénomène financier 208
9.5 Annexe au chapitre 9 217

Chapitre 10
Vers de nouvelles normes financières
Hubert Rodarie **221**

10.1 Un élément de diagnostic sur la crise 222
10.2 Un nouveau cadre conceptuel 223
10.3 Sur la comptabilité 223
10.4 Sur l'approche prudentielle 225
10.5 Sur la gouvernance 227

Liste des références 229

Content

Foreword
Christian Walter and Éric Brian **vii**

Introduction
Christian Walter and Hubert Rodarie **1**

First part
Randomness in Finance **9**

Chapter 1
The Value-at-Risk from Condorcet to Basel II
Pierre-Charles Pradier **11**

1.1 VaR between Measurement and Metric 11
1.2 18th Century Mixed Mathematics 12
1.3 19th Century Actuarial Mathematics 20
1.4 Early 20th Century Political Economy 26
1.5 The Financial Theory from the 1950s 32
1.6 The Future of VaR 39

Chapter 2
On the Theory of Ruin
Olivier Le Courtois **43**

2.1 The Bankruptcy of Insurance Companies 43
2.2 The Insurer's Risk Process 46
2.3 Illustration 53
2.4 Appendix to Chapter 2 57

Chapter 3
The leptokurtic Phenomenon
Christian Walter **59**

3.1 Defining Leptokurticity 59
3.2 Modeling Leptokurticity 67
3.3 Three Reasons for the same Phenomenon 73

Chapter 4
The Limits of Risk Design according to Solvency II
Michel Piermay **79**

4.1 A Restricted Conceptual Framework 79
4.2 The Risk Measure under Solvency II 80
4.3 Three Problems in Solvency II 87

Second part
Responsing to Randomness **95**

Chapter 5
IAS 39 and the Martingalization of Financial Markets
Christian Walter **97**

5.1 Globalized Finance 97
5.2 Three Kinds of Martingales 100
5.3 The Synthesis of Market Pricing Kernels 103
5.4 A Keynesian Convention? 105
5.5 Appendix to Chapter 5 107

Chapter 6
Financial Regulation and rational Opportunism
Emmanuel Picavet **125**

6.1 Regulation and Opportunism 125
6.2 Institutional Opportunism 126
6.3 Prudential Regulation and Organizational Opportunism 130

Chapter 7
Epistemic Authorities in Financial Standards
Grégory Vanel **137**

7.1 The Transformation of Financial Standards 137
7.2 Epistemic Authorities in Finance 140
7.3 The Institutionalization of a Reticular Financial Expertise 144
7.4 The Hegemony of an American Conceptual Framework 149

Chapter 8
The Prudential Illusion
Jacques Sapir **161**

8.1 Regulation or Rules? 161
8.2 The Transformation of the Prudential System 163
8.3 Two types of Prudential Illusions 172

Third part
What is required with Financial Standards ? **189**

Chapter 9
Randomness, Social Norms and the Limits of Performativity
Éric Brian **191**

9.1 Social Norms and Performativity 191
9.2 A Historical Perspective 198
9.3 An Empirical Test 200
9.4 Standards and the Resistance of Financial Phenomena 208
9.5 Appendix to Chapter 9 217

Chapter 10
Towards new Financial Standards
Hubert Rodarie **221**

10.1 A Diagnostic on the Crisis 222
10.2 A New Conceptual Framework 223
10.3 About Accounting 223
10.4 About Prudential Approach 225
10.5 About Governance 227

List of References **229**

Introduction

Christian Walter et Hubert Rodarie

Depuis 2008, une forte contestation des normes financières « modernes » s'est installée. Pointés dans de nombreux rapports relayés par des politiques européens [1], y compris par Lord Alasdair Turner, le président de la FSA (*Financial Services Authority*) qui a inspiré nombre de réformes aujourd'hui mises en cause, les dysfonctionnements conduisent à un diagnostic pessimiste sur la pertinence et la qualité du dispositif installé depuis le milieu des années 1990.

Par normes financières, on désigne aussi bien le système de règles comptables que l'encadrement prudentiel des activités, en y incluant la gouvernance qui légitime les pratiques professionnelles. Depuis une dizaine d'années, on a démantelé ou abrogé toutes les réglementations restrictives en remplaçant « ce qui est permis/interdit » par « ce qui est bien », au nom d'une certaine conception du bien collectif, l'utopie d'un marché autorégulateur fondé sur l'égoïsme économique et indépendant des autres fonctions sociales, que les nouvelles normes financières voulaient promouvoir. Cette abrogation des règlements restrictifs s'est accompagnée d'une inflation des fonctions administratives de contrôle des risques, accentuant le pouvoir de bureaucraties décentralisées chargées de remplir les fonctions fixées par des autorités interétatiques – appelées autorités épistémiques de normalisation financière.

Cette croissance des fonctions administratives décentralisées de contrôle des risques traduit l'idéologie qui sous-tend les normes financières « modernes ». La complexité des articles des *Consultation Papers* du régulateur européen pour la directive Solvabilité II, la quantité des contrôles administratifs qu'implique la mise en place des normes prudentielles de Bâle II, ou encore la fréquence et la lourdeur des questionnaires QIS (études d'impact) qui viennent préparer la directive européenne sur les assurances, sont des témoins de la complication de l'entreprise idéologique engagée dans les années 1990.

Version moderne du célèbre Panoptique de Bentham, le contrôle des risques financiers à l'échelle mondiale est devenu la nouvelle utopie des promoteurs de l'autorégulation généralisée. L'un des paradoxes sur lesquels revient cet ouvrage est que cette conception du marché autorégulateur est apparue au XIX^{e} siècle et

1. Rapport La Rosière, textes du Forum pour la stabilité financière, etc.

qu'elle n'est pas étrangère à la conception de l'incertitude – à la confusion entre incertitude et erreur, devrions-nous dire[2] – formulée au milieu du XIX^e siècle par Adolphe Quetelet dans le cadre de sa théorie de l'homme moyen, qui elle-même faisait suite à la théorie des erreurs de Laplace et Gauss formulée quelques décennies plus tôt.

Il a été montré par Karl Polanyi dans *La Grande transformation* (1944) comment la mise en œuvre d'une telle conception étroite d'un marché autorégulateur n'a pas été spontanée mais, tout au contraire, résulta d'interventions actives et volontaristes de l'État qui – entre 1830 et 1850 – imposa à la société une organisation particulière du marché pour des fins non économiques, en contribuant ainsi à séparer l'économie de la société. Depuis les années 1990, ce sont des autorités interétatiques (les autorités épistémiques de normalisation financière) qui ont remplacé l'État du XIX^e siècle dans la construction sociale des normes. La voie du marché autorégulateur a été ouverte en force et maintenue ouverte par un accroissement de l'interventionnisme organisé de ces autorités épistémiques.

Ce démantèlement réglementaire depuis les années 1990 correspond ainsi à la mise en œuvre d'un projet social particulier, dans lequel le marché autorégulateur est pensé comme l'agent de réalisation du bonheur des hommes. La doctrine de normalisation financière a pris la forme d'une religion séculière, dans laquelle toute contestation était écartée comme hérétique. Par exemple, si la liberté d'agir des assureurs ou des banquiers entrait en conflit avec l'idéologie du marché autorégulé, le marché autorégulé avait la priorité. La crise aurait pu venir sonner l'heure de la raison et favoriser un changement de normes – donc de projet social.

Pourtant on ne peut qu'observer combien les blocages restent nombreux à l'heure actuelle. Certains sont politiques et bien repérés : ils sont les reflets de la compétition entre États, organisations professionnelles ou places financières. Mais d'autres nous apparaissent encore mal identifiés car ils relèvent des principes même du dispositif actuel : ce sont ces principes fondamentaux non remis en cause pour le moment, qui rendent toutes les modifications proposées, soit non entendues, soit irrecevables.

Les oppositions au système économique actuel, qui est – pour le dire très vite – la transposition de la théorie néoclassique dans les pratiques économiques réelles, sont de plus en plus violentes, et l'on réactive des courants de pensée contestataires issus d'autres tendances de la théorie économique. Ainsi réapparaissent dans le débat public les vagues successives de l'hétérodoxie économique, mais qui sont parfois excessives en regard des problèmes rencontrés. Vouloir le grand soir de la finance ne semble pas une voie réaliste pour reconstruire un système financier sur des principes nouveaux.

C'est la conscience d'une telle difficulté qui nous a fait réunir voici un an un groupe de recherche interdisciplinaire, pour analyser le cadre conceptuel qui sous-tend le dispositif de normes financières. L'objectif était double : détermi-

2. Brian et Jaisson [2007].

ner *à quelle logique obéissent les normes financières actuelles*, et examiner la possibilité de reconstruire un système de normes financières reposant sur une autre rationalité. La méthode suivie a consisté à analyser certains postulats de la finance moderne en adoptant tour à tour le point de vue de différentes disciplines (philosophie, sciences politiques, sociologie, histoire, économie et actuariat), afin d'établir le rôle joué par les *a priori* théoriques dans les modélisations mathématiques et dans les constructions sociales des normes réglementaires actuelles.

Nous avons cherché à montrer comment ces *a priori* théoriques ont pu conduire à utiliser des modèles défectueux qui ont rendu les normes financières inefficaces voire dangereuses. Mobilisés à l'initiative d'Hubert Rodarie, plusieurs chercheurs ont croisé leurs propres recherches, coordonnés à cette occasion par Christian Walter. Ces travaux ont été présentés le 27 novembre 2009 lors de la journée *Refonder les normes de la finance* organisée au siège du groupe SMA BTP à Paris[3]. Le présent ouvrage est issu de cette rencontre.

Nous avons choisi d'aborder la question de la rationalité des normes à partir d'un point de vue spécifique, celui de la représentation de l'incertitude. Ce choix présente l'avantage (et donc l'inconvénient) de restreindre notre champ d'investigation, mais il nous permet d'entrer dans la question de la justification des normes par une voie intéressante. En effet, les normes financières sont supposées encadrer des phénomènes qui sont par nature incertains, et la manière d'appréhender cette incertitude doit nécessairement avoir une conséquence sur la façon de concevoir puis de construire une normativité financière. Cette appréhension de l'incertitude se déploie dans deux champs d'analyse, celui de la rationalité des comportements – et des croyances individuelles, et celui de la modélisation probabiliste des calculs de risque.

Beaucoup de débats publics et de rapports gouvernementaux ont abordé la question de la refonte de la régulation financière et ont proposé des solutions globales qui semblent pour le moment se limiter à des ajustements marginaux, au point que l'on pourrait être tenté de douter de la possibilité de faire aboutir une réforme profonde du système financier international. Nous avons la conviction que ces débats profiteraient d'une clarification de la relation entre la modélisation de l'incertitude des phénomènes économiques et la forme des réponses que lui opposent les agents.

Une première approche de cette question a été proposée en 2009 par Éric Brian[4], et nous avons cherché à prolonger cette analyse sur la question des normes. Cette perspective précise est l'un des aspects novateurs de notre projet. Nous pensons que notre approche permettra de mieux comprendre les effets des représentations mentales de l'incertitude sur le choix d'une organisation financière. Pour le moment, une telle approche n'est pas abordée dans les débats sur la refonte du système financier et le travail de clarification que propose cet ouvrage devrait permettre une réévaluation des questions de régulation.

3. http://www.msh-paris.fr/actualites/actualite/article/quelle-regulation-face-a-lincertitude-de-la-finance/

4. Brian [2009].

Comme point de départ de notre démarche, nous avons utilisé le diagnostic de la crise proposé en 2008 et 2009 par Christian Walter à partir de l'hypothèse d'un impact d'une représentation très particulière de l'incertitude [5] : la croyance en la *réduction brownienne de l'incertitude*, une représentation mentale forte qui façonne à la fois les aspects mathématiques de la finance (les calculs de risque) et ses aspects sociaux (les organisations).

Cette croyance a été appelée « virus brownien » ou « virus B » [6] pour signifier que, tel un virus, la représentation brownienne s'était installée dans tous les esprits, influençant modes de raisonnement et principes d'action. Nous nous sommes demandés dans quelle mesure et comment cette croyance brownienne avait pu avoir un effet sur la construction des normes financières depuis les années 1990, et si une autre représentation de l'incertitude pourrait permettre de construire un cadre conceptuel différent de celui dont on a vu les limites avec la crise.

Définissons plus précisément ce qui est en question. La croyance dans la validité d'une représentation de l'incertitude représente une *norme de rationalité théorique*, dont le corollaire est une compréhension des comportements humains face à l'incertitude, qui est une *norme de rationalité pratique*. La croyance brownienne est une croyance collective qui implante dans le système financier une vision réductrice des hommes réels, remplacés par des automates rationnels au sens de la théorie économique néoclassique (les « idiots rationnels » selon l'expression d'Amartya Sen), et conduit inéluctablement à la négation de deux réalités : le risque que l'on croit pouvoir maîtriser voire annuler – le domaine des normes prudentielles – et le temps, que l'on croit pouvoir aplatir voire oublier – le domaine des normes comptables. Cette double négation a permis l'illusion prudentielle et comptable qui a fondé les bases conceptuelles de l'optimisme collectif à l'origine de la dynamique de la bulle de crédit dont l'éclatement a eu les conséquences que l'on connaît.

Nous n'avons pas ici l'intention d'expliquer le succès de cette croyance brownienne en reconstruisant les raisons qui l'ont fondée et qui ont conduit les communautés financières professionnelle, politique et scientifique à la considérer massivement comme « juste », voire comme « vraie », sans aucun esprit critique.

Nous n'avons pas non plus l'intention d'ouvrir un nouveau procès des mathématiques financières : il a été montré ailleurs comment cette croyance brownienne s'apparente davantage à une idéologie qu'à un choix mathématique particulier. L'hypothèse appelée « virus brownien » revient seulement à soutenir deux affirmations : a) avant d'être une crise de l'expertise technique ou de l'éthique financière (même si ces aspects sont réels), la crise financière a d'abord été une crise de la connaissance ; b) tout diagnostic de la crise est incomplet sans cette dimension épistémologique.

5. Walter [2008, 2009a, 2009b].
6. Walter et Pracontal [2009].

Voici un exemple avec la question de la « transparence ». Aujourd'hui la transparence en économie se trouve promue au rang de valeur absolue dans la reconstruction attendue du système financier, et requise comme condition d'une meilleure égalité de tous devant l'information, que l'on imagine être le passage obligé vers une meilleure justice financière voire une justice sociale. Croire cela revient à croire que l'on peut réduire la justesse de l'échange à l'accès à l'information pertinente (d'où par exemple la norme IAS 39).

Pourtant, l'incertitude – et donc la réalité des situations – ne se réduit pas par de l'information *a fortiori* pensée comme des signaux qu'il faut compiler. Une certaine forme d'opacité est nécessaire au bon fonctionnement d'un marché, et c'est bien davantage la confiance plus que la transparence, qui assure à l'échange ses bonnes propriétés. Il s'agit de passer « de la main invisible à la poignée de main » comme l'a proposé Jean-Pierre Dupuy de manière imagée.

Croire que la transparence peut résorber l'incertitude et assurer la justesse d'une transaction financière fait retrouver la confusion de Quetelet entre incertitude et erreur : le risque est assimilé à une erreur, donc est réductible par le calcul, l'erreur est due à un manque d'information, ce manque d'information est rectifiable par la mise en place d'institutions appropriées. Il en résulte que la transparence totale (ou la plus grande possible) permettra l'annulation (ou la réduction la plus grande possible) du risque. *Quod erat demonstrandum.* Cette prétention de tout prévoir et de tout calculer évoque le démon de Laplace appliqué aux phénomènes sociaux et révèle l'existence d'un projet totalitaire dans le discours néoclassique, rappelé dans plusieurs critiques de la théorie néoclassique.

Indépendamment de la question de l'incertitude propre aux phénomènes financiers (ou incertitude exogène), cette illusion épistémologique évacue totalement les acquis les plus élémentaires de la théorie des jeux, qui montre qu'une imprévisibilité radicale peut résulter des interactions rationnelles d'agents parfaitement informés. Autrement dit, une information absolue n'évacue en rien une incertitude intrinsèque. L'incertitude est ici relative à l'action des agents (incertitude endogène). Si l'opacité totale empêche l'économie de fonctionner, la transparence totale est un mythe épistémologique qui nie la présence d'acteurs humains en interaction sur les marchés.

On a montré ailleurs la parenté qui existe entre la croyance brownienne et le schème cognitif quételésien. L'apologie de la transparence dont le corollaire est l'inflation de documents dits « d'information »mais en fait à faible contenu informationnel, et dont l'effet est de noyer les acteurs financiers sous une mer de signaux sans réelle valeur opérationnelle, est donc une autre conséquence du virus brownien.

Sans prétendre apporter de réponse formelle et homogène à la question de la relation entre modélisation de l'incertitude financière et construction d'une normativité appropriée, le présent ouvrage éclaire cette question par des voies multiples. Chacun des chapitres concerne un champ disciplinaire défini.

Le premier chapitre (Pierre-Charles Pradier) retrace l'histoire du concept de *Value-at-Risk*, pour faire apparaître comment cette notion très controversée aujourd'hui trouve ses racines dans le principe de probabilité raisonnable de Condorcet, et peut donc conserver une pertinence opérationnelle – une règle de gestion de solvabilité – pour autant qu'on soit vigilant sur la manière dont on probabilise l'incertitude. La pertinence des mesures de VaR résulte donc directement de celle des hypothèses probabilistes faites dans les modèles : « la VaR, détachée des hypothèses des modèles, est appliquée à tort et à travers ».

Ce sont précisément les hypothèses des modèles qui sont abordées dans le deuxième chapitre (Olivier Le Courtois), avec l'exemple de la modélisation de la faillite des compagnies d'assurance par la théorie de la ruine : « la théorie de la ruine et, par suite, la solvabilité des compagnies d'assurance, est étroitement dépendante d'hypothèses probabilistes fortes sur la nature des processus aléatoires sous-jacents ». Or l'intention de proximité de la théorie actuelle de la ruine avec le raisonnement naturel des « gens de métier » semble absente des modélisations existantes, ce qui les rend inutilisables dans un contexte professionnel pour la gestion du processus de risque. Ce chapitre montre comment un changement de modélisation probabiliste – utilisant des marches au hasard non browniennes – permet de rendre ces théories plus proches des besoins pratiques des professionnels. L'une des questions posées est bien celle de la discontinuité des trajectoires boursières, qui contredit le modèle standard de la finance – l'exponentielle de mouvement brownien. L'une des traces de la discontinuité est la non normalité des distributions marginales empiriques (quoique ces deux questions soient nettement distinctes).

Le troisième chapitre (Christian Walter) propose une synthèse sur ce phénomène leptokurtique (terme qui désigne la non normalité). On y trouve présentées et discutées les principales écoles de modélisation qui ont cherché à rendre compte de la dispersion de l'incertitude financière et ont marqué les débats des quarante dernières années.

Le quatrième chapitre (Michel Piermay) présente la manière dont la simplification extrême de l'incertitude financière dans la directive européenne Sovabilité II conduit à une approche fausse et dangereuse de la gestion des risques. Trois difficultés apparaissent avec Solvabilité II, un problème statistique, un problème probabiliste, un problème comportemental : « ces trois difficultés sont la conséquence d'une approche scientiste du risque ». On voit comment des choix erronés de modélisation probabiliste donnent l'illusion d'une fausse sécurité financière tout en encourageant des comportements de détournement rationnel de la réglementation.

La deuxième partie de l'ouvrage se penche sur la construction sociale des normes et la relation entre les règles et les comportements, c'est-à-dire les manières de s'organiser face aux aléas financiers. Un exemple d'organisation sociale des marchés est donné par la manière dont la théorie financière a fait construire, à partir des années 1980, le schéma des transactions financières au moyen des modèles de martingales.

Le cinquième chapitre (Christian Walter) analyse cette construction probabiliste comme une convention keynésienne destinée à stabiliser les formes de l'échange, et montre comment cette « convention martingale »– dont l'une des formes est l'équation d'Euler sur le noyau d'évaluation de Lucas – a permis le développement presque sans limites des marchés financiers de 1980 à 2000. Cette « martingalisation » des marchés peut être vue comme l'un des fondements conceptuels de la norme IAS 39. Une telle convention ne peut durablement fonctionner que si un nombre suffisant de participants au marché y « croient », et c'est cette croyance même qui permet l'émergence sociale de la norme IAS 39.

Le sixième chapitre (Emmanuel Picavet) s'intéresse à la question de l'émergence sociale des normes collectives à partir des croyances des acteurs concernés. Le rôle des modèles épistémiques – comme par exemple la manière de penser l'incertitude – pour que des croyances éventuellement contradictoires convergent vers des normes pratiques acceptées par tous est souligné, ce qui fait apparaître l'importance des représentations mentales pour l'instauration sociale d'un système de normes.

Les autorités qui légitiment les modèles épistémiques assurant l'entente collective des acteurs de la finance, appelées pour cette raison « autorités épistémiques de normalisation financière », sont l'objet du septième chapitre (Grégory Vanel). La représentation de l'incertitude véhiculée par la conception américaine de la « culture du risque »(réduire l'incertitude par un calcul probabiliste) a progressivement envahi la totalité des réseaux internationaux de production de normes financières, conduisant à une vision à court terme de la profitabilité, de la solvabilité et du risque.

Cette culture anglo-saxonne du risque est à l'origine d'une illusion prudentielle, objet du huitième chapitre (Jacques Sapir), qui prend deux formes : l'instance chargée de la réglementation peut croire qu'elle contrôle tout, les agents soumis à ces règlements peuvent se croire en sécurité. L'une des causes de cette illusion est la confusion entre information et signal. Si l'information consiste en une combinaison d'un signal et de sa réception, la réduction de l'incertitude au seul risque a pour corollaire la réduction de l'information au seul signal, ce qui a pour conséquence de noyer les opérateurs dans une mer de signaux sans réelle utilité. D'où l'intérêt de rétablir des réglementations restrictives pour diminuer le nombre des états possible du monde futur. Si les régulateurs mettent en place des règles dangereuses de gestion de l'incertitude, ils peuvent créer ou accentuer des déséquilibres.

La troisième partie aborde la question de la performativité des normes. Le neuvième chapitre (Éric Brian) examine les effets paradoxaux des réponses institutionnelles données jusqu'ici face à l'incertitude propre aux phénomènes financiers. Le dernier chapitre (Hubert Rodarie) propose six mesures couvrant les trois domaines des normes financières : la comptabilité, la prudence et la gouvernance. On retrouve certaines mesures qui ont été préconisées à des degrés divers dans les analyses de la crise mais on en justifie la pertinence et la cohérence par référence au nouveau cadre conceptuel proposé.

Pour terminer, voici notre proposition centrale : le système financier doit prendre en compte la réalité du risque, quitter l'univers rassurant de la représentation brownienne pour assumer l'incertitude non brownienne d'un monde qui connaît ruptures et chocs. C'est en s'appuyant sur cette réalité que l'on pourra guider efficacement les choix des professionnels et des régulateurs. Nous proposons et promouvons un cadre conceptuel nouveau, reposant sur une conception renouvelée de la pensée de l'incertitude, qui permettra d'asseoir et de rendre scientifiquement cohérent un corps de normes qui peut différer de celui qui est actuellement promu et implanté dans les législations. En cela, notre initiative complète et renforce adéquatement les travaux déjà existants provenant d'autres groupes de travail professionnels ou scientifiques[7].

7. Mention à préciser pour les références à cette introduction : Christian Walter et Hubert Rodarie, « Introduction », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 1-8.

Première partie

Les aléas de la finance

Chapitre 1

La *Value-at-Risk* de Condorcet à Bâle II

Pierre-Charles Pradier

1.1 La VaR entre mesure et métrique

La *Value-at-Risk* (ci-après VaR) comme mesure du risque bancaire s'est diffusée à une vitesse fulgurante dans les années 1990, comme l'a montré Holton [2002]. Toutefois, une pure histoire de la finance échoue à comprendre cette rapidité, pas plus qu'elle ne peut rendre compte des raccourcis abusifs dans l'usage de la VaR qui ont conduit à la crise. La thèse que nous défendons consiste à expliquer simultanément ces deux phénomènes par le caractère faussement intuitif d'un concept qui résulte d'une histoire longue. La VaR est de ce fait souvent mal comprise. L'essentiel de l'élaboration théorique présente dans le concept de VaR remonte à Condorcet et à son « principe de probabilité raisonnable ». Les progrès enregistrés au XX^{e} siècle sur ce point procèdent de la diffusion des pratiques plutôt que de la production de connaissances nouvelles. La fin nous permet même de considérer que la diffusion n'a pas été entièrement satisfaisante.

La VaR résume l'exposition d'un portefeuille au risque de marché ; la littérature insiste sur la distinction entre *métrique* et *mesure* : la première est une fonction quand la seconde correspond à des valeurs particulières (évaluation d'un portefeuille par la fonction). Bien que différentes métriques existent, on considère en général les VaR pour un seuil de confiance donné pour une période donnée. On parle par exemple de VaR en euro quotidienne à 90 %. Si un portefeuille est caractérisé par une VaR en euro quotidienne à 90 % d'un million, alors cela signifie qu'il existe une probabilité de 10 % que la perte quotidienne sur ce portefeuille soit supérieure à un million. Comme telle, la VaR rappelle immanquablement les intervalles de confiance de la statistique mathématique.

Il semble donc que la VaR soit une application financière directe des travaux de Neyman et Pearson. En fait, les théories statistiques de la dispersion ont une histoire bien plus ancienne, qui prend d'ailleurs racine dans les sciences de la société. Dans la suite, notre plan d'exposition identifie des champs théoriques, avec leurs problématiques, leurs auteurs propres, en situant leur époque. C'est donc aussi une histoire institutionnelle des disciplines qui nous conduit à rappeler les travaux d'arithmétique politique liés au développement des mathématiques mixtes, à la fin du XVIII^{e} siècle (1.), avant de commenter la naissance de l'actuariat et de la théorie mathématique du risque (2.), puis la transformation de l'économie politique en science économique (3.) et le détachement de la finance (4.), laquelle finit par se distinguer non plus seulement comme discipline académique, mais aussi comme communauté de pratiques (5.). Un dernier paragraphe (6.) propose une approche plus analytique et critique pour avancer vers des propositions.

1.2 Les mathématiques mixtes au XVIII^{e} siècle

L'histoire de l'économie et de la statistique mathématiques a longtemps souffert du dédain croisé des historiens des sciences et de l'économie. L'obscure carrière d'un Louis Bachelier témoigne du mépris quasi général des mathématiciens pour les questions économiques, à laquelle correspond une horreur des historiens de la pensée économique pour les mathématiques, tant qu'ils étaient considérés comme des « hiéroglyphes effarouchants ». Malgré les recherches récentes, la culture générale ignore encore « l'œuvre économique » de d'Alembert ou Laplace, qui restent, pour l'honnête homme, des mathématiciens « purs ». Au contraire, les esprits des Lumières ont saisi flambeau de l'analyse mathématique pour éclairer le monde et pour agir, comme l'a si bien écrit Nicolas Rieucau :

> « La validité d'un résultat mathématique doit en principe être estimée d'après sa capacité à rendre intelligibles les objets réels, les mathématiques mixtes étudiant "les propriétés de la grandeur concrète, en tant qu'elle est mesurable ou calculable", comme on le lit à l'article "Mathématiques" (1765) de l'*Encyclopédie* dont d'Alembert partage la rédaction avec Boucher d'Argis. »

Divers aspects du calcul économique ont retenu l'attention des mathématiciens du XVIII^{e} siècle, ils nous sont maintenant connus grâce aux travaux d'Éric Brian, Bernard Bru, Pierre Crépel, Nicolas Rieucau, et d'autres. Dans ce panorama, contentons-nous ici d'examiner la relation entre principe de certitude morale et principe de probabilité raisonnable de Condorcet, le modèle de Condorcet et les idées curieuses de Tetens.

1.2.1 La recherche d'une certitude morale

Chez les auteurs français, l'idée de « certitude morale », déjà assez connue de la communauté scientifique dans les années 1730[1], est popularisée par Buffon qui parle de « probabilité morale nulle ». Pour résoudre le paradoxe de Pétersbourg, Buffon constatant que la probabilité pour un homme d'âge mûr de mourir dans la journée était d'un dix-millième, propose de compter pour nulles les probabilités plus faibles[2]. Condorcet pour sa part préfère écrire *forte assurance*[3]. Pour celui-ci, au-delà de l'animosité qui l'opposait au naturaliste[4], la position de Buffon est intéressante mais trop simple. En effet, Condorcet considère que plusieurs catégories de risques sont pertinentes dans la décision économique :

> « Un homme raisonnable ne doit se livrer au commerce que dans le cas où il trouve une probabilité assez grande qu'il retirera ses fonds, avec l'intérêt commun et le prix de son travail. Il lui faudroit sans doute une probabilité à peine différente de la certitude de ne pas perdre la totalité de ses fonds, et même d'en conserver la partie qui est nécessaire à sa subsistance et à celle de sa famille; et une probabilité encore très grande de ne pas les diminuer jusqu'à un certain point[5] ».

Ainsi ce qu'on doit appeler la *décision rationnelle d'entreprendre* suppose-t-elle la certitude morale[6] de ne pas faire faillite, mais aussi l'improbabilité(s) d'un (ou plusieurs) risque(s) dirimant(s)[7].

1. Voir Rieucau [1997] : « Cette expression est relativement répandue lorsque Buffon l'emploie pour son propre compte. Dans son *Introduction à la philosophie* [1736, p. 128], notons que 'sGravesande estime qu'elle est d'usage "vulgaire". O. B. Sheynin (1977) rapporte à cet égard qu'on la trouve déjà chez des auteurs tels que Descartes, Huyghens, Leibniz ainsi que chez Jean et Nicolas Bernoulli. »

2. Buffon [1777, p. 38] : « Comme tout homme de cet âge (cinquante-six ans), où la raison a acquis toute sa maturité et l'expérience toute sa force, n'a néanmoins nulle crainte de la mort dans les vingt-quatre heures, quoiqu'il n'y ait que dix mille (...) à parier contre un, qu'il ne mourra pas dans ce court intervalle de temps ; j'en conclus que toute probabilité égale ou plus petite, doit être regardée comme nulle. »

3. Condorcet [1785c, p. 23].

4. Sur la haine entre les deux personnages, voir Rieucau [1995, p. 21, n. 85].

5. Condorcet [1784, p. 486].

6. Voir Rieucau [1998]. Condorcet [1784, p. 492] propose de « savoir comment dans la pratique les hommes qui passent pour sages, et dont les projets ont réussi, ont résolu le même problème ; par exemple, quelle a été la probabilité de ne pas perdre que les assureurs ont su se procurer dans les différents bureaux d'*assurances* qui ont pu continuer le commerce avec avantage. » C'est donc une véritable *définition expérimentale* de la rationalité que Condorcet propose.

7. En envisageant la probabilité des événements « retirer de son activité le profit normal », « ne pas perdre plus d'une certaine somme », « ne pas perdre tout son bien » , Condorcet distingue trois « événements » dont le premier inclut le deuxième, qui englobe lui-même le suivant. Le risque inhérent à l'activité économique admet alors trois niveaux : « avoir travaillé pour rien », « avoir perdu une somme considérable dans ses affaires » et « être ruiné » (ces risques constituent les événements complémentaires des niveaux de certitude décrits par Condorcet).

Pour résumer ce principe de décision, on parlera ici de « principe de probabilité raisonnable (pour entreprendre) ». On pourrait donc comparer le risque propre à deux affaires en comparant ces probabilités respectives, et décider suivant ce risque. Ceci ne va sans poser divers problèmes. D'une part Condorcet, l'inventeur du paradoxe[8] qui porte son nom propose en fait trois métriques, sans indiquer comment les ordonner : l'indécision est alors à prévoir. D'autre part la détermination des seuils (en particulier dans l'estimation d'« un certain point ») ne repose sur aucun critère objectif. Ces problèmes sont solubles. La théorie des « seuils » (en anglais *disaster threshold*) a très largement résisté à l'usure du temps, elle s'est même bonifiée puisque les seuils conventionnels ont fini par être universellement acceptés, puisqu'on en parle encore. Ensuite, le problème des seuils concurrents conduit à considérer la décision par exclusion des stratégies non-pertinentes (celles pour lesquelles les risques ne sont pas d'une *improbabilité* raisonnable). Il faut ensuite appliquer sur les stratégies qui satisfont aux seuils de « probabilité raisonnable (pour entreprendre) » un critère de décision, qui peut être, par exemple, la maximation de l'espérance.

1.2.2 Condorcet et l'exemple des assurances

Le texte dans lequel Condorcet expose avec le plus de détail cette théorie des seuils est un article de l'*Encyclopédie méthodique* qui suscitera des développements chez Laplace et Lacroix sur les assurances maritimes. Bien que cet article soit maintenant connu grâce aux travaux de Pierre Crépel [1988] et Jean-Nicolas Rieucau [1998], il n'est peut-être pas inutile d'en rappeler le contenu avant d'introduire aux écrits ultérieurs.

Au milieu des années 1780, Condorcet déploie une activité assez intense pour promouvoir les assurances : il organise un prix de l'Académie des sciences ([1783][9]) et rédige des articles ([1784], [1785a], [1785b]) ou des notes longtemps restées inédites ([s. d.]). L'assurance maritime, qui existe déjà depuis plus de trois siècles, n'en avait pas besoin, mais les assurances agricoles (que l'auteur appelle de ses vœux) ne sont qu'à l'état de projet, tandis que la loi et la morale réprouvent encore dans les pays latins l'institution d'assurances sur la vie déjà développées en Angleterre. Si les lettres apocryphes ([1785a], [1785b]) tendent à populariser une idée nouvelle et un peu aventureuse, l'article « Assurances maritimes » de l'*Encyclopédie méthodique* expose la foi de Condorcet dans le *principe* même de l'assurance : comme son titre ne l'indique pas, il vise en fait à promouvoir toutes les formes d'assurances.

La modalité choisie pour convaincre les lecteurs est le calcul économique, appliqué tant à l'assureur qu'à l'assuré potentiel. Ce point mérite qu'on s'y

8. On sait que le mot de *paradoxe* n'est pas de Condorcet (ni même de Borda), même si le marquis concède que le contenu en soit « paradoxal ». Voir sur ce sujet Rieucau [1997], chapitre II, section 2, § 3, n. 102.

9. Ce prix, proposé en 1781 par l'Académie des sciences à l'instigation de Condorcet, ne fut pas remis à la date prévue (1783) et finalement reporté deux fois. En 1787, Lacroix et Bicquilley partagèrent enfin ce prix. Il est donc vraisemblable qu'à cette date au moins, Laplace n'avait pas vraiment avancé dans le sujet.

arrête puisque, comme l'ont remarqué Crépel et Rieucau, Condorcet, comme avant lui Daniel Bernoulli [1731], met en équation aussi bien la compagnie d'assurance que ses clients, ce qui n'est plus le cas chez les auteurs suivants.

Du point de vue abstrait, le calcul est simple : Condorcet modélise un décideur confronté à n opérations identiques, qui se résolvent chacune en un échec ou un succès. Les probabilités des différents niveaux du bilan de l'assureur sont donc données par le tirage d'une loi binomiale. Dans la pratique, si la probabilité d'un échec est p, la probabilité d'avoir k échecs parmi n tirages est égale à $C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$, et on ne dispose pas d'une fonction de répartition explicite. On peut bien sûr en bricoler une, en écrivant que si X est la variable binomiale qui désigne le nombre d'échecs parmi n tirages, alors $\Pr(X \leq m) = \sum_{k=0}^{m} C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$. Mais le calcul est très lourd, d'autant que l'inconnue est ici m : on veut calculer m sachant $\Pr(X \leq m)$ donné[10]. Il faut additionner les termes du binôme, ce qui est évidemment très fastidieux, rend pénible la lecture de l'article de Condorcet et réduit sa portée pratique à presque rien. On peut cependant rappeler le but de la formalisation du marquis : fixer le prix de vente de l'assurance afin de réduire la probabilité de faillite de l'assureur à une quantité moralement négligeable. C'est donc bien la problématique de la théorie du risque, qui vise à déterminer le taux de chargement afin d'immuniser la compagnie contre les conséquences d'une accumulation de sinistres. Faute d'outil mathématique adapté, Condorcet ne parvient qu'à un demi-succès : il montre clairement l'intérêt de la théorie qu'il propose, mais sa complexité analytique la rend quasiment inutilisable.

Le *principe de probabilité raisonnable* de Condorcet appliqué à la gestion d'entreprise se résume donc ainsi : le taux de profit est fixé de manière à rendre la VaR compatible avec la solvabilité presque sûre. Avant de présenter les développements de la théorie de l'assurance, il faut indiquer que l'auteur lie cette question du risque à celle de l'estimation. La deuxième partie de l'article « Assurances maritimes » traite de la « probabilité des événements futurs d'après les événements passés » (ou, dans des termes plus laplaciens, de « la probabilité des causes constantes par les événements déjà observés »). L'auteur retourne ainsi à ses travaux des années 1770 sur la méthode bayésienne asymptotique, qu'il a mise au point avec Laplace[11]. Si les résultats de cette méthode bayésienne paraissent maigres[12], ils témoignent au moins chez Condorcet d'un réel souci de prise en compte de la nature statistique des données, au contraire de l'« objet frivole »[13] (« jeux de hasard » caractérisés par des probabilités *a priori*) où « les géomètres se bornèrent assez longtemps », avant lui.

10. En fait, l'inconnue est une fonction de m et du taux de chargement (on veut calculer le taux de chargement qui permet d'obtenir un niveau de sécurité donné). Le lecteur désireux de retrouver l'intégralité des calculs pourra se reporter au texte original, ou à Crépel [1988].

11. Sur les relations entre les travaux de Bayes, Condorcet et Laplace, voir Bru et Crépel [1994, p. 256-60] et Brian [1994, p. 132-40].

12. Le principe de l'estimation « bayésienne » est ici de considérer que si m vaisseaux ont péri et n n'ont point péri, la probabilité (« des événements futurs d'après les événements passés ») de succès est $\frac{m+1}{m+n+2}$. Voir Condorcet [1784, p. 491] ; Laplace [1774].

13. Condorcet [1785c, p. 601].

1.2.3 Tetens et la recherche d'une métrique de risque

À peu près au même moment que Condorcet, un philosophe Allemand, Johannes Nicolaï Tetens, considère les mêmes problèmes : la théorie mathématique du risque et la question de l'estimation. La personne de Tetens est suffisamment mal connue pour que l'on puisse lui consacrer un moment avant de s'intéresser à ses travaux sur le « risque de la caisse » et le risque d'estimation.

Biographie intellectuelle. En général, Tetens n'apparaît pas dans les histoires du calcul des probabilités ou des statistiques[14], sauf Hald [1998]. Les encyclopédies généralistes (*Encyclopaedia Britannica, Brockhaus Enzyklopädie, Enciclopedia Italiana* mais pas l'*Universalis*) présentent Tetens comme un philosophe, caractérisé essentiellement par ses interactions avec Kant. Rares sont les auteurs qui attribuent à Tetens des recherches mathématiques dignes de considérations : ce sont essentiellement des actuaires (Bohlmann-Poterin du Motel [1911, p. 577 n. 179] ; Borch [1967, p. 432]. Borch [1969, p. 1]) ou des démographes (Keiding [1987]), généralement nordiques. Laissons donc de côté sa contribution à la philosophie transcendante pour présenter brièvement le mathématicien et l'administrateur.

Tetens s'apparente à l'« école combinatoire allemande », malheureusement peu étudiée. Ce groupe, centré sur l'Allemagne du Nord autour de Carl Friedrich Hindenburg[15], est intéressé aux problèmes combinatoires et donc à l'algèbre. Ceci explique la manière de travailler de Tetens, qui représente les variables aléatoires par des polynômes[16], suivant en cela la méthode des fonctions génératrices héritée de Moivre. Les théorèmes « probabilistes » de Tetens sont en fait des théorèmes d'algèbre interprétés en termes de variables aléatoires. Si on ajoute le charme des caractères gothiques et d'une orthographe non standard, il faut convenir que Tetens est difficile à lire.

Seconde particularité de notre auteur : il appartient à une tradition actuarielle particulière. Bien que personne n'ait jamais prétendu qu'une *tradition actuarielle allemande* existât, on ne peut manquer d'être frappé par la multiplication de travaux actuariels après 1760 en Allemagne[17]. De plus, la sphère

14. Il n'est pas cité par Todhunter [1865] ou Stigler [1986], Daston [1988], [1989] lui consacre à peine une phrase pour mémoire.

15. Hindenburg lui-même est professeur à Leipzig (Saxe), où sont publiés de nombreux ouvrages, Pfaff est à Helmstedt (Basse-Saxe), Klügel à Göttingen (Basse-Saxe) puis Halle (Saxe-Anhalt). Tetens et Kramp (Strasbourg) sont un peu plus excentrés.

16. Le polynôme $\sum_{k=0}^{n} a_k x^k$ représente la variable aléatoire qui donne k avec une probabilité $a_k / \sum_{k=0}^{n} a_k$.

17. En effet, à Euler [1760] succède en 1761 une seconde édition de l'Ordre divin de Süssmilch, qui est réimprimée en 1765. Dans les années suivantes, Lambert [1765], Seyberth [1767], Kritter [1768], Euler [1770] contribuent au sujet avant qu'une troisième édition de Süssmilch (refondue et augmentée par Baumann) et un essai de Florencourt [1781] ne viennent encore s'ajouter à la liste des publications citées par Tetens. Signalons que ces deux filiations ne sont pas disjointes : c'est à Leipzig, la ville de Hindenburg, qu'est publié Euler [1770], avec une postface d'Abraham Kästner, qui se trouve être un ami proche de Hindenburg ; de même

allemande possède une particularité institutionnelle : les établissements d'assurance y ont un caractère public, ils sont subventionnés et privilégiés par l'État, le prince ou les municipalités[18]. La situation des compagnies anglaises contemporaines est différente : l'*Équitable* de Dodson et Price, étudiée par Daston [1989], comme ses concurrentes, sont entièrement privées. Quant aux Français, ils théorisent avec raison bien que l'assurance-vie soit chez eux interdite ! Il ne sont donc pas entendus des praticiens, même les plus éminents.

Le risque de caisse. Tetens construit une métrique de risque, le *Risico* (parfois dit *der Casse* pour indiquer qu'il s'agit en dernière analyse du risque de la caisse d'assurances). Celui-ci n'est ni l'erreur moyenne[19] comme le pense Borch ([1969, p. 1]), ni le risque moyen linéaire[20] comme l'écrit Bohlmann (Poterin du Motel [1911, p. 577]) : les subtilités d'écriture du Danois ont eu raison de la patience de ses admirateurs. Dans un premier temps, aux paragraphes 18 et 19, la métrique présentée est l'*espérance des écarts pour les issues inférieures à la moyenne*[21]. L'auteur illustre son propos par le cas d'un dé à six faces numérotées de zéro à cinq. L'espérance d'une variable ainsi définie est 5/2, les issues inférieures à la moyenne sont 0, 1 et 2, donc les écarts 5/2, 3/2, 1/2. Comme les issues sont équiprobables (parmi six possibilités), l'indicateur de risque vaut pour une telle loterie :

$$\left(\frac{5}{2}+\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\right)\times\frac{1}{6}=\frac{3}{4}$$

Dans le cas des loteries symétriques – c'est-à-dire de loteries dont les écarts à la moyenne sont égaux de part et d'autre de l'espérance – comme par exemple le jet d'un dé, erreur moyenne (divisée par deux) et indicateur de risque sont évidemment égaux, mais pas le risque moyen linéaire, puisqu'il n'y a pas de résultats négatifs. Si on soustrait à la variable aléatoire son espérance – le prix d'entrée dans le jeu – alors les trois mesures sont identiques. Si formellement on peut donc démontrer dans un cas particulier l'égalité de l'indicateur de dispersion de Tetens avec d'autres qui seront utilisés par la suite, il ne faut pas perdre de vue que Tetens ne s'en tient pas, dans ses démonstrations, à des loteries d'espérance nulle qui remplissent les conditions de cette identité des indices. L'erreur des commentateurs vient peut-être du fait que si les exemples sont toujours de ce genre puisque les rentes viagères sont toujours vendues à leur espérance mathématique.

Florencourt est préfacé par le même Kästner, qui enseigne à Göttingen où il avait intéressé Kritter à ces questions. Cette activité des années 1760-1780 contraste avec le calme des années précédentes repéré par Rohrbasser [1997].

18. Voir par ex. Hecht [1979, p. 106 *sqq.*] pour un exemple.

19. Soit une variable X d'espérance $\bar{x}$, présentant n issues $x_i, i \in [1,n]$ rangées par ordre croissant, dont les probabilités respectives sont p_i, il existe alors un plus grand n_0 tel que $\forall i \leq n_0, \Pr(x_i \leq \bar{x}) = 0$. L'erreur moyenne (écart moyen absolu des Anglo-Saxons) vaut $\sum_{i=1}^{n} p_i|\bar{x} - x_i|$.

20. En reprenant les mêmes notations, le risque moyen linéaire s'écrit $\sum_{i\leq n_0} p_i x_i$.

21. Le risque de Tetens vaut donc $\mathcal{R} = \sum_{i\leq n_0} p_i|\bar{x} - x_i|$.

Le calcul du montant des garanties. Si Tetens est resté dans la mémoire des actuaires pour avoir mis au point un concept (et une métrique) du risque de la caisse (*Risico der Casse*), il faut quand même insister sur le caractère particulier de l'usage qui en est fait. Alors que Condorcet, Laplace et Lacroix admettent sans difficulté la nécessité d'un chargement, tant pour couvrir les frais de l'assureur que pour garantir sa sécurité (Condorcet [1784] ; Laplace [1812, p. 439-440] ; Lacroix [1821, p. 233]), Tetens se refuse à une telle pratique :

> « On voit [grâce à l'indicateur de risque] ce que la garantie à produire représente. Celui qui l'assume, ne peut, de par la nature de la chose, rien exiger pour cela, pas plus que n'exigerait un joueur qui démarre un jeu de hasard avec un autre, sans qu'aucun n'ait un avantage. Il peut perdre autant que gagner et ne doit que se demander s'il est prêt à mettre en jeu une somme aussi importante. » [22]

Le principe de justice qui préside à la décision risquée, maintes fois réaffirmé depuis Pascal (*cf.* Jallais-Pradier [1997]), ne souffre donc pas d'exception pour Tetens. Ce point de vue résonne avec le caractère semi-public des institutions germaniques : avec de tels principes, les sociétés d'assurance ne pouvaient être profitables. Il fallait donc qu'elles soient subventionnées. On comprend donc pourquoi ces calculs intéressent à la fois les autorités (qui offrent le marché et la subvention) et les entrepreneurs potentiels.

Si le *Risico* de Tetens ne sert pas à calculer le chargement, quelle peut donc être son utilité? On peut penser d'abord que Tetens a voulu théoriser sur une suggestion d'Abraham de Moivre. Dans sa *Doctrine of Chances*, ce dernier écrivait : « 6. Le risque de perdre une somme est le contraire de l'espérance ; sa vraie mesure est le produit de la somme aventurée par la probabilité de la perte » [23]. Or Tetens est manifestement très marqué par Moivre. En particulier, le recours à la formule dite de Stirling s'accompagne d'une référence explicite (contrairement à l'usage du XVIII^{e} siècle) à Moivre [1730] [24]. Les développements de Tetens sur le sujet pourraient être traités simplement comme un exercice mathématique visant à généraliser cette notion de risque à des variables aléatoires plus complexes que les variables de Bernoulli considérées par Moivre. L'abstraction des travaux du Danois (à cause du détour par les

22. Paragraphe 38. Sous réserve de précisions, les références concernent la *Dritte Abhandlung-Versuch über das Risico der Casse bey Versorgungsanstalten* de Tetens [1786].

23. Moivre [1756, p. 4].

24. Moivre [1730] est repris et développé dans Moivre [1756], « A method of approximating the Sum of Terms of the Binomial $(a + b)^n$ expanded into series, from whence are deduced some practical Rules to estimate the Degree of Assent which is to be given to experiments », p. 243 sqq. Ce titre de Moivre est tel qu'on peut se demander à raison si ce n'est pas ce mathématicien qui est à l'origine de l'analogie remarquée chez Laplace et Tetens. Quelque tentante que soit cette hypothèse, il faut admettre que Moivre, s'il produit des développements analytiques incontestables (on parle de loi de Moivre-Laplace) reste dans une perspective très « bernoullienne ». Il n'est pas question d'inversion de la probabilité (et du théorème de Jacques Bernoulli), ni de dispersion, mais au contraire de convergence vers la moyenne, expression de la Providence : « altho' Chance produces Irregularities, still the Odds will be infinitely great, that in process of Time, those Irregularities will bear no proportion to the recurrency of that Order which naturally results from *original design* ».

fonctions génératrices, en particulier), qui montre par ailleurs un intérêt réel pour les pures questions d'algèbre, pourrait faire penser à un exercice de style. Mais l'intérêt simultané du philosophe pour le risque de la caisse d'une part, et d'autre part le risque d'estimation – sujets éminemment concrets – nous conduit à chercher une autre interprétation.

Malgré l'importance que Tetens consacre à sa notion de risque (elle fait l'objet de deux gros chapitres de l'*Einleitung*), il est assez curieux de constater que l'auteur s'éloigne occasionnellement de ce fil directeur[25]. Cependant, parmi les deux « applications » de la notion de risque, la première est contenue dans ce paragraphe :

> « Le risque de la caisse est croissant du nombre des intéressés. Il croît en proportion de la racine carrée du nombre des intéressés. Comme dans tout jeu de hasard, plus on mise, plus on peut gagner, mais aussi perdre. C'est sûrement une idée erronée, que l'on rencontre ici et là, de penser qu'avec un plus grand nombre d'intéressés l'institution risque moins qu'avec un nombre plus faible sous le prétexte qu'il est probable que les décès seront plus conformes aux hypothétiques tables de mortalité. (...) Le risque distribué à chaque intéressé particulier est plus petit, quand la société est plus grande, et toujours dans la même proportion, à savoir la racine carrée du nombre des intéressés. Il augmente pour la société dans son ensemble, mais diminue pour chaque unité (n°38). »

Le Danois tente ici de clore un débat qui dure depuis les balbutiements de l'assurance, et qui vise à déterminer si le risque croît ou non avec le nombre de contrats. Le bon sens laissait croire que la chance d'une perte était croissante, quand les raisonnements du type loi des grands nombres, utilisés de façon erronée, semblaient indiquer le contraire[26]. L'indicateur construit par Tetens permet de trancher la question ; de manière concrète, il permet de proportionner l'accroissement des garanties à l'accroissement du volume des contrats souscrits.

L'évaluation du risque d'estimation. La seconde application, c'est le risque d'estimation : Tetens cherche à établir la valeur des tables de mortalité qui servent à calculer les rentes viagères. Il convient pour cela de considérer au moins mille observations pour obtenir une « erreur » (sur l'espérance) inférieure à une demie-année[27]. Le problème dans ce cas est double. D'une part, l'étude de la variabilité n'est pas menée de manière « satisfaisante » : on dispose d'un intervalle de confiance mais il n'est pas associé à une probabilité ; si

25. L'auteur se lance ainsi dans l'étude de problèmes divers, parfois sans avoir recours à son indicateur, parfois en l'utilisant. Le premier cas est illustré par la question de savoir s'il est plus « risqué » de verser un capital ou une rente viagère à une veuve (§ 29). Pour le second cas, il faut voir *infra* ses conclusions sur la croissance du risque avec le nombre de contrats souscrits.

26. Voir par exemple Tenenti [1985, p. 213-4].

27. Voir Pradier [1998, p. 89 sqq. et 119 sqq.]

on calculait rétrospectivement la probabilité implicite à la méthode de Tetens, il apparaîtrait qu'elle est beaucoup trop faible pour prétendre à la « certitude morale » [28]. D'autre part l'interprétation du résultat de Tetens est incertaine : compte tenu de l'usage qui est fait des tables de mortalité, faut-il 1 000 observations par classe d'âge (et de chaque sexe) pour que les tables soient précises à chaque âge? Ces résultats paraissent donc symboliques : l'auteur pointe le problème de l'induction statistique sans le traiter vraiment. On peut objecter que, dans la mesure où nous avons complètement occulté les calculs de Tetens, l'argument de l'auteur est peut-être dénaturé. Mais la complexité de ces computations commande de les détailler ailleurs [29].

Si les développements de Tetens sont assez exotiques, ils prouvent qu'à l'époque le risque était dans l'air du temps, et par risque on entendait bien la probabilité de dépasser un seuil critique de perte ... Idée que capture finalement la VaR. En la matière, la *Théorie analytique* conduit à franchir une étape supplémentaire.

1.3 Les mathématiques actuarielles au XIX^{e} siècle

Si le risque entendu comme dépassement probable d'une limite est une notion répandue dans les années 1780, cette notion ne suscite une théorie que chez les héritiers directs de Condorcet, Laplace et Lacroix. Au contraire, les pragmatiques Anglais ne s'embarrassent pas de théorie.

1.3.1 Price et les tables de mortalité

On pense d'ordinaire que l'histoire des mathématiques actuarielles *classiques*, tout au moins dans leur expression anglaise, est bien connue grâce au travaux de Lorraine Daston ([1988], [1989]). Néanmoins, les considérations de cet auteur sur la « domestication du risque » sont de nature à égarer le lecteur : Daston entend par « risque » l'*espérance* du sinistre et non une éventuelle analyse de la dispersion. La « domestication du risque » est donc pour elle synonyme de calcul des primes à l'espérance, ce qui ne présente pas grand-intérêt pour les assurances maritimes ou incendie car les calculs y sont très simples ; dans le cas des assurances-vie en revanche, la mise au point des tables

28. Si on conserve l'hypothèse (valable pour les exemples) suivant laquelle $\mathcal{R}$ = erreur moyenne, Tetens s'intéresse donc à l'intervalle $[\mu - \mathcal{R}, \mu + \mathcal{R}]$. Comme par ailleurs, l'erreur moyenne vaut 0,8 fois l'écart type : $[\mu - \mathcal{R}, \mu + \mathcal{R}] = [\mu - 0{,}8\sigma, \mu + 0{,}8\sigma]$, où σ désigne l'écart type. On peut évidemment calculer cette probabilité à l'aide d'une table de la fonction de répartition de la loi normale. On obtient 0,5762 (pour la probabilité qu'une normale centrée réduite soit comprise dans un intervalle bilatéral de 0,8 fois l'écart type autour de la moyenne). On est donc loin de la certitude morale.

29. Voir Pradier [1998]. On peut cependant noter les deux traits fondamentaux : d'abord Tetens réduit l'issue des rentes viagères à un schéma binaire (soit le souscripteur meurt au jour de la souscription, soit il jouit de sa rente jusqu'à la fin de la table) qui laisse l'espérance inchangée ; ensuite il approche le risque de la somme des rentes, identifiée à une binomiale en usant de la formule de Stirling version Moivre.

de mortalité constitue une aventure scientifique que l'auteur rappelle avec une verve narrative reconnue. Mais si nous entendons *risque* dans le sens qui a prévalu chez Markowitz – cette interprétation a suscité à partir des années 1850 une théorie propre – il faudra donc chercher ailleurs. Au début du siècle, Bohlmann donnait des pistes particulièrement précieuses, puisqu'il renvoyait à Tetens et Laplace [1812]. Parmi les sujets de sa Gracieuse Majesté, il s'en trouve un qui paraît devoir attirer notre attention : Richard Price a lui aussi travaillé sur les questions d'estimation et d'assurance. D'une part, il a transmis à la *Royal Society* le mémoire de Bayes [1764] ; et ceci n'est pas étranger à son admission dans cette société. D'autre part, ses *Observations on reversionary payments*, publiées en 1771, constituent le grand classique de l'actuariat, avec pas moins de 4 éditions en 11 ans (la dernière comptant trois forts volumes) plus trois encore par la suite. Price n'est pas seulement un théoricien de l'assurance, puisqu'il participe à l'odyssée de l'*Équitable* (Daston [1989]) entre 1768 et 1775 ; tout ceci ne représente d'ailleurs qu'une faible part de son œuvre de publiciste polygraphe.

En charge des calculs actuariels de l'*Équitable*, Price a certainement cherché à mettre sa compagnie à l'abri d'une mauvaise année, de sinistres anormalement nombreux, donc du *risque* – comme l'ont fait Condorcet, Laplace et Tetens. En fait, malgré le titre de Daston [1989], les travaux anglais ne s'embarrassaient jamais d'une *théorie* du risque, au sens de dispersion. Bien que l'*Équitable* n'ait pas calculé les rentes au « juste prix », loin s'en faut, la question de la variabilité semblait exclue par un surcroît de précaution. Daston rapporte ainsi que Morgan (neveu de Price) calcula en 1775 que l'*Équitable*, lancée en 1768, comptait dans son bilan 60 % de surplus. En dépit de statuts en principe quasi-mutualistes, Morgan se refusait à redistribuer ces profits en cas « d'événements extraordinaires ou d'une saison de mortalité anormale » (Daston [1988, p.180]). Il y avait donc bien *chargement pour cause de risque*, c'était en dehors de toute théorie. À ce sujet, Bernstein rapporte avec perfidie les inconvénients du bricolage pratiqué par le pasteur unitarien, il écorne ainsi sérieusement la réputation de Price. Sa table de mortalité, dite de *Northampton*, sous-estimait l'espérance de vie (surtout celle des hommes), cette erreur fit la fortune de l'*Équitable* qui vendait essentiellement des assurances-décès et des rentes de veuvage. Mais le gouvernement anglais qui régla ses paiements viagers sur le même fondement fut ruiné (Bernstein [1996, p. 131]). Price n'a donc pas développé une théorie de la variabilité, il n'en a d'ailleurs pas ressenti le besoin. Après sa mort en 1791, Morgan dirige encore une sixième[30] (1803) puis une septième édition (1812) qui ne comportent pas d'entrée « risk » dans leurs index, et il n'est pas fait référence à Condorcet, à Tetens ou à Laplace.

30. Les éditions successives de Price [1771] s'enrichissent d'*addenda* qui les rendent sans cesse plus volumineuses. Fort heureusement, les préfaces indiquent toujours la nature des ajouts. On peut faire observer que Price était essentiellement intéressé aux questions britanniques, sinon anglaises ; ses références à des travaux étrangers concernent uniquement les tables, et guère la théorie des assurances.

1.3.2 Laplace et la généralisation de Condorcet

Laplace hérite non seulement la problématique mais encore la modélisation même de Condorcet : le chapitre de la *Théorie analytique* qu'il consacre aux « bénéfices dépendants de la probabilité des événements » futurs s'ouvre en rappelant le cadre de la réflexion de son devancier (à ceci près, comme le rappelle Crépel [1988], que l'assuré a disparu des préoccupation savantes), sans toutefois le citer, comme il était courant au XVIII^{e} siècle. On retrouve des opérations identiques susceptibles d'un résultat binaire (succès/échec), donc un tirage binomial. De même, le titre évoque les développements « bayésiens » qui ne manqueront pas d'apparaître dans un second temps. Mais Laplace innove dans deux domaines : grâce à sa « méthode », et par la prise en compte des rentes viagères.

La « méthode de Laplace » consiste en une approximation normale des variables binomiales : la probabilité $\Pr(X \leq m) = \sum_{k=0}^{m} C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$ est donc approchée par l'intégrale $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{m-np}{\sqrt{2np(1-p)}}} e^{-v^2} dv$. Ceci ne semble peut-être pas constituer une simplification, mais dans la mesure où seule la borne supérieure d'intégration change, on peut utiliser une table de la loi de Laplace-Moivre (comme celle de Kramp [1799]) pour obtenir sans calcul les valeurs de l'intégrale. Le modèle de Condorcet devient donc utilisable, et il est possible de calculer rapidement le montant du chargement nécessaire étant donné le niveau de sécurité requis. Ce n'est pas tout. Laplace peut entrer dans des raffinements qui bénéficient de la nature de son outil : la « méthode de Laplace » [1785] repose d'abord sur une approximation analytique et non sur un théorème de convergence en probabilité (le fameux « théorème central limite » de Laplace [1810]). Au lieu de considérer seulement des tirages binaires (échec ou succès) identiques, l'auteur ménage d'abord la possibilité pour des variables différentes (des binomiales dont les probabilités ou les conséquences pourraient changer [1812, p. 430]), puis des tirages multinomiaux ([1812, p. 432]). Enfin, et ce point paraîtra aux lecteurs de Condorcet comme un hommage à son aîné disparu, Laplace en vient à déterminer les lois des événements futurs d'après les événements passés ([1812, p. 434]), c'est-à-dire qu'il propose lui aussi une estimation « bayésienne » des fréquences, au lieu des probabilités a priori dont la littérature assurantielle se contentait d'ordinaire.

À ce point, on serait tenté de croire que l'apport de Laplace à la question traitée par Condorcet réside uniquement dans l'emploi de cette approximation normale. Mais le normand pousse encore plus avant la généralisation du propos de Condorcet : il envisage en particulier une application du même schéma de raisonnement aux assureurs vendant des *rentes viagères*. Or, la particularité de ce type de produit d'assurance tient à leur complexité analytique : l'issue d'un tel contrat ne peut être réduit à un succès ou un échec, puisque la durée de vie potentielle du rentier est comprise dans un intervalle en général assez important (on ne souscrit pas une rente viagère au seuil de la vieillesse). Laplace détaille justement le calcul des rentes sur plusieurs têtes suivant des hypothèses qui

permettent de simplifier la courbe de mortalité ([1812, p. 436-7])[31]. Dès lors, une rente viagère est identique aux lois multinomiales étudiées précédemment ce qui permet d'approcher la loi de probabilité d'une somme de rentes. Ce calcul permet en particulier de décider quel taux de chargement garantit aux administrateurs, pour un montant donné de rentes, le niveau de sécurité voulu ([1812, p. 439-440])[32] – compatible avec la règle de décision de Condorcet.

Voilà donc pour les travaux actuariels de Laplace. Il faut cependant insister sur le lien entre la prise de conscience du risque et le traitement de la question de l'estimation statistique. La série des travaux démographiques de Laplace [1781], [1786] lui permet de définir sa « méthode », cette approximation analytique dont on a vu le caractère instrumental et crucial dans l'intégration des conditions de sécurité. Précisons en quoi la mathématique développée pour l'estimation statistique – pour ce que nous appellerions les tests d'hypothèses – a pu servir à Laplace dans ses calculs assurantiels. Dans les tests d'hypothèses[33], on raisonne sur l'observation d'une caractéristique qualitative *binaire* (le sexe dans Laplace [1781], le fait de naître dans l'année[34] pour Laplace [1786]), les distributions considérées sont donc, là encore, binomiales. Ces tests d'hypothèses consistent à s'interroger sur la probabilité qu'une fréquence réelle soit éloignée de son estimation sur un échantillon. La forme analytique du problème est l'étude d'une variable dont la loi de probabilité est de la forme[35]

$$\frac{C_{p'}^{q'} \int_0^1 x^q (1-x)^{p-q} x^{q'+1} (1-x)^{p'-q'} dx}{\int_0^1 x^q (1-x)^{p-q}}$$

31. Laplace considère un ajustement analytique des tables. Par exemple, il choisit de prendre le rapport entre le nombre de vivants d'âge x noté y_x et la cohorte de départ y_0 comme étant égal à $1 - x/n$ où n est l'âge au décès du dernier survivant. Ceci revient à considérer une décroissance linéaire de la population, c'est l'hypothèse de Moivre [1725] comme on l'appelle dans la littérature actuarielle, voir par exemple Bohlmann-Poterin [1911, p. 508].

32. En particulier, Laplace [1812, p. 439] justifie le chargement des rentes : « J'observerai seulement que tous ces établissements doivent, pour prospérer, se réserver un bénéfice et multiplier considérablement leurs affaires, afin que, leur bénéfice réel devenant presque certain, ils soient exposés le moins du monde à de grandes pertes qui pourraient les détruire ». L'auteur conclut p. 440 : « ainsi, dans le cas d'un nombre infini d'affaires, le bénéfice réel de l'établissement devient certain et infini. Mais alors ceux qui traitent avec lui ont un désavantage mathématique qui doit être compensé par un avantage moral, dont l'appréciation va être l'objet du chapitre suivant [de l'espérance morale] ».

33. Le terme est évidemment anachronique, mais la méthode de Laplace est tout à fait applicable à l'heure actuelle. Les deux différences avec la façon moderne de procéder à la construction des tests d'hypothèse sont les suivantes : d'abord Laplace utilise une approximation analytique et non un théorème de convergence probabiliste (ce qui lui permet d'additionner des variables suivant des lois différentes), ensuite il approche les sommes de variables par la loi qui porte son nom, alors qu'aujourd'hui on utilise un normale centrée réduite (la loi de Laplace a un écart type de 1/2). De façon générale, la pertinence des travaux de Laplace sur l'estimation a justifié l'intérêt des statisticiens contemporains comme Cochran [1977, p. 158-60], [1978], ou Bru [1988].

34. Voir Bru [1988, n. 101 et 105, p. 37-8].

35. Il s'agit d'une fonction bêta de la forme $B(p,q) = \int_0^1 x^{q-1}(1-x)^{p-1} dx$. Euler [1781] en a réalisé l'étude détaillée (publiée en 1794), c'est pourquoi Legendre parlait à son propos d'intégrale d'Euler du premier type.

Approcher cette quantité permet ensuite d'étudier avec la même approximation toute variable binomiale. Mais il est faux de croire que la problématique générale de la dispersion (qui s'applique dans les question d'assurance) est explicite chez Laplace. C'est bien l'*analogie mathématique*, l'analogie entre des formes fonctionnelles identiques – et certainement pas une analogie de type conceptuel, qui consisterait à rechercher des domaines d'application pour une théorie de la dispersion préexistante – qui conduit l'auteur a utiliser les mêmes outils [36].

Pour conclure sur Laplace dans la perspective de la VaR, on peut constater qu'il applique le *principe de probabilité raisonnable* de Condorcet comme critère de gestion pour des activités variées et qu'il prolonge le parallélisme avec la question de l'estimation. L'intérêt particulier de ce dernier point est qu'il conduit à la cristallisation de seuils de probabilité conventionnels. Laplace éblouit donc tant par la généralité de son propos que par la précision qu'une spécification donnée permet d'y apporter.

1.3.3 Lacroix et la diffusion de la théorie du risque

Au terme de cette présentation des travaux de Laplace, il convient de dire un mot de Silvestre-François Lacroix. Ce disciple de Condorcet publie en 1821 un *Traité élémentaire du calcul des probabilités* qui mérite son qualificatif (« élémentaire »). Le but de Lacroix paraît être essentiellement de vulgariser le calcul des probabilités dans ses différentes applications. Les paragraphes 134-139 (p. 235-48) sont consacrées au même sujet que les textes déjà présentés. Seulement, il n'est plus question de démonstrations, et encore moins de généralité : l'auteur développe des exemples (dont la difficulté n'excède pas la résolution d'équations du premier degré) afin d'illustrer le calcul du taux de chargement, étant donné un niveau de sécurité voulu. Le souci pédagogique de l'auteur est incontestable, si bien que ces pages constituent encore une bonne introduction à la question. La présence de ces considérations dans un ouvrage aussi élémentaire a le mérite d'indiquer le degré de diffusion de cette théorie du risque, tout au moins dans le cercle étroit des mathématiciens formés aux questions de probabilité [37].

Le travail laissé inachevé est repris par Lacroix, disciple de Condorcet, qui termine les calculs de détermination de la prime, en infléchissant cependant la pensée du maître. En effet, Lacroix abandonne le point de vue de l'assuré : « après avoir discuté les intérêts de l'assureur, il faudrait s'occuper de ceux de l'assuré, mais cela me mènerait trop loin » [38]. Cet argument n'est pas vraiment explicite, mais on peut croire que la démonstration par Condorcet sur ce que

36. Cette opinion peut sembler polémique dans la mesure où elle constitue un contre-exemple à la thèse d'Israël [1996], mais ce contre-exemple est pour l'heure bien isolé.

37. Parmi ceux-ci on peut citer les contributeurs au prix sur les Assurances maritimes de 1783 à 1787 (*cf. infra*), en particulier Bicquilley, l'auteur de [1804], qui contient d'intéressants développements probabilistes (Chapitre V - des spéculations de commerce). Une revue substantielle de ses contributions est présentée par Crépel [1998], qui a redécouvert et réédité Bicquilley [1804].

38. Lacroix [1821, p. 247 n° 139].

l'on pourrait appeler rétrospectivement l'« épuisement du surplus » de l'assuré est ici visée. Lacroix remarque et démontre que la condition de « seuil » du côté de l'assureur suffit à déterminer les primes. Le problème des seuils reste cependant leur multiplicité, mais l'auteur donne la prééminence à « la plus grande perte »[39]. Le « gain que donne l'opération » joue un rôle secondaire, quoique la méthode permette néanmoins de le contrôler. Mais on peut très facilement imaginer de renverser l'ordre des priorités, ce qui ne change rien, du point de vue mathématique, à la méthode que nous allons présenter.

Lacroix reprend le bilan de l'assureur exposé par Condorcet, dans le cas simple où les contrats ont une issue binaire : dénouement heureux ou sinistre. Si l'on reprend les notations de Condorcet (pour a, b, m, n, etc.), le bilan de l'assureur s'écrit chez Lacroix $n'b' - m'(a+b)$[40]. La plus grande perte est notée c. En posant $n'b' - m'(a+b) = c$, on obtient évidemment

$$b' = \frac{c + m'(a+b)}{n'}$$

Cette égalité ne permettait pas à Condorcet de déterminer quoi que ce soit. En effet, si la valeur c du seuil est choisie directement, le problème tient à sa probabilité, puisqu'il faut en déduire le plus petit nombre de sinistres m' parmi n' épreuves qui ait une probabilité inférieure. Dès que n' est un nombre de quelque conséquence, il faut calculer des puissances élevées des probabilités élémentaires (loi binomiale), ce qui est fastidieux. Lacroix donne alors un exemple : pour $n' = 200$ navires assurés avec en moyenne un naufrage pour cent traversées[41], si l'assureur n'admet qu'une chance sur 100 000 d'une perte extrême, alors on trouve[42] $m' = 10$. Dès lors, il reste à fixer le montant de la perte extrême, et la prime est déterminée. Dans le (premier) exemple de Lacroix, en choisissant $-7(a+b)$, la valeur de sept navires, comme perte extrême, on trouve

$$b' = \frac{-7(a+b) + 10(a+b)}{200} = \frac{3(a+b)}{200} = 1{,}5\ \%$$

du capital assuré $(a+b)$. Comme chez Condorcet, *c'est en fixant la VaR qu'on obtient la règle de gestion.*

Pour retrouver la probabilité du gain « normal », il suffit de fixer le niveau de celui-ci. On l'écrit comme Condorcet e, et l'on remarque qu'il correspond un nombre de sinistres m'' maximum tel que

$$n'b' - m''(a+b) = e$$

39. *Ibid.*, p. 239.

40. Soit n' opérations assurées par le paiement d'une prime b' moins m' sinistres coûtant chacun $a + b$ (la somme des avances et du profit de l'assuré). Lacroix écrit pour sa part $q'a - pb$, où q' est le nombre de sinistres, a le remboursement par l'assureur à chaque sinistre, p le nombre de primes encaissées et c le montant de la prime. La variable considérée est donc la perte, et non le bénéfice comme chez Condorcet, *cf.* Lacroix [1821, p. 239-248].

41. Dans les termes de Condorcet, on peut écrire p=1/100.

42. Grâce aux tables des valeurs de la loi normale ou d'une binomiale.

(peu importe que m'' soit entier). On remarque alors que

$$m' - m'' = \frac{e-c}{a+b}$$

Quand le niveau du gain normal, par exemple à $0{,}7(a+b)$, comme Lacroix, on trouve (dans l'exemple déjà cité)

$$m'' = 10 - \frac{0{,}7(a+b) - (-7)(a+b)}{a+b} = 2{,}3$$

On procède alors par interpolation d'après la table des valeurs de la loi binomiale pour trouver la probabilité : 67 % de chances d'avoir deux naufrages ou moins, 85 % d'avoir trois sinistres au plus, donc « 2,3 pertes » nous donne une probabilité d'environ 75 %. C'est-à-dire, que dans trois cas sur quatre, l'assureur retire un profit supérieur à $0{,}7(a+b)$ pour un chiffre d'affaires de $3(a+b)$, soit un taux de 23 %.

Lacroix achève donc de formaliser une partie des idées de Condorcet, en présentant une théorie définitive du seuil de risque. Cependant, comme le remarque Crépel[43], l'assuré a disparu dans ces calculs : Lacroix est donc représentatif du point de vue actuariel qui domine cette science nouvelle, il présente également l'embryon des techniques qui seront employées par ses successeurs.

L'œuvre économique de Lacroix, Laplace et Tetens ne sombre pas dans un anonymat aussi rapide que définitif. La mémoire de Tetens est vivante chez les actuaires, non seulement allemands (*cf.* Bohlmann) mais aussi anglais (Godfrey Hardy le cite dans son cours à l'*Institute of Actuaries* en 1908). Quant à Laplace, il est évidemment une figure imposante chez ces mêmes actuaires, puisqu'il est le père de la *Théorie Mathématique du Risque*, qui étudie la fixation des primes sous l'angle de la solvabilité presque sûre (un important survey est fourni par Cramèr [1930]). Même boudé par les économistes et chassé des facultés de mathématiques par les disciples de Gauss obsédés de rigueur et d'abstraction, Laplace a légué à tous ceux que les problèmes d'estimation intéressent, une méthode qui attendra Jerzy Neyman pour connaître des améliorations substantielles.

1.4 L'économie politique au début du XX^{e} siècle

L'influence de Laplace sur Edgeworth est à la fois évidente et connue (Stigler [1987, p. 301 sqq.]). Le sujet nous donne une nouvelle fois l'occasion de le montrer, et par la même occasion de saisir comment les économistes s'emparent d'une règle de gestion normative pour en faire un principe descriptif. Après Edgeworth, Wicksell a considéré la trésorerie d'entreprise en général. Enfin, on dira un mot sur les développements de la microéconomie dans l'Angleterre des années 1930, car la décision risquée y est à la mode, mais, comme au XVIII^{e} siècle, les Anglais restent à l'écart de la VaR.

43. Crépel [1988, p. 284].

1.4.1 Edgeworth et le concept de solvabilité bancaire

Le choix d'Edgeworth [1888] pourrait apparaître peu judicieux pour illustrer l'histoire de la VaR, dans la mesure où cet article ne parle pas de risque. Cet auteur démontre cependant ses liens avec Laplace[44], et il offre un cadre conceptuel aux travaux ultérieurs consacrés à la question. L'auteur observe que « la solvabilité et le profit du banquier dépendent de la probabilité qu'il ne soit pas appelé à rembourser d'un coup plus d'un tantième de son passif »[45] – c'est exactement la définition du risque qui transparaît des travaux de Condorcet et surtout de Laplace[46]. Edgeworth représente l'activité bancaire comme un « jeu » où il faut arbitrer entre profit et solvabilité (pour augmenter le profit, il faut limiter les immobilisations, ce qui remet en cause la solvabilité de la banque). Le reste de l'article s'occupe de la détermination d'un niveau minimal pour les réserves liquides compatible avec une solvabilité presque sûre. Les décaissements étant indépendants, leur montant total sur une période donnée suit une loi normale dont il suffit de connaître les paramètres pour déterminer le niveau des réserves de liquidités de la banque compatible avec une probabilité donnée d'insolvabilité. Les réserves liquides de la banque sont donc égales à sa VaR et la politique de la banque se limite au choix d'une probabilité de défaillance. Comme on le voit, Edgeworth se contente d'appliquer la théorie de son maître le Marquis de Laplace à l'activité bancaire.

Pour parvenir à la détermination du niveau de réserves, l'auteur a recours à une hypothèse simplificatrice : l'indépendance des retraits (il distingue cependant des variations saisonnières[47] et admet la possibilité de rares crises de confiance[48]). Sous cette hypothèse, le théorème limite central[49] permet de considérer que la somme des mouvements de trésorerie suit la « loi des erreurs ». Edgeworth peut alors considérer les statistiques des retraits comme des réalisations d'une variable normale et obtenir le niveau de réserves minimal compatible avec une probabilité de solvabilité donnée. Il lui suffit pour cela d'estimer les paramètres « de location et d'échelle » de sa variable : la médiane et le module[50]. Les statisticiens contemporains seraient un peu déroutés par ces grandeurs : l'emploi de la médiane[51] s'explique notamment par l'importance

44. Outre [1888], qui est une transposition aux banques des questions d'assurance de la *Théorie analytique*, on lira Edgeworth [1885b] comme un hommage : un siècle exactement après Laplace [1785], l'Irlandais adresse la même question que son devancier.

45. Edgeworth [1888, p. 113].

46. Voir Rieucau [1998] ; Pradier [1998], chap. 2, et Laplace [1812, p. 432-4].

47. « Cela n'est vrai que pour les retraits effectués par des causes indépendantes. Ce ne serait pas vrai de retraits d'automne dus à des causes régulières », *ibid.* p. 125.

48. « (...) le public paniqué agit non pas 'indépendamment', mais comme un troupeau », *ibid.* p. 122. Ces crises ont, comme valeurs extrêmes d'une distribution normale, une probabilité très faible.

49. Laplace [1810].

50. Le module est égal à l'écart type multiplié par $\sqrt{2}$. Voir, par exemple, Edgeworth [1885, p. 188] : « la somme des carrés de ces différences (les écarts à la moyenne) multipliée par deux et divisée par le nombre (...) d'observations (...) est égale au carré du module ».

51. « Mais aussi de la problématique de l'interclassement chère à Galton et à celle de la robustesse cultivée par les astronomes anglais », ajoute Armatte [1999].

des études graphiques, et le module trouve son origine dans une façon surannée d'écrire la densité de « loi des erreurs »[52]. Alors qu'aujourd'hui on considère, à la suite de Karl Pearson[53], une densité du type $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp(-\frac{x^2}{2\sigma^2})$ (où l'écart type vaut σ), Edgeworth écrit encore[54] $y = \frac{1}{c\sqrt{\pi}} \exp(-\frac{x^2}{c^2})$ (où le module vaut c).

Après Laplace (Cournot, Jevons, ...), Edgeworth réintroduit donc les théorèmes de convergence probabiliste en économie : il peut ainsi obtenir simplement la probabilité qu'une variable dépasse un certain seuil. On peut cependant s'étonner que cet auteur n'ait pas voulu recourir à une notion de risque globale.

1.4.2 Wicksell, Fisher et l'écart type gaussien

Wicksell a lu l'article d'Edgeworth puisqu'il le cite[55] dans *Geldzins und Güterpreise*. En matière purement statistique, il se contente d'une innovation mineure : il emploie l'écart probable[56] au lieu du module. En revanche, l'interprétation économique s'enrichit nettement puisque le modèle vaut désormais pour toutes les entreprises (Wicksell expose d'ailleurs en premier lieu la généralisation dans une économie *au comptant* avant d'envisager le crédit, c'est-à-dire les banques). On peut ainsi calculer la probabilité pour une entreprise donnée de ne pouvoir honorer ses engagements[57]. L'auteur insiste à nouveau sur l'importance de la taille des firmes : si l'entreprise double sa taille, alors son besoin de trésorerie sera multiplié seulement par $\sqrt{2}$, et donc la trésorerie diminuera en proportion du chiffre d'affaires[58]. Cependant Wicksell, comme Edgeworth, n'emploie pas le mot « risque », sauf en parlant de « prime de risque »[59] sur les taux et, dans ce dernier cas, il ne propose pas de « mesurer » le risque.

Dans la mesure où l'article d'Edgeworth ne semble pas avoir été lu[60], on serait tenté de faire remarquer le rôle très important que Wicksell a joué dans la transmission de la règle de gestion. Les auteurs des années 1930, comme Hicks et Makower[61] (qui a rapporté sur *Geldzins und Güterpreise* pour *Economica*[62], un an avant la publication de son article avec Marschak) connaissaient bien Wicksell. Mais cela n'a pas suffi à attirer les chercheurs sur cette piste, puisqu'ils

52. Loi « normale » après K. Pearson.

53. Pearson [1894].

54. Edgeworth [1888, p. 114 n. 2]. Il s'agit de « la forme popularisée à l'époque par G. B. Airy dans 'theory of errors of observation' » (Droesbeke et Tassi [1990, p. 110]).

55. Wicksell [1898, p. 66 n. 1].

56. Il s'agit de la valeur du quartile d'une loi normale. Elle est égale à 0,67 fois l'écart type (*cf.* par exemple, Bachelier [1914, p. 259-60] ou Bauschinger-Andoyer [1908, p. 177]).

57. Wicksell [1898, p. 57-8].

58. Wicksell [1898, p. 67]. On rappelle que pour une variable aléatoire X d'écart type σ, l'écart type de $2X$ est $\sigma\sqrt{2}$. Le module et l'écart probable suivent les mêmes règles.

59. Wicksell [1898, p. 60].

60. Au début des années 1920 encore, Keynes [1921] ne cite pas moins de vingt-neuf travaux de cet auteur sans mentionner pourtant Edgeworth [1888].

61. Helen Makower était chercheur à la LSE, elle participait donc avec Hicks au *Robbins' group*.

62. *Cf.* Makower [1937].

en ont préféré une autre, plus abstraite et générale, comme on le verra au paragraphe suivant. La postérité des travaux de Wicksell devra donc encore attendre, ce qui n'est pas le cas de ceux d'Irving Fisher, comme on va le voir.

Kolm attribue à Irving Fisher le mérite d'avoir donné sa forme définitive à l'idée d'Edgeworth[63]. En reprenant la même idée de calcul du risque d'insolvabilité[64] (« probabilité que les bénéfices tombent au-dessous de la ligne de paiement des intérêts »[65]), I. Fisher utilise cette fois l'écart type, qu'il emprunte indirectement à Pearson (*via* Norton[66]) pour calculer la probabilité du risque d'insolvabilité. Comme l'écart type est la mesure de dispersion qui s'est imposée, par exemple chez Markowitz, on pourrait chercher à accorder à Fisher un rôle important dans la propagation de la thèse d'Edgeworth. Il n'en n'est rien car les idées fisheriennes sur la finance n'eurent pas grand écho, sans doute du fait de leur confusion[67].

D'autre part, Irving Fisher revient sur le sujet dans son ouvrage de 1930. On devine alors l'influence de Knight : « bien qu'il soit possible de calculer mathématiquement les risques d'un certain type comme ceux des jeux de hasard (...), la plupart des risques économiques ne sont pas si aisément mesurés », écrit Fisher. Encore cette acception du mot « mesure » doit-elle être entendue dans un sens minimal : il s'agit simplement d'estimation de la distribution de probabilité d'une variable donnée (un « risque » dans le jargon actuariel), et non de la définition d'une grandeur qui permettrait de décider du risque (au sens de danger potentiel) inhérent à la distribution. En outre, Fisher avait dès 1906 refusé de qualifier l'écart type de mesure du risque : il employait le terme statistique de « variabilité ».

Le déni de la causalité habituelle dans la corrélation classique entre risque et rendement, et le refus explicite de mesurer les risques empiriques nous portent à croire que ce n'est pas Irving Fisher qui a influencé les économistes de la génération suivante. L'emploi de l'écart type témoigne simplement de l'ascendant que Pearson s'est rapidement assuré sur la statistique. D'ailleurs, on s'étonne alors de rencontrer encore dans les années 1920, sous la plume de Pigou, des

63. Kolm [1967, p. 23] : « il propose de mesurer par l'écart type l'incertitude qui affecte les rendements d'un capital... ».

64. I. Fisher [1906, p. 410, n. 1], cite explicitement Edgeworth [1888].

65. I. Fisher [1906, p. 409 (p. 462 tr. fr.)].

66. I. Fisher [1906, p. 410, n. 1] cite Pearson [1892], où il n'est pas question d'écart type, et *Biometrica* de façon floue, puisqu'il renvoie à la revue en général. Son information paraît donc être de seconde main, puisque Fisher avoue dans la même note qu'il faut voir Norton [1903] « pour une application de cette méthode aux problèmes industriels et financiers ».

67. D'une part, il réfute l'idée que le risque et le rendement soient corrélés autrement que par une « question de définition » (c'est-à-dire que la décote sur un titre pour cause de risque, augmente par contrecoup le taux d'intérêt actuariel). Dans le même esprit, le problème d'anti sélection lié aux primes de risque le conduit encore à douter de la nature de la corrélation entre risque et rendement : « ce n'est pas seulement que le risque élevé rend le prêt coûteux : ces termes onéreux augmentent l'incertitude du paiement, et ainsi de suite dans un cercle vicieux ». Ainsi, ce n'est pas la prise de risque qui permet d'obtenir des rendements supérieurs, mais la volonté de dégager une rentabilité élevée qui engendre un risque. I. Fisher n'adhère donc pas tout à fait à la thèse classique qui voit dans l'accroissement du rendement une compensation du risque.

considérations « à l'ancienne » sur les « courbes de fréquences » qui se présentent alternativement comme des « parapluies ouverts » ou « fermés ». Ce phénomène dénote simplement la persistance de la statistique graphique dans la formation des économistes anglais, et probablement le peu d'intérêt de Pigou pour le problème purement statistique de la construction des mesures, soit à cause de la ruine de leur auteur consécutive au krach de 1929.

1.4.3 Hicks et le débat sur les moments d'ordre supérieur

En 1934, Hicks utilise ce qu'il connaît des statistiques pour proposer une approche systématique de la décision :

> « La forme de chaque courbe de fréquence peut être étudiée au moyen de ses *moments* – dans le sens statistique du terme. Chaque courbe peut être définie de façon univoque en prenant un nombre assez grand de moments, et en prenant un nombre restreint on obtient une approximation de la situation[68] ».

En matière d'analyse en termes de moments, Hicks semble ici l'initiateur d'un mouvement que Chambers et Marschak prolongent. Chambers reconnaît explicitement l'antériorité des recherches de Hicks[69], tandis que Marschak se réfère de manière allusive[70] à un travail dont il s'inspire pourtant directement.

La description par les moments ne permet cependant qu'une approximation des densités, il faut encore construire la décision. C'est ce que va faire Chambers. Dans un article de 1934, cet auteur considère le problème de l'investissement. Les variables aléatoires dont il traite constituent les perspectives de rendement de ces investissements. L'auteur n'est pas explicite sur la construction de cette variable agrégée, sur le fait qu'elle inclut ou non les remboursements du principal, et surtout sur le taux qui est retenu pour actualiser les sommes futures. Après tout, on parle bien du taux d'intérêt, sans plus de précisions, avec l'idée que les contingences n'ajoutent rien à la théorie. L'important est pour Chambers que la moyenne figure le rendement moyen, et que l'écart type représente le risque. L'auteur commente ainsi une carte d'indifférence :

> « Si notre individu peut recevoir deux pour cent sans aucun risque, il sera indifférent entre ces deux pour cent sans risque et deux et demi pour cent avec un écart type de un, etc. pour toutes les valeurs de la courbe d'indifférence notée (*iii*) »[71].

68. Hicks [1934, p. 195].

69. Chambers [1934, p. 45, n. 1] : « Le professeur Pigou n'essaie pas d'analyser les courbes de fréquence par les moments (...). Sur ce point j'ai bénéficié de discussion avec le docteur J. R. Hicks. L'adoption de la moyenne et de l'écart type comme variables dans cette analyse m'a été suggérée par lui ». Chambers publie dans la *Review Economic Studies* qui est une émanation de la *London School of Economics*, c'est donc vraisemblablement un jeune chercheur ayant participé au *Robbins' group*.

70. Les renvois de Marschak [1938, p. 311 et 320] sont à peine compréhensibles. Makower-Marschak [1938] est un peu plus appuyé, mais ces auteurs ne pouvaient pas taire leurs sources dans un périodique édité par l'institution où travaillait Hicks.

71. *Ibid.*, p. 46.

On aura compris que les courbes d'indifférence sont croissantes dans le plan (variance, espérance)[72]; ceci traduit le fait qu'on n'accepte un accroissement de risque qu'au prix d'une rémunération (moyenne) supérieure. Il est également un point que Chambers ne précise pas de façon explicite, mais que son graphique montre, c'est que la prime de risque croît plus que proportionnellement avec le risque ; les courbes d'indifférences sont donc (légèrement) convexes si le rendement est porté en ordonnée. L'existence de cette carte d'indifférence permet d'envisager la résolution du « programme de l'investisseur ». Le reste de l'article construit ainsi un équilibre entre offreurs et demandeurs de capital. À la suite de Hicks, Chambers est parfaitement conscient du caractère approximatif d'un modèle qui ne prend en compte que les deux premiers moments. Il indique donc qu'il est possible de tenir compte des moments d'ordre supérieur, qui peuvent se révéler discriminants dans des cas « spéciaux »[73], mais avoue ne pas poursuivre l'analyse au-delà de deux dimensions (il est vrai que le cas à n dimensions ne présente aucune particularité tant que n est fini)[74]. Pour sa part, Hicks se montre plus embarrassé par les moments d'ordre supérieur. Dès son papier de 1934, il concède qu'une analyse limitée à deux moments[75] est approximative. Marschak est en fait le premier à proposer et à justifier explicitement l'importance du coefficient d'asymétrie[76] (*skewness*, moment de troisième ordre), auquel Hicks se rallie définitivement par la suite[77]. Le modèle de décision canonique comprend donc, en plus du rendement et du risque, un facteur de *potentiel*[78], suivant l'exemple que donne Marschak : les gens « n'aiment pas (...) les situations où la consommation de viande peut varier dans un intervalle important ; (...) et (en témoignent les supercagnottes sur les matches de football), ils aiment les gains élevés à faible probabilité, c'est-à-dire une forte asymétrie à droite des gains ». Mais puisque les préférences sont maintenant construites, il convient de voir à quels domaines les auteurs appliquent leur modèle. Les textes qui formalisent la relation d'indifférence présentent évidemment aussi une mise en situation de cette innovation. Le thème dominant est au départ le marché monétaire, comme en témoignent les titres des articles de Chambers, Hicks, Marschak[79]. Le risque est d'abord pris en compte comme un aspect dominant dans l'arbitrage qui conduit à la détention de titres ou d'obligations (on n'est pas loin de la préférence pour la liquidité de Keynes).

72. Ou (espérance, variance), comme on considère d'ordinaire, puisque de toute façon elles sont croissantes. Chambers choisit pour sa part un repère (variance, espérance).

73. Chambers [1934, p. 46].

74. *Ibid.*, p. 47.

75. Voir la citation au paragraphe précédent (appel de la n. 68). Notez que Tobin [1965, p. 12-14] expose également la thèse de l'approximation, mais sans revenir sur la discussion des années 1935-1950.

76. L'exemple de Marschak [1938, p. 320].

77. Hicks [1939, p. 125 n. 1].

78. Ce terme s'est imposé pour décrire l'effet d'une asymétrie. Dans un cadre théorique différent, il est employé par Lopes [1986], [1987] et Cohen [1992], entre autres.

79. Chambers [1934] : « Fluctuations in capital and the demand for money » ; Hicks [1935] : « A suggestion for simplifying the theory of assets » ; Makower-Marschak [1938] : « Assets, prices, and monetary theory » ; Marschak, [1938] : « Money and the theory of assets ».

Mais ces auteurs débordent rapidement les questions de finance pure : dans un article de 1938 intitulé de manière trompeuse « la monnaie et la théorie des actifs », Marschak introduit la représentation d'une économie d'incertitude (au mépris de la terminologie knightienne). Cependant, le sens de l'incertitude dans cette économie est loin d'apparaître clairement [80].

Ces longs développements montrent que la piste explorée par Edgeworth et Wicksell a été perdue de vue au profit de travaux abstraits qui annoncent ceux Markowitz (voir Pradier [2000]). Il faudra attendre les années 1950 et le développement de la institutionnel de la finance pour voir ressurgir une thématique proche de la VaR. Entre temps, la théorie des tests qui s'est développée à la suite des travaux de Neyman et Pearson [1928], [1933a], [1933b] a familiarisé les jeunes diplômés avec la notion de seuil de confiance. Le consensus autour de niveaux de confiance standard – comme l'illustre par exemple Popper [1959] – jouera certainement un rôle dans la transformation de la règle de gestion en critère de comparaison.

1.5 La théorie financière à partir des années 1950

Par « théorie financière », on entend en fait des travaux marginaux dus à Roy et aux économistes agricoles : seuls ces marginaux s'intéressent concrètement à la décision concrète dans les années 1950-1960. Le *mainstream* reste pour sa part dans une problématique toute théorique d'équilibre du marché des titres, et se soucie peu d'application [81].

80. Dans un premier temps, Marschak présente un modèle classique certain avec dotations initiales (*initial balance sheets*), consommateurs (*tastes of men*), et producteurs (*transformation conditions*). Il introduit le risque en transformant les biens, qui ne sont alors plus caractérisés par des scalaires mais par des vecteurs (moyenne, variance, asymétrie). Marschak indique de manière énigmatique que : « Comme précédemment [dans le cas certain], la préférence (ou l'aversion) entre x et y (disons entre le risque et le profit de la viande) égale, à l'équilibre, leur taux de transformation [TMS] ». Marschak propose d'aller plus loin que les auteurs précédents. D'abord, il reprend la relation de préférence entre les moments de manière bilatérale : dans le cas du prêt, on peut mettre en évidence une relation de préférence aussi chez les offreurs, car leur situation est symétrique de celle des demandeurs. Ensuite, Marschak suggère le passage à une économie de production. Mais ce passage pose un problème d'interprétation. Si l'on peut interpréter les « conditions de transformation » (fonctions de productions) entre les deux premiers moments comme une représentation de l'assurance – encore que cette interprétation soit déjà difficilement tenable, puisque l'assurance ne transforme pas le risque, elle le déplace – Marschak ne se donne pas la peine de le préciser. En évitant la discussion, l'auteur veut peut-être ne pas attirer l'attention sur le fait que ces « conditions de transformations » recouvrent un rôle obscur. Que pourrait bien signifier une fonction de production qui transforme des combinaisons de la variance d'un bien et l'espérance d'un autre en asymétrie d'un troisième bien ?

81. Markowitz, revendique la filiation de Savage (Markowitz [1991, p. 470]), et utilise la méthode de Williams pour calculer valeurs actuelles et variances de tous les titres supposés connus. Mais leurs distributions de probabilité subjective est inapplicable. Même la version simplifiée, qui consiste à utiliser les performances passées des titres, est à peu près inutilisable au milieu des années 1960. Bernstein [1992, p. 62], rapporte que le calcul de la frontière efficiente sur un ordinateur était alors si long que le coût de ce traitement était prohibitif.

1.5.1 Roy et la contrainte de sécurité

Les relations entre *économie* et *finance*, que ce soit sur le plan théorique ou institutionnel, sont complexes. On se contentera ici de suggérer d'abord le caractère marginal voire sulfureux des études financières chez les économistes : la bourse constitue souvent un objet de scandale, qu'on y gagne comme Ricardo et Keynes ou qu'on y perde comme Irving Fisher. Jusqu'à une date récente, ce n'est pas un sujet théorique noble, si bien que la finance se construit comme discipline à la suite de son exclusion par les économistes. En cela, Markowitz joue un rôle particulier, puisqu'il est le *premier exclu*, son parcours est donc emblématique, et aussi révélateur d'un mouvement de fond qui conduit à l'institutionnalisation de la finance, discipline où la notion de risque est centrale, aux portes de la théorie économique (voir Pradier [2005]). Cette exclusion s'est opérée avec la fameuse tirade de Friedman pendant la soutenance de thèse de Markowitz :

> « Harry, je ne vois pas de problème avec tes mathématiques, pourtant j'ai un problème. Ce n'est pas de l'économie, et on ne peut pas te donner un doctorat d'économie pour une thèse qui n'est pas de l'économie. Ce n'est pas des maths, ce n'est pas de l'économie, ce n'est même pas de la gestion » (Bernstein [1992, p. 60]).

En effet, le point de vue *économique* des années 1930 dont on a parlé, étudiait le choix de portefeuille pour comprendre les conditions de la politique économique. Ici, il est clairement question de guider le choix d'un portefeuille optimal. Dès cette origine pourtant, la finance apparaît frappée d'ambiguïté : comme discours théorique, elle peine à se démarquer de l(a macro)économie, même si elle affiche des prétentions opérationnelles distinctes (la gestion de portefeuille et non pas de la conjoncture). On peut néanmoins se demander ce qu'il en est vraiment du caractère opérationnel de ces théories. Roy [1961] a dénoncé le mélange des genres entre une théorie économique trop complexe et une volonté affirmée d'application.

A contrario, Roy insiste sur le fait que les financiers réclament des méthodes rudimentaires et prêtes à l'emploi (« *rough and ready rules of thumb* ») et non pas de théories sur un autre monde. Pour cela, l'Anglais considère un programme de maximisation du revenu avec une contrainte de « sécurité » : il impose une très grande probabilité (95 %) que le revenu dépasse un minimum donné [82]. On retrouve donc le *principe de probabilité raisonnable* de Condorcet – ici baptisé *safety-first principle* – et l'idée de fixer un niveau de confiance et un niveau de perte, donc une VaR maximale admissible. Deux différences apparaissent toutefois avec le modèle de Condorcet : d'une part le seuil de sécurité conventionnel est fixé en référence aux tests statistiques qui sont d'un usage général. La pratique a donc créé des habitudes. D'autre part, au lieu de considérer directement les distributions des rendements, Roy simplifie les cal-

82. Voir Boussard [1969].

culs en recourant à l'inégalité de Bienaymé-Tchébycheff[83]. Il emploie donc et retrouve donc formellement les résultats de Markowitz... Comme le remarque Bernstein, « [Roy] a eu la malchance de publier son article [...] trois mois après la publication de celui de Markowitz dans le *Journal of Finance* »[84]. Pourtant, en 1952, Roy va plus loin que Markowitz : en particulier, il donne l'expression analytique de la « frontière efficiente » qui n'apparaîtra que dans Markowitz [1956].

L'œuvre de Roy a donc le double mérite de rappeler opportunément l'importance de la VaR comme principe de gestion, tout en réglant le choix des seuils probabilistes qui se sont imposés avec la diffusion des tests statistiques. Mais Roy montre aussi l'ambiguïté fondamentale de l'« analyse markowitzienne », qui prétend à l'application (bien qu'elle soit inapplicable) et s'adresse donc aux théoriciens ; cette ambiguïté s'étend aux héritiers de Markowitz, tant chez les financiers (en particulier Mossin) que chez *certains* économistes agricoles[85]. Nous ne considèrerons toutefois que les auteurs restés du côté de l'application.

1.5.2 Freund et la pratique des risques agricoles

Si l'on considère d'ordinaire que les économistes agricoles ont emprunté à Markowitz, il faut insister sur la précocité de l'article de Freund [1956]. Comme son titre l'indique (« *the introduction of risk into a programming model* »), ce papier s'attaque au même problème technique que Markowitz [1956] (et, rappelons-le, Simon [1956]). En effet, Freund choisit de maximiser une combinaison d'espérance et de variance (donc une fonction non linéaire) sous des contraintes elles-mêmes linéaires. Encore une fois, Markowitz n'est ni le seul, ni visiblement le premier. Mais il peut au moins se prévaloir dans ce cas de la théorie générale du choix (même si nous devons l'attribuer à Hicks), alors que Freund retient une fonction d'utilité particulière. Il y a lieu de penser que l'avantage de Markowitz tient surtout à sa position à la RAND, à celle de son directeur de thèse à la Cowles, lieux où souffle l'esprit. En comparaison, le nom du *North Carolina State College* (où Freund a préparé sa thèse) suscite plutôt la condescendance : un *College* n'est pas une institution de recherche. Il faut donc voir aussi dans la réputation accordée à Markowitz un effet institutionnel indéniable.

Manifestement, l'économie agricole ne jouit pas d'une grande publicité : Rudolf Freund a proposé une application du modèle de Markowitz à la déter-

83. Le théorème de Bienaymé-Tchébycheff permet d'écrire que la probabilité de s'écarter de la moyenne est inférieure à une fraction de la variance, ainsi pour une variable aléatoire X de moyenne m et une distance d, le théorème donne : $\Pr(|x-m| \geq m-d) \leq \frac{\sigma^2}{(m-d)^2}$, ou encore : $\Pr(m-x \geq m-d) = \Pr(x \geq d) = \frac{\sigma^2}{(m-d)^2}$. Minimiser la probabilité que la rentabilité soit plus faible qu'un seuil donné revient donc à minimiser la variance du portefeuille, comme le fait Roy [1952].

84. Bernstein [1992, p. 60].

85. Il existe une littérature très importante dans ce domaine dont le statut est problématique, voir sur ce point Pradier [1998, p. 231-4].

mination du programme de culture optimal pour une exploitation agricole dès 1956, c'est-à-dire deux ans avant l'article considéré comme « fondateur » de Tobin. Et pourtant Freund n'est jamais cité que par les économistes agricoles. Cela provient-il du caractère « appliqué » de ses recherches, et du mépris des théoriciens pour l'apparence de modestie des conclusions des « agriculteurs » ? Ne faut-il pas plus simplement voir dans cette ignorance une nouvelle manifestation du mépris des villes pour les campagnes, des capitales pour les provinces, du *centre* pour la *périphérie* (s'il faut parler comme Braudel pour être général), ou, dans ce cas précis, un mépris des théoriciens pour les praticiens? Car Freund [1956] ne construit pas la frontière efficiente comme le fait Markowitz, mais dérive directement le « portefeuille de culture » optimal d'une fonction d'utilité pour les deux premiers moments du revenu total. En l'absence de frontière efficiente, on pourrait penser que le modèle de Freund est moins élégant que celui de Markowitz ; mais curieusement, cette faiblesse assure la compatibilité avec la théorie de l'utilité espérée, que Markowtiz, en butte aux critiques des économistes théoriciens, a mis trente ans à garantir ! Quoi qu'il en soit, les spécialistes de l'économie agricole, à l'écart des modes, ont fait grand usage du modèle de Markowitz, et posé bon nombre de questions sur son statut théorique.

La discussion autour du modèle de Freund témoigne du faible intérêt des spécialistes de l'économie agricole pour l'unification théorique. En effet, ils ont décidé de s'éloigner résolument du cadre de référence que Mossin, Sharpe et Lintner construisaient en raison de la destination pratique de leurs recherches. L'emploi des formulations à la Markowitz pose en effet deux problèmes pour l'application : la frontière efficiente ne propose pas une lecture directe en terme de sécurité, et son calcul se révèle trop complexe.

Boussard s'est fait un des avocats du premier argument, en montrant que l'important n'est pas d'optimiser mais de savoir comment on optimise. Pour un ménage agricole qui choisit son plan de culture, le risque prend la forme d'un revenu inférieur à un certain seuil. C'est très exactement la formulation de Condorcet. On revient donc à la formulation de Roy, que les auteurs ne connaissent pourtant pas ! Comme lorsqu'au XVIII^{e} siècle Tetens et Condorcet travaillaient parallèlement, on doit s'interroger sur les raisons de cet *air du temps*. La réponse tient manifestement à l'intégration dans la culture des ingénieurs (y compris les ingénieurs agronomes) d'une statistique mathématique toute laplacienne. Sur le plan théorique, les modèles des agriculteurs perdent certainement en généralité par rapport à l'analyse de Markowitz, et la frontière efficiente disparaît, ce qui diminue « l'élégance » du résultat. A la place, on spécifie une VaR limite, ce qui fait bien notre affaire. On observe ensuite les plans de production des ménages agricoles si on fait l'hypothèse qu'ils se comportent conformément au modèle et aux paramètres (prix, VaR) spécifiés.

La volonté de décrire les mécanismes de décision des agriculteurs n'est pas le seul facteur qui conduisit les économistes à prendre des libertés avec le modèle de Markowitz. À la même époque, Hazell constate que ce dernier est trop exigeant en matière de qualité de l'information et de traitement de cette information. Sur le premier point, l'auteur observe qu'il est difficile de supputer une ma-

trice de variances-covariances, alors qu'on peut proposer quelques estimations de rendements[86]. Sur le second, il observe que la résolution d'un programme quadratique nécessite l'intervention d'un ordinateur de grande puissance (pour des raisons de précision[87]), alors qu'un programme linéaire se contente d'un opérateur formé à la méthode du simplexe[88]. Hazell propose donc de remplacer dans le programme de Markowitz la minimisation de la variance par la minimisation de l'écart moyen absolu (du revenu), d'où l'acronyme MOTAD (pour *Minimization Of Target Absolute Deviation*). Dans la perspective qui avait conduit à proposer la semi-variance, Hazell envisage également de considérer le seul écart moyen *négatif*, et montre que les calculs restent toujours aussi simples[89].

Afin de rendre leurs modèles testables ou applicables de manière simple, les économistes agricoles sont donc conduits – sans le savoir – à retrouver les suggestions de Condorcet et Tetens. En mettant l'accent sur la pratique au détriment de la théorie, les économistes agricoles anticipent sans le savoir l'évolution de la finance. Sauf que dans ce dernier cas, c'est le régulateur qui a imposé l'utilisation de la VaR.

1.5.3 La VaR comme consensus professionnel

Les années récentes sont les mieux connues : on trouve aisément des contributions sur les forums spécialisés[90], et surtout la remarquable synthèse de Holton [2002]. On se contentera d'indiquer deux directions : les réglementations prudentielles d'un côté, l'histoire de l'expression d'un autre.

L'expression *Value-at-Risk* semble à la fois récente et incertaine. Il semble qu'à la fin des années 1980 on ait vu voisiner « dollars-at-risk » (DaR), « capital-at-risk' (CaR), « income-at-risk » (IaR), « earnings-at-risk » (EaR) et « value-at-risk » (VaR). Tout cela trahit à la fois la vogue du concept de *risque* et l'indécision sur ce qui y était exposé. Finalement le terme *value* est le plus général. C'est aussi le plus normatif, puisqu'il évoque une autre mode contemporaine : celle de la *shareholder value*. Quoi qu'il en soit, après une phase d'incertitude, le rapport du G-30 en 1993 puis la publication du *RiskMetrics Technical Document* par JP Morgan en 1994 ont stabilisé la dénomination. Holton [2002] donne un aperçu assez fouillé avec des références, en particulier Guldimann qui a mené le projet *Riskmetrics* chez JP Morgan semble se prévaloir de l'invention de la terminologie et de sa diffusion dans la profession. Holton [2002, p. 21]

86. Hazell [1971, p. 51], écrit : « dans certaines circonstances, le fermier peut disposer de valeurs subjectives des paramètres, et préférer fonder ses décisions sur ces évaluations subjectives. Cependant, ce type d'information est difficile à obtenir pour une activité complexe, et il semble difficile que la matrice des variances-convariances soit complètement spécifiée. »

87. Hazell [1971, p. 56] : « les programmes [informatiques] disponibles souffrent sévèrement des erreurs d'arrondis ». Hazell cite également le problème des matrices singulières.

88. Hazell [1971, p. 57] : « ceci [la minimisation de l'écart moyen] peut être aisément réalisé en suivant le modèle de la programmation linéaire ».

89. *Ibid.*, p. 59-60.

90. tels http://www.contingencyanalysis.com ou http://www.riskglossary.com

insiste d'ailleurs sur le fait que *Riskmetrics* proposait une version plutôt simplifiée de la VaR (par rapport à des conceptions concurrentes plus raffinées), et que l'essentiel du travail accompli par JP Morgan fut la diffusion du concept, y compris à travers une campagne de *public relations* remarquablement orchestrée, puisqu'elle mobilisa la force de vente des éditeurs de logiciels payants censés aider à l'implémentation du modèle.

La « génération spontanée » de l'expression au début des années 1990 témoigne donc à la fois de l'aspect communauté de pratique – car la VaR est plus une pratique qu'une « théorie », ou alors c'est une théorie d'un niveau technique vraiment faible – et de la préparation du champ avant le démarrage du phénomène. Il faut néanmoins tenir compte d'un autre facteur : le rôle des autorités de régulation.

1.5.4 La régulation entre mesure et métrique

Les auteurs américains aiment mettre en avant l'existence de réglementations prudentielles sur le NYSE : dès 1922, ce marché imposait aux firmes participantes de provisionner 10 % du montant de leurs positions. Par la suite, la réglementation prudentielle américaine s'est développée en affinant cette règle de base. Pour le régulateur, l'enjeu est de taille : la cascade des faillites bancaires peut conduire à la destruction du système financier, d'où l'expression « risque systémique ». En comparaison, les assurances ont, comme on l'a vu, conçu leur propre méthode de maîtrise des risques depuis le dix-neuvième siècle. Il est vrai qu'en matière bancaire, le risque de crédit comme le risque de marché sont plus délicats à modéliser. C'est pourquoi le régulateur intervient pour fixer un cadre légal de référence.

Aux États-Unis, si les marchés financiers exigent depuis les années 1920 des réserves, c'est surtout la mise en place en 1980 par la SEC d'un nouveau système de garantie qui a fait date : pour la première fois, le but du système s'exprime clairement en termes de VaR. Il faut que la VaR à 95 % à 30 jours des établissements financiers soit compatible avec leurs réserves. *Principe de probabilité raisonnable* de Condorcet, toujours. Sauf que cette fois le principe de sécurité est adossé au système de *haircut* : les différents actifs sont pondérés selon des proportions choisies par le régulateur pour représenter leur risque propre. C'est encore l'approche qui présidera aux Accords de Bâle en 1988, à leur transposition dans le droit européen, à leur aménagement en 1996.

Cette année 1996 marque un nouveau tournant dans l'histoire des réglementations prudentielles : d'une part, la VaR est validée par le Comité de Bâle comme la métrique du risque agrégé, d'autre part, les nouveaux accords marquent l'approbation par le régulateur des *métriques privées*. Le premier point consacre la mesure de tous les risques par la VaR, ce qui signifie une *représentation probabiliste* de tous les risques. Si les risques de marché ne posent pas de problèmes épistémiques, car les travaux qui ont suivi Bachelier font l'objet d'un consensus assez large, il n'en va pas de même pour les risques opérationnels, et surtout pour le risque de crédit. En ce qui concerne le risque

opérationnel, qui s'apparente au défaut de contrôle interne, l'hypothèse probabiliste conduit à un certain fatalisme.

Au contraire, March et Shapira montrent que la « vanité » des managers qui pensent influer directement sur la probabilité d'occurrence du risque[91] créée les conditions de possibilité de l'action efficace sur le risque. Il faut toutefois se garder d'une illusion sur les capacités du manager : si le risque opérationnel est directement une affaire de contrôle interne, le risque de crédit peut s'exprimer en termes probabilistes mais il peut aussi s'en éloigner.

Les concepts de la théorie des probabilités, correctement employés, sont donc parfaitement pertinents. Ils permettent en particulier de comprendre le risque d'antisélection des mauvais payeurs et le danger à considérer qu'un score mal conçu pourrait sélectionner les bons risques. Avant d'avoir été amplifiée par la dissémination des actifs titrisés, la crise du subprime a d'abord ses racines dans la mauvaise estimation du risque de défaut... Elle révèle donc comment la mesure du risque de crédit est manipulable. Cet état de fait conduit évidemment à considérer avec prudence le point suivant.

Désormais le régulateur n'impose pas forcément sa mesure, il peut se contenter de certifier une méthodologie. Cela peut sembler un retour à avant la réglementation, mais il semble difficile de ne pas tenir compte de la complexité sans cesse croissante des transactions financières, du renouvellement des produits, etc. Il faut donc décentraliser l'évaluation des risques et certifier les méthodes ou les procédures plutôt que les évaluations elles-mêmes, bref *les métriques plutôt que les mesures.*

Le but de la réglementation est alors non seulement de maîtriser effectivement le risque des établissements de crédit et des intervenants sur les marchés financiers mais aussi de permettre l'apparition et la *diffusion des bonnes pratiques.* En effet, la tentation existe pour les établissements de considérer le *risk management* comme un coût et d'en faire le moins possible de ce côté-ci. Mais en suscitant la compétition entre les modèles internes, comme *Riskmetrics* l'a été chez J. P. Morgan au début des années 1990, les autorités de régulation espèrent dans une émulation parmi les établissements financiers. Peut-être les modèles de *risk management* seront-ils, comme ont pu l'être les modèles d'évaluation de produits complexes ou comme les produits structurés, l'occasion d'innovations et d'une lutte pour le prestige symbolique entre les établissements. Ainsi les financiers qui font tout payer seraient heureux d'offrir pour rien l'image et la preuve de leur sécurité.

Cette vision idyllique de l'autorégulation d'une communauté de pratique s'est brisée avec la crise du subprime qui a montré que les réserves de capital des établissements américains n'étaient pas proportionnées à leurs risques sur

91. Le dernier paragraphe (p. 123-5) de March-Shapira [1987], intitulé « la prise de risque, le jeu et les illusions des managers » constitue en fait une petite sociologie de la « vanité » des managers et de « l'imagerie sociale de [leur] rôle », en particulier à partir de : « les managers pensent, non sans une certaine vanité, qu'il est possible de faire la différence, au moment de leur décision, entre les risques dont l'issue sera favorable et ceux dont l'issue sera défavorable. Ils se targuent également de pouvoir maîtriser les risques et augmenter leurs chances de réussite. »

ce segment du marché des prêts. Sans une intervention massive des autorités pour fournir de la liquidité à faible coût, la crise financière aurait probablement été d'une ampleur sans précédent.

1.6 L'avenir de la VaR

La crise du subprime éclate au moment même où les Accords de Bâle II entrent en vigueur et consacrent la VaR comme mesure du risque. En conséquence, les critiques nombreux demandent de changer radicalement la mesure du risque par les établissements de crédit. Une lecture plus précise de l'histoire, et des glissements qui se sont opérés, conduit à un jugement plus nuancé.

1.6.1 La VaR : une métrique réglementaire choisie

De Condorcet à Bâle II, le « principe de probabilité raisonnable (pour entreprendre) » a conquis le monde des banquiers. À partir des travaux du XVIII^{e} siècle, deux étapes importantes dans la diffusion du principe ont conduit à la popularisation des prémices de la VaR, c'est-à-dire de la culture statistique qui a conduit à la considérer comme une évidence. Ce furent d'abord le développement de la théorie mathématique du risque par les actuaires, qui repose tout entière sur l'idée de seuil de sécurité, et donc sur le *principe de probabilité raisonnable*. Puis la théorie des tests d'hypothèses de Neyman et Pearson a fait du principe de probabilité raisonnable (pour décider) un élément de la culture statistique universelle. Par là s'explique probablement la convergence des travaux théoriques dans les années 1950 autour de la notion de « safety first » chez A. D. Roy ou R. J. Freund (sans oublier Markowitz).

L'étape Bâle II marque un élargissement supplémentaire : le principe de probabilité raisonnable n'est plus le fondement d'une théorie, ni un élément de la culture universelle des diplômés en science, mais une *métrique réglementaire* choisie parce qu'elle peut être comprise de tous (c'est-à-dire aussi de « ceux qui n'ont pas étudié les statistiques »). Il n'a fallu que dix ans pour transformer cette *success story* epistémologique en crise financière. Non pas que Condorcet avait tort, puisqu'il proposait de considérer les pratiques des « différents bureaux d'assurances qui ont pu continuer le commerce avec avantage ». On a dû oublier un paramètre. Ce pourrait être les hypothèses des modèles qui garantissaient la validité du principe.

1.6.2 Les hypothèses probabilistes des mesures de VaR

Tant que Laplace et ses successeurs considéraient des questions théoriques, leur raisonnement était hypothétique. Avec la mise en œuvre, on n'a pas vraiment porté attention à l'invalidation des hypothèses. Il n'est pas question de discuter ici jusqu'où les modèles sont faux, mais comment l'erreur s'est introduite, pour éviter qu'elle ne revienne.

Un premier glissement apparaît avec le remplacement de la méthode de Laplace par le théorème central limite dans les problèmes de gestion d'assurance. Non pas tant que les hypothèses changent : l'expérience prouve surtout que *les usages sociaux du théorème central limite sont parfois imprudents* (par comparaison, la lourde méthode de Laplace incite à réfléchir avant de se lancer dans les calculs, et elle est finalement trop coûteuse pour en tirer des conclusions hâtives). Une des hypothèses centrales est l'indépendance des tirages : elle fait souvent défaut aux produits financiers, comme par exemple aux opinions que les sondeurs traquent chez les sondés. Dans le cas des produits financiers toutefois, cette absence d'indépendance peut avoir deux causes distinctes. La première est inévitable : en cas de crise financière, tous les actifs sont affectés, et les modélisations valables pour les périodes calmes perdent leur validité. Même l'échelle des risque d'avant la crise est en générale invalidée dans son ordre même car le secteur d'origine est plus affecté, et les reports sur d'autres compartiments de marché, d'autres types d'actifs, sont inégaux. Dans ce cas précisément, si on évite la crise, il n'y a plus de problème. Reste que l'absence d'indépendance peut provenir aussi d'un défaut de la perception des risques (par exemple en cas d'antisélection des emprunteurs, pour rappeler l'exemple récent du subprime). Dans ce cas, l'usage du théorème central limite est illicite. Tout le problème est que ces deux exceptions à l'hypothèse d'indépendance statistique sont liées logiquement et chronologiquement : si un type de produit est mal représenté par les hypothèses probabilistes habituelles, ce qu'on pourra traduire *a posteriori* par des « rentabilités non gaussiennes », c'est en général qu'une cause efficiente est à l'œuvre[92]. Dans le cas du marché des *subprimes*, la probabilité de défaut était sous-estimée. Ce défaut de la représentation des risques peut conduire à une crise locale dont l'extension systémique invalide la représentation probabiliste globale.

Le second glissement s'opère précisément quand on choisit délibérément de rendre compte de risques avec un outil inadapté, comme l'application de modèles probabilistes de risque de crédit. Le choix de la VaR pour ce type de risque, combiné avec un pari sur le soutien du prêteur en dernier ressort (au nom du principe « *too big to fail* ») a conduit les banques à une prise de risque excessive, mais *dissimulée par la métrique qu'on venait de mettre en place*. La prospérité du secteur financier s'est poursuivie pendant dix ans aux dépens de l'économie réelle future sur laquelle on a tiré des chèques sans provision. On aurait beau jeu de fustiger le défaut du politique... L'opinion publique se partageait alors entre complaisante et critique hypocrite. En attendant qu'une mesure du risque parfaitement satisfaisante soit diffusée parmi des citoyens parfaitement au fait des probabilités, on peut aller à la source du mal actuel en évitant les manipulations de la VaR à deux niveaux. D'une part, il est désormais connu depuis les travaux de Philippe Artzner et de ses collaborateurs[93] que, du

92. Effectivement, la rentabilité des *junk bonds* au milieu des années 1980, celle des GKO ou des emprunts souverains d'Asie en 1997-98, des emprunts subprime enfin, ne se conforment pas à des distributions normales.

93. Artzner *et al.* [1999].

point de vue des critères de rationalité classique, la VaR n'est pas une mesure de risque cohérente car elle n'est pas sous-additive, ce qui permet de la cacher en déconsolidant (et donc, par exemple, en titrisant). D'autre part, comme on vient de le voir, le risque propre d'une classe d'actifs peut être très mal perçu. C'est d'ailleurs bien ce qui se produit quand on remarque que « les distributions de probabilité des rentabilités ne sont pas gaussiennes ». Le rôle des autorités de supervision doit très clairement être de garantir la transparence de l'information en agissant à ces deux niveaux. En particulier, le régulateur/superviseur doit pouvoir identifier des classes d'actifs potentiellement risquées, et proposer une solution systémique pour éviter le risque du même nom. L'identification par le régulateur d'un risque systémique permet certainement de sensibiliser l'opinion publique et de créer un courant d'opinion favorable à des décisions courageuses. Toutefois, une supervision financière qui comporterait des éléments discrétionnaires pose un certain nombre de problèmes par rapport à la formule actuelle où l'État est le spectateur d'un jeu dont il s'est contenté de traduire les règles plutôt que de les fixer (si on considère le processus d'élaboration de Bâle II d'un côté, des normes comptables de l'autre). Il convient donc de proposer des règles du jeu acceptables : une déclaration de « catastrophe financière imminente » doit permettre au superviseur de prendre des mesures d'exception. En échange d'une comptabilisation en valeur historique (plutôt qu'une comptabilisation en *Fair Value*) des actifs concernés, le superviseur pourrait forcer les établissements financiers à provisionner des risques exceptionnels, afin d'assumer leur part d'un risque systémique en formation. La difficulté principale est évidemment la répartition du montant des provisions entre les acteurs du marché, car un effet de passager clandestin est à craindre. De manière générale, la rédaction des règles comptables doit probablement être infléchie de manière à ne favoriser ni le prélèvement fiscal, ni le prélèvement actionnarial, mais la surveillance effective des risques.

Le principe de probabilité raisonnable conditionne évidemment la qualité des décisions des détenteurs de capitaux, de leurs mandataires comme des superviseurs à la fiabilité de l'information fiable sur les prix, et sur les probabilités de défaut. En ce qui concerne les premiers, la directive MIF pose déjà des problèmes, et il faut donc garantir à l'avenir la centralisation des informations des dispositifs d'exécution des transactions boursières distincts des marchés réglementés (systèmes multilatéraux de négociation, intermédiaires internalisateurs)[94]. Quant aux probabilités de défaut, la crise a révélé la collusion des agences de notation, des emprunteurs et des banques d'affaires. Il est temps de séparer les intérêts : les prêteurs doivent payer (les agences de notation) pour avoir un avis élaboré sur des informations publiques. L'hypothèse d'efficience des marchés étant mise à mal, on peut penser que les agences ont un vrai savoir-faire à vendre. De leur côté, les emprunteurs ne doivent ni payer pour être évalués, ni être évalués par ceux qu'ils payent. Ces principes simples conduisent évidemment à un big bang du rating, ne serait-ce que parce que

94. Hautcoeur, Lagneau-Ymonet, Riva [2010].

la structure de marché à trois agences ne pourra se maintenir. Après tout, le scandale Enron a fait une victime, considérée comme la plus éminente agence d'audit à l'époque : la transparence financière est à ce prix, plus qu'à celui des bonus et des golden parachutes.

En conclusion, l'histoire du concept de *Value-at-Risk* embrasse plus que l'histoire de la théorie financière ou les recommandations prudentielles de la profession : le formalisme de la VaR est né chez les mathématiciens des années 1780 pour résoudre des questions d'arithmétique politique, qui touchaient simultanément à la gestion et à la démographie. Condorcet, Laplace et leurs successeurs ont inventé tout à la fois la gestion quantitative (des sociétés d'assurance) et la statistique mathématique (inférentielle), sans toutefois les mettre réellement en pratique, et donc sans pouvoir servir d'exemple. Si l'idée de dispersion résume ces travaux des premiers temps, il faut comprendre que ce n'est pas le concept qui est généralisé, mais l'outil mathématique (la méthode de Laplace) qui trouve à s'appliquer à des questions mathématiques isomorphes.

Au long du XIX^{e} siècle, la Théorie Mathématique du Risque s'impose chez les actuaires, et les économistes en la personne d'Edgeworth proposent d'étendre le modèle de gestion prudentiel à l'activité bancaire, puis à la trésorerie d'entreprise en général (Wicksell). Cette gestion prudentielle rappelle étroitement la métrique VaR classique ; on observe également des développements plus abstraits dans les années 1930, qui conduisent tout droit aux travaux de Markowitz. Mais à côté du chercheur nobélisé, de nombreux financiers, économistes agricoles, actuaires, s'inscrivant dans la lignée Laplacienne renouvelée par la pratique des tests de Neyman et Pearson, pratiquent la gestion VaR prudentielle comme Monsieur Jourdain fait de la prose. L'apport des années 1950, ce n'est pas tant le modèle de Markowitz (qui ne sert à rien en la matière), que la généralisation d'une pensée en termes d'intervalle de confiance chez les jeunes chercheurs. Il n'est alors pas si étonnant qu'à la génération suivante la VaR puisse quitter le secret des laboratoires et des recherches solitaires pour entrer dans le *common knowledge* des pratiques reconnues. Lorsque le régulateur se saisit de cet outil, chacun est à même d'en comprendre la raison, l'utilité, le fonctionnement. Avec la démocratisation de la VaR, des changements majeurs se sont opérés dans les années 1980-1990. C'est maintenant l'instrument qu'on applique et non le raisonnement qu'on localise, et la diffusion s'étend auprès d'utilisateurs mal armés pour la comprendre. *La VaR, détachée des hypothèses des modèles*, est appliquée à tort et à travers. Si on veut retrouver le chemin du « principe de probabilité raisonnable (pour entreprendre) », il faut restaurer des normes comptables compatibles avec la supervision macroprudentielle des établissements, renforcer le pouvoir du superviseur en lui permettant d'exiger des provisions exceptionnelles face à un risque systémique avéré et promouvoir une culture de la décision économique sans jamais négliger la qualité de l'information fournie aux citoyens-décideurs[95].

95. Mention à préciser pour les références à cet article : Pierre-Charles Pradier, « La *Value-at-Risk* de Condorcet à Bâle II », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 11-42.

Chapitre 2

Sur la théorie de la ruine

Olivier Le Courtois

2.1 La faillite des compagnies d'assurance

Les concepts que nous allons présenter dans ce chapitre sont nouveaux et proviennent de recherches et travaux en cours menés avec Rivo Randriavony au Centre de recherche sur l'analyse des risques financiers (CEFRA) de l'EM Lyon[1]. Ils se présentent donc comme des premiers résultats et dessinent autant une voie de recherche future qui semble prometteuse qu'ils font apparaître la fragilité des conclusions usuelles que la théorie classique conduit à avoir pour la gestion des compagnies d'assurance. Plus précisément, ces travaux concernent le domaine de l'assurance appelé « théorie de la ruine », et examinent de quelle manière cette théorie évolue lorsqu'on change la nature des aléas qui sont utilisés dans les modélisations. En effet, la théorie de la ruine et, par suite, la solvabilité des compagnies d'assurance, est étroitement dépendante d'hypothèses probabilistes fortes sur la nature des processus aléatoires sous-jacents. Alors que, pendant près d'un siècle, les processus aléatoires utilisés par les actuaires et les chercheurs en actuariat reposaient sur des dynamiques poissonniennes ou mixtes (diffusion-sauts) dont l'une des caractéristiques est d'assurer que les réserves des compagnies croissent sans limite quand le temps devient infini, nous proposons de les remplacer par des dynamiques oscillantes, qui permettent un retour à zéro du processus aléatoire sous-jacent. En d'autres termes, la faillite d'une compagnie d'assurance n'est plus théoriquement interdite par une théorie actuarielle : les compagnies d'assurance peuvent faire faillite.

La théorie de la ruine des compagnies d'assurance est apparue au début du vingtième siècle avec le travail de Lundberg. Elle a traditionnellement modélisé les réserves des compagnies d'assurance comme des processus de Poisson composés avec dérive. Dans sa forme classique, cette théorie repose donc sur l'em-

1. Voir Le Courtois et Randrianarivony [2009].

ploi de dynamiques qui convergent asymptotiquement vers plus l'infini quand le temps devient infini. Ainsi les réserves des compagnies d'assurance tendraient asymptotiquement vers plus l'infini, pourvu que ces dernières survivent à leurs premières années d'exercice. Il existerait une probabilité non nulle que des compagnies d'assurance ne fassent jamais faillite, pour autant qu'elles aient survécu suffisamment longtemps et donc constitué des réserves importantes. Il suffit de considérer les nombreux contre-exemples (Angleterre, États-Unis, Japon dans les années 1990) et l'emblématique et récente affaire d'AIG pour comprendre que certains des éléments de cette théorie doivent être significativement modifiés afin de la rendre plus proche de la réalité du métier d'assureur. L'*intention de proximité* de la théorie de la ruine avec le raisonnement naturel des professionnels de l'assurance semble bien *absente des modélisations actuelles* de la ruine.

Notre approche s'inscrit dans la recherche d'une proximité plus grande avec le monde réel de l'assurance. Les travaux que nous présentons proposent un modèle de ruine des compagnies d'assurance plus en adéquation avec les événements réellement observés dans la pratique des compagnies. L'un des problèmes de l'actuelle théorie de la ruine est la détemporalisation de la gestion des risques : malgré une activité professionnelle qui s'inscrit clairement dans la perspective du long terme, les modélisations actuelles sont temporellement myopes dans le sens où elles ne permettent pas d'intégrer un passage du temps autre qu'une gestion instantanée (temps zéro) ou théorique à l'infini (temps infini). Nous verrons que la tripartition de Rogozin qui décrit le comportement de long terme des processus de Lévy permet de redécouvrir une gestion des risques à long terme en introduisant une temporalité plus pertinente dans les modèles de réserves. On aboutit alors à une vision différente du rôle du gestionnaire des risques : faire en sorte que la compagnie d'assurance ne fasse pas faillite dans les années à venir, plutôt que se reposer sur un modèle qui laisserait supposer que cette faillite est impossible.

La ruine des assureurs. Depuis les débuts de la théorie de la ruine, de nombreuses généralisations des premiers modèles ont été proposées. Nous choisissons de présenter ici les généralisations reposant sur l'emploi de processus de Lévy. Les travaux de Dufresne et Gerber [1991], Furrer et Schmidli [1994], et Furrer [1998] ont étendu le cadre de la théorie de la ruine à la prise en compte de perturbations respectivement browniennes, diffusives et α-stables[2] à sauts strictement négatifs. Puis une seconde vague de travaux a modélisé directement les réserves comme des processus de Lévy.

Par exemple, Dufresne, Gerber et Shiu [1991a], et Dickson et Waters [1993] ont calculé des probabilités de ruine avec des processus Gamma, tandis que Klüppelberg, Kyprianou et Maller [2004] ont obtenu des résultats asymptotiques pour les probabilités de faillite à horizon infini avec des processus de Lévy

2. Voir l'annexe à la fin de ce chapitre 2 pour une introduction heuristique aux processus α-stables.

quelconques. Notre présentation repose sur le calcul des probabilités exactes par transformée de Laplace inverse.

Plutôt que les réserves en tant que telles, nous considérons ici la dynamique des actifs nets, définie comme la dynamique des actifs diminuée de celle des passifs. Cette dynamique, appelée *processus de risque*, est modélisée d'abord par un processus de Lévy α-stable présentant des sauts aussi bien positifs que négatifs, ce qui semble plus réaliste pour rendre compte des données boursières au sens général.

Le calcul des probabilités de faillite correspond au passage du processus de risque par un niveau critique donné. Il s'agit donc d'un problème classique de premier temps de passage. Pour le résoudre, on généralise la méthode développée initialement par Rogers [2000] pour calculer les premiers temps de passage de processus dont les sauts étaient seulement unidirectionnels, au cas de sauts bidirectionnels.

Les dynamiques α-stables que nous considérons sont oscillantes. Ceci signifie que pour des horizons de temps infini, elles visitent aussi bien les grandes valeurs négatives que positives, ce qui empêche de s'illusioner sur l'absence théorique de ruine. Cela ne signifie pas pour autant que les passages par les niveaux critiques aient lieu tous les ans. Mais ce que contient l'hypothèse oscillante des trajectoires α-stables que nous considérons est la *certitude que ce passage aura bien lieu*. Quels que soient les niveaux critiques retenus, ils sont avec notre hypothèse nécessairement atteints plusieurs fois, sans préjuger du temps pour les atteindre. C'est en cela que nous inscrivons notre démarche de modélisation dans une intention de proximité forte avec la pratique réelle des assureurs.

Enfin nous voudrions aussi faire apparaître qu'il n'y a pas d'obstacle technique à la mise en œuvre effective de ces modélisations. Tout d'abord, la méthodologie présentée ici peut être utilisée en toute généralité avec des processus de Lévy quelconques. Dans le cas général, même s'il n'y a pas de formule analytique pour les facteurs de Wiener-Hopf, on peut toujours utiliser les formules génériques de Spitzer et des quadratures. Ensuite, en se rappelant que les fonds propres d'une société représentent une option d'achat sur les actifs de cette société, on dispose implicitement d'un moyen commode pour ajuster les paramètres du processus aléatoire représentant les actifs nets d'une compagnie d'assurance, en se calant sur les cotations existantes[3]. L'utilisation du modèle que nous présentons est toute aussi aisée que l'utilisation des modèles standard et permet de retrouver les résultats empiriques des assureurs en horizon fini.

Tout ceci nous amène à dire que le choix d'une théorie de la ruine particulière (à trajectoires divergentes ou oscillantes) relève davantage en définitive d'une prénotion sur l'incertitude que de considérations pratiques sur les possibilités opérationnelles de gestion réelles ou, dit autrement, relève davantage d'une idéologie sur le hasard (ou d'une croyance dans certaines formes d'aléas) que d'une prise en compte du concrêt des situations professionnelles. Nous disons

3. Nous renvoyons le lecteur à l'article de Carr et Wu [2003] pour l'évaluation d'options sur des actifs sous-jacents log-stables, le cadre de Wiener-Hopf présenté ici s'adaptant aisément d'une approche α-stable à une approche log-stable.

donc que, ce type de modélisation étant possible, il n'y a plus lieu de se reposer sur un cadre théorique imposant la survie aux horizons infinis des compagnies d'assurance.

Ce cadre conceptuel a peut-être pu prévaloir pendant un siècle et occuper de très nombreux mathématiciens appliqués dont l'objet d'étude était le passage d'un processus de Poisson composé par des barrières de plus en plus compliquées, indépendamment de toute proximité avec la réalité du métier d'assurance, mais ceci n'est plus possible aujourd'hui. Nous commençons par rappeler brièvement quelques éléments de formalisme utiles à la compréhension d'ensemble, puis nous nous tournerons vers la présentation du modèle en commentant les résultats qu'il permet d'obtenir.

2.2 Le processus de risque d'un assureur

Nous montrons maintenant comment calculer des probabilités de faillite (et de survie) de manière générale par transformée de Laplace inverse. Ces calculs reposent sur l'emploi de facteurs de Wiener-Hopf, qui sont des fonctions caractérisant les minima et maxima de processus stochastiques. Puis nous appliquons ces résultats au problème de la ruine dans le cas de processus α-stables.

2.2.1 La modélisation du risque de faillite

On introduit $X = \{X_t \mid t \geq 0\}$ un processus de Lévy quelconque avec $X(0) = 0$ et on s'intéresse à sa valeur minimale relative (appelée « infimum ») sur $[0,t]$. On définit le processus de cette valeur minimale comme $I = \{I_t \mid t \geq 0\}$ où, pour t donné, I_t est la valeur minimale de X sur $[0,t]$. Pour l'objectif que nous poursuivons – une réflexion sur la ruine de l'assureur – le processus I représente la modélisation adéquate de la plus petite valeur prise par la trajectoire de X sur tout intervalle temporel.

Pour caractériser la loi de I_t, on utilise une technique particulière, appelée factorisation de Wiener-Hopf, qui introduit une fonction ψ^-, définie par

$$\psi^-(q,z) = q \int_0^{+\infty} e^{-qt}\, \mathbb{E}\left[e^{zI_t}\right] dt$$

Si nous écrivons cette formule, c'est qu'elle contient quelque chose de très important pour le problème de la ruine : la probabilité $\Pr(I_t > x)$ pour que la valeur minimale soit supérieure à un certain niveau x fixé. En effet

$$\psi^-(q,z) = q \int_0^{+\infty} e^{-qt} \int_{-\infty}^{0} z\, e^{zx}\ \Pr(I_t > x)\, dx\, dt$$

Avec une légère transformation (changement de variable $u = -x$) pour faire apparaître une valeur négative $(-u)$, cette formule devient

$$\psi^-(q,z) = qz \int_0^{+\infty} e^{-qt} \int_0^{+\infty} e^{-zu} \Pr(I_t > -u)\, du\, dt$$

Nous voyons que le facteur de Wiener-Hopf relie ψ^- à la probabilité que la valeur minimale du processus X (et donc les valeurs de X) reste au-dessus d'un niveau négatif $(-u)$ sur un horizon t donné. Nous pouvons donc utiliser le facteur de Wiener-Hopf pour l'analyse mathématique des problèmes relatifs à la ruine de l'assureur.

Il est commode de comprendre que la fonction ψ^- est la transformée de Laplace double de la loi de I. Notons respectivement $\mathcal{L}$, $\mathcal{L}\otimes\mathcal{L}$, $\mathcal{L}^{-1}$ et $\mathcal{L}^{-1}\otimes\mathcal{L}^{-1}$ les transformées de Laplace simple, double, inverse, et inverse double. Le facteur de Wiener-Hopf s'écrit

$$\psi^-(q,z) = qz\ \mathcal{L}_q \otimes \mathcal{L}_z\ (\Pr(I_t > -u)) \tag{2.1}$$

Le processus $u + X$ représente *le processus de risque* de l'assureur. Puisque l'on a défini X comme un processus de Lévy partant de zéro, u est la valeur initiale du processus de risque $u+X$. On peut le comprendre comme un capital de départ pour l'assureur.

En conservant la notation $\mathcal{R}$ introduite au chapitre précédent pour désigner le risque d'un assureur, il vient que, pour un assureur qui dispose d'un capital initial noté u, son risque de faillite sur un horizon de temps fini t est

$$\mathcal{R}(u,t) = \Pr(I_t + u \leq 0)$$

En effet, le processus de risque étant défini comme la différence entre les actifs et les engagements de la compagnie, la faillite correspond à la valeur zéro du processus $u + X$. Remarquons que l'on aurait de manière symétrique une probabilité de survie $\mathcal{S}$ donnée par

$$\mathcal{S}(u,t) = 1 - \mathcal{R}(u,t) = 1 - \Pr(I_t + u \leq 0) = \Pr(I_t + u > 0)$$

Il vient par inversion directe de (2.1) que

$$\mathcal{R}(u,t) = 1 - \mathcal{L}_q^{-1} \otimes \mathcal{L}_z^{-1} \left[\frac{\psi^-(q,z)}{qz}\right] \tag{2.2}$$

qui est la probabilité de ruine de l'assureur. Pour nous, ceci est le point de départ. Nous passons à présent au calcul de $\mathcal{R}(u,t)$ dans le cas de processus α-stables.

2.2.2 Exemple avec des processus α-stables

Nous allons nous tourner maintenant vers le calcul des probabilités de ruine en distinguant deux cas : l'horizon de temps de l'assureur est fini, l'horizon de temps est infini. Cette section contient des développements mathématiques que le lecteur qui n'y serait pas préparé peut passer car elle sera résumée juste après.

Probabilité de ruine avec un horizon de temps fini. Il est tout d'abord nécessaire de connaître la forme explicite du facteur de Wiener-Hopf $\psi^-(q,z)$ dans le cas des processus α-stables. Doney [1987] a montré que, pour ces processus, $\psi^-(1,z)$ pouvait s'exprimer comme

$$\psi^-(1,z) = \frac{\prod_{r=0}^{l-1} \left((-1)^{k+1} z + e^{i(l-1-2r)\pi/\alpha}\right)}{\prod_{r=0}^{k} \left((-1)^l z^\alpha + e^{i\alpha(k-2r)\pi}\right)} \tag{2.3}$$

où k et l sont les solutions de

$$\rho + k = \frac{l}{\alpha} \tag{2.4}$$

sachant que l'on définit ρ comme

$$\rho = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi\alpha} \tan^{-1}\left(\beta \tan\left(\frac{\pi\alpha}{2}\right)\right). \tag{2.5}$$

On obtient $\psi^-(q,z)$ à partir de $\psi^-(1,z)$ grâce à la relation d'échelle

$$\psi^-(q,z) = \psi^-\left(1, z q^{-\frac{1}{\alpha}}\right) \tag{2.6}$$

On obtient cette relation de la manière suivante. On applique le changement de variable $s = qt$ dans

$$\psi^-(q,z) = \int_0^{+\infty} q e^{-qt} \mathbb{E}\left[e^{zI_t}\right] dt$$

ce qui donne

$$\psi^-(q,z) = \int_0^{+\infty} e^{-s} \mathbb{E}\left[e^{zI_{s/q}}\right] ds$$

La propriété d'échelle des processus α-stables permet alors d'obtenir

$$\psi^-(q,z) = \int_0^{+\infty} e^{-s} \mathbb{E}\left[e^{z q^{-\frac{1}{\alpha}} I_s}\right] ds$$

qui est la formule (2.6) recherchée.

L'algorithme pour calculer des probabilités de ruine et de survie est le suivant. Tout d'abord, on calibre les paramètres α et β sur les données retenues. Puis on calcule les valeurs de k et l correspondantes. Puis on effectue une transformée de Laplace inverse double comme dans l'équation (2.2), où le facteur de Wiener-Hopf ψ^- retenu s'obtient au moyen des formules (2.6) et (2.3).

Cet algorithme fonctionne avec des processus possédant un paramètre de dispersion normalisé à un. Cela signifie que les processus utilisables avec cet algorithme sont caractérisés par la seule paire de paramètres (α,β) qui décrit les aspects d'épaisseur de queue de distribution et d'asymétrie. Pour des processus α-stables de degré quelconque de dispersion, c'est-à-dire caractérisés par un triplet (α,β,σ), on utilise la propriété scalante (loi d'échelle) de ces processus

$$\psi_\sigma^-(q,z) = \psi^-(q,\sigma z)$$

qui permet de généraliser la formule (2.2) en

$$\mathcal{R}_\sigma(u,t) = 1 - \mathcal{L}_q^{-1} \otimes \mathcal{L}_z^{-1} \left[\frac{\psi^-(q,\sigma z)}{qz} \right] \tag{2.7}$$

À nouveau, on aboutit à des résultats numériques en calculant des transformées de Laplace inverse doubles.

Probabilité de ruine avec un horizon de temps infini. Nous avons jusqu'ici considéré un horizon de temps fini. Nous abordons maintenant le cas de l'horizon infini.

Dans ce cas, nous utilisons la tripartition de Rogozin qui est une classification du comportement de long terme des processus de Lévy. Ces processus peuvent suivre trois dynamiques distinctes :

1. dériver vers l'infini positif au sens où $\lim_{t\to+\infty}(X_t) = +\infty$,
2. dériver vers l'infini négatif au sens où $\lim_{t\to+\infty}(X_t) = -\infty$,
3. osciller de la manière suivante :
   (a) $\limsup_{t\to+\infty}(X_t) = +\infty$,
   (b) $\liminf_{t\to+\infty}(X_t) = -\infty$.

On peut démontrer (voir l'ouvrage de Satō [1987]) que la plupart des processus α-stables sont oscillants, excepté dans de rares situations qui peuvent aisément être exclues, comme par exemple quand $\beta = 1$ et $0 < \alpha < 1$ (ce qui est le cas d'un subordinateur stable, c'est-à-dire une horloge stochastique stable). Nous insistons à nouveau sur le fait que les processus que nous étudions ici sont oscillants. Ils induisent donc nécessairement la survenue d'une faillite sur un horizon infini. Cette approche diffère de la littérature actuarielle classique depuis Cramer et Lundberg qui repose sur des processus dérivant vers plus l'infini, c'est-à-dire sur une hypothèse impliquant que les compagnies d'assurance suffisamment prospères ou ayant survécu suffisamment longtemps ne puissent jamais faire faillite.

Nous résumons notre approche. Adopter une modélisation par des processus de Lévy, c'est choisir un processus de risque appartenant à l'une des trois classes de Rogozin. Prendre comme base de modélisation probabiliste des processus dérivant vers l'infini négatif est un choix pessimiste qui n'a jamais été fait dans la littérature de recherche. À l'inverse, tous les travaux ont choisi de modéliser des dynamiques dérivant vers l'infini positif, éloignant la modélisation de toute proximité avec la vie professionnelle réelle. Nous avons quant à nous une intention de proximité qui nous amène à travailler avec des processus oscillant à l'infini, c'est-à-dire repassant forcément tôt ou tard par zéro.

2.2.3 Méthodes de résolution numérique

Passons maintenant à la présentation des méthodes numériques qui permettent de résoudre le problème pratique posé : pouvoir manipuler les premiers temps de passage avec des processus α-stables.

Obtention des valeurs de k et l. La première question que nous considérons est la spécification des paramètres k et l pour un processus de Lévy α-stable. Auparavant, le calibrage des paramètres α et β peut être réalisé au moyen, par exemple, de la méthode proposée par Paulson, Holcomb et Leitch [1975], ou bien par des méthodes plus simples de minimisation par moindres carrés. La question qui se pose ici est celle de l'obtention d'une paire (k,l) qui vérifie la contrainte (2.4) de Doney, pour des valeurs données de α et de β. Si l'équation (2.4) est simple, sa résolution ne l'est pas, et elle est très coûteuse en temps de calcul.

On prépare des tables préconstruites de paires (k,l) associées à des paires (α,β), ces tables pouvant être utilisées ultérieurement lors des calculs de transformée de Laplace inverse double. Pour construire les tables de paires (k,l), le paramètre α est discrétisé avec un pas de 10^{-2}. Pour chaque valeur de α, on construit alors une table donnée. Plus précisément, chaque table correspond à un ensemble de points α très proches, à une distance bien plus faible que 10^{-2}. En effet, on ne peut pas obtenir de nombreux couples (k,l) en ne faisant varier que β; il faut toujours faire également varier α, ne serait-ce que très légèrement. Une table donnée correspond donc à un ensemble de quadruplets (α,β,k,l) avec des α extrêmement proches.

Pour une table, soit pour une valeur approximative de α, on choisit différents β et on calcule les paires de (k,l) correspondantes comme suit [4] :

- sélectionner une paire candidate $(k,l) \in \{1,\ldots,100\}^2$,
- calculer les ρ correspondant à partir de l'équation (2.4);
- vérifier que $\pi\alpha\left(\rho-\frac{1}{2}\right)$ appartient à $\left[-\frac{\pi}{2},\frac{\pi}{2}\right]$. Si ce n'est pas le cas, éliminer la paire (k,l),

4. Cet algorithme a été développé pour la première fois dans Le Courtois et Randrianarivony [2009].

– calculer β à partir de l'équation (2.5), de manière telle que

$$\beta = \frac{\mathrm{tg}\left(\pi\alpha\left(\rho - \frac{1}{2}\right)\right)}{\mathrm{tg}\left(\frac{\pi\alpha}{2}\right)}$$

Si β est dans l'intervalle $[-1,1]$, conserver β ainsi que la paire (k,l). Sinon, les écarter.

– passer au candidat (k,l) suivant.

Dans un tableau donné, les α sont sélectionnés de manière à ce que les β ne soient pas distants de plus de 10^{-2} l'un de l'autre. Le $\alpha = 1{,}40$ (tableau 2.1) est typique des résultats obtenus, avant réordonnement, par l'algorithme décrit plus haut.

α	β	k	l
1,4030	-0,7501	15	22
1,3960	-0,5006	23	33
1,4023	0,0001	43	61
1,4034	0,4997	26	37
1,4045	0,7001	31	44

TAB. 2.1 – *Exemples de paires* (k,l) *du tableau* $\alpha = 1{,}40$.

Une question qui se pose naturellement est celle de l'impact d'un mauvais calibrage ou d'une approximation de la paire (α,β) sur le probabilité de ruine. Dit autrement, l'algorithme présenté permet-il d'obtenir des valeurs proches de la probabilité de ruine pour des valeurs proches de la paire (α,β) ? La réponse, qui est affirmative, est illustrée par le tableau 2.2 qui présente des valeurs de la probabilité de ruine associées à des valeurs proches du quadruplet (α,β,k,l).

Les erreurs de la probabilité de ruine sont calculées par rapport au résultat de la première ligne. Cette expérience illustre clairement que les probabilités de ruine calculées selon la méthode préconisée sont stables. Dans les illustrations ultérieures de ce chapitre, nous nous reposerons sur le jeu de paramètres du tableau 2.3.

On remarque ensuite que σ ne joue pas de rôle dans le calcul des tables (k,l). Ce paramètre doit être calibré en même temps que la paire (α,β) ; il est réutilisé alors seulement en fin de procédure, au moment de calculer les probabilités de ruine et comme indiqué par l'équation (2.7) et les commentaires afférents.

Remplir les α-tables avec des betas et des paires (k, l) est une tâche numérique lourde mais qui est à calculer une fois pour toutes. Les probabilités de faillite s'en déduisent de manière très rapide, car une transformée de Laplace inverse tourne généralement en moins d'une seconde.

Venons-en donc à la présentation de cet opérateur.

α	β	k	l	Probabilité de ruine $100 \times \mathcal{R}$	Erreur relative %
1,396	0,60077	19	27	2,8995	
1,3968	0,60083	24	34	2,8943	−0,179
1,398	0,60092	39	55	2,8869	−0,434
1,3984	0,60094	49	69	2,8827	−0,579
1,4023	0,59965	51	72	2,8725	−0,929
1,4021	0,60002	56	79	2,8702	−1,008

TAB. 2.2 – *Sensibilité de la probabilité de ruine au choix de la paire* (k,l) *pour* $\alpha \simeq 1{,}40$ *et* $\beta \simeq 0{,}60$. *L'horizon temporel est de cinq ans et la réserve initiale de* $u = 10$.

Cas	A	B
α	1,7961	1,8008
β	0,79983	−0,79986
k	4	25
l	8	46

TAB. 2.3 – *Deux jeux de paramètres.*

Transformée de Laplace inverse double. Comme expliqué précédemment, le calcul de la formule (2.2) repose sur l'implémentation de transformées de Laplace inverses doubles. Dans les illustrations qui suivent, nous utilisons la méthode d'Abate et Whitt [1995] pour réaliser ces transformées. Nous allons expliciter cette méthode dans le cas d'une transformée simple, l'extension au cas double étant triviale.

Soit donc F la transformée de Laplace d'une fonction f quelconque (ce qui correspond, pour une variable aléatoire prenant des valeurs positives, à la fonction génératrice des moments) :

$$F(x) = \mathcal{L}[f](x) = \int_0^{+\infty} e^{-xs} f(s) ds$$

On a la formule suivante, connue sous le nom d'intégrale de Bromwich

$$f(s) = \mathcal{L}^{-1}[F](s) = \frac{1}{2i\pi} \int_{x_0 - i\infty}^{x_0 + i\infty} F(z) e^{zs} dz$$

qui exprime de manière abstraite la transformée de Laplace inverse f comme une intégrale de la fonction connue F le long de la droite $[x_0 - i\,\infty, x_0 + i\,\infty]$ du plan complexe. Le point x_0 est choisi pour que toutes les singularités de F soient situées à gauche du contour d'intégration.

La méthode d'Abate et Whitt permet de calculer l'intégrale de Bromwich, et donc d'obtenir la fonction inverse f. Selon cette méthode, on discrétise d'abord

l'intégrale selon une simple règle trapézoïdale. Cependant, cette procédure de discrétisation est très lente si l'on veut obtenir un degré de précision raisonnable, typiquement de quatre chiffres après la virgule. Une amélioration est nécessaire pour accélérer le calcul. L'amélioration d'Abate et Whitt consiste à réaliser la discrétisation de manière à obtenir une série quasi-alternée. La méthode d'Euler (un algorithme standard d'accélération des sommations de séries) peut alors être appliquée pour obtenir rapidement une estimation de f.

La formule (2.2) qui s'exprime sous forme d'une transformée de Laplace inverse double se calcule en répétant deux fois la procédure décrite ci-dessus, et en définissant F comme $\frac{\psi^-(q,\sigma z)}{qz}$ (voir la formule (2.7) et les commentaires afférents).

2.3 Illustration

Le but des développements qui vont suivre est double. D'abord, nous conduisons une analyse numérique visant à confirmer l'adéquation du modèle stable aux données empiriques et la pertinence de ne pas considérer des probabilités de survie non nulles sur un horizon infini. Ensuite, nous présentons le comportement global du modèle en termes d'impact de l'asymétrie, de l'épaisseur de queue, et de la dispersion sur les probabilités de survie.

2.3.1 Les compagnies d'assurance américaines

Nous appliquons maintenant le modèle α-stable à des données réelles, les probabilités de faillite empiriques provenant d'un rapport de Moody's [2007]. Ces données, qui sont présentées dans le tableau 2.4, consistent en des probabilités de faillite cumulatives des entreprises américaines du secteur financier non bancaire. Ce secteur de l'économie regroupe les compagnies d'assurance et les sociétés du même type. L'horizon de l'étude est de dix ans. En raison de la faible ampleur des probabilités de faillite réelles, la seconde ligne du tableau 2.4 présente la probabilité de faillite $\mathcal{R}$ multipliée par 100.

Année	1	2	3	4	5
$100 \times \mathcal{R}$	0,506	0,965	1,425	1,864	2,256
Année	6	7	8	9	10
$100 \times \mathcal{R}$	2,613	2,946	3,274	3,581	3,893

TAB. 2.4 – *Probabilités empiriques cumulatives de faillite.*

On observe sur la figure 2.1 l'ajustement du modèle α-stable aux probabilités de faillite empiriques de Moody's. Il apparaît que cet ajustement est très bon, ce qui signifie que les probabilités de faillite et de survie du modèle α-stable sont réalistes sur les horizons finis. Ce réalisme était l'une des motivations de notre approche, et c'est donc un résultat important. Il montre que

l'on peut construire un modèle qui produit des probabilités de survie nulles sur un horizon temporel infini, mais qui peut néanmoins être utilisé avec un bon degré de précision pour la prédiction des probabilités de faillite et de survie pour tout horizon fini.

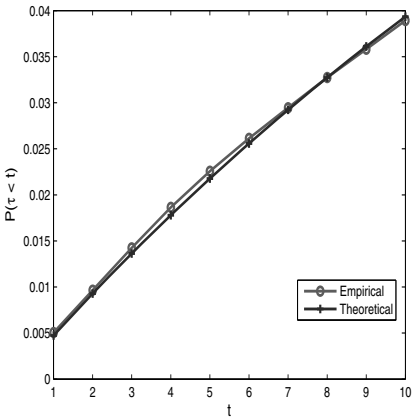


FIG. 2.1 – *Probabilités de faillite empirique et du modèle α-stable.*

Les paramètres α-stables correspondant aux compagnies d'assurance américaines sont les suivants : $\alpha = 1{,}10011$, $\beta = -0{,}978134$ et $\sigma = 0{,}12$. Ces paramètres ont été estimés en réalisant une minimisation de moindres carrés sur les données empiriques de Moody's. De ces paramètres, on déduit que le processus de risque qui peut être utilisé pour la prédiction de la faillite des compagnies d'assurance nord-américaines possède des queues épaisses et une forte asymétrie négative. On est donc en présence d'un processus de risque caractérisé par l'occurrence de petits sauts positifs et de grands sauts négatifs.

2.3.2 Statique comparative

Nous passons à présent à l'étude qualitative des prédictions du modèle stable. Pour cela, nous examinons la dépendance des probabilités de faillite et de survie aux indicateurs fondamentaux que sont l'épaisseur de queue, l'asymétrie, la dispersion et le capital initial.

Impact du paramètre d'asymétrie β. On suppose que le paramètre α est commun et que les paramètres d'asymétrie β sont distincts. Nous utilisons les paramètres du tableau 2.3. Les probabilités de survie des cas A et B de cette table sont comparées en figure 2.2 (ces valeurs ont été calculées avec des actifs nets initiaux u égaux à 0,8). Les résultats sont donnés sur le graphique situé en haut à gauche de la figure 2.2.

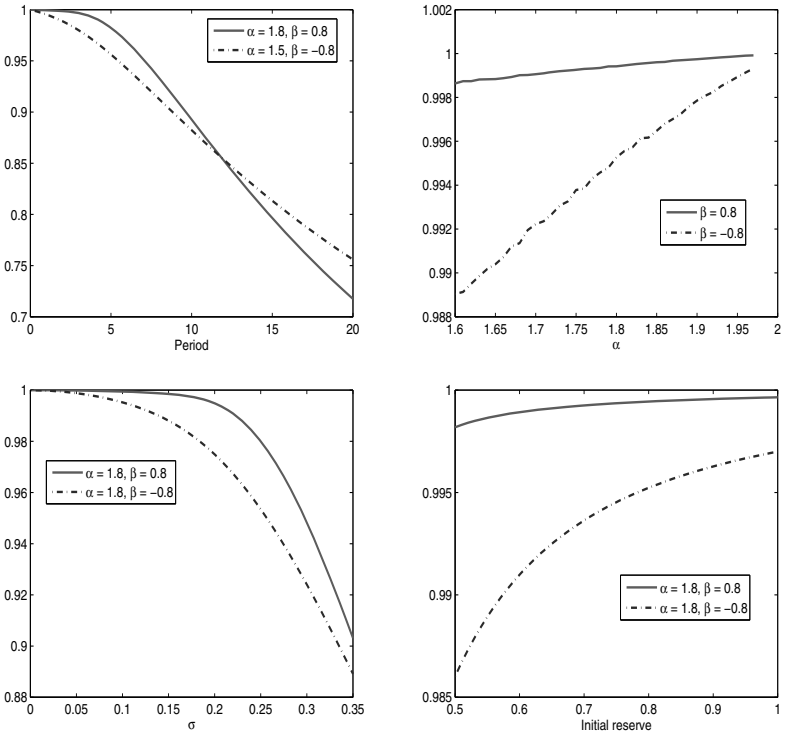


FIG. 2.2 – *Probabilités de survie dans les cas A et B présentés au tableau 2.3 et sensibilité aux différents paramètres.*

Deux périodes distinctes apparaissent. Au cours de la première période (soit approximativement les douze premières années), la probabilité de survie dans le cas A est supérieure à celle du cas B. Pendant la seconde période, la probabilité de survie est plus élevée dans le cas B que dans le cas A. Pourquoi ? Sur un horizon court, il n'y a pratiquement qu'une possibilité pour qu'un processus traverse une barrière inférieure : qu'il subisse un saut négatif.

C'est la raison pour laquelle le processus ayant un β négatif, c'est-à-dire présentant quelques grands sauts négatifs, est celui ayant la plus faible probabilité de survie pendant la première période. Lors de la seconde période, les probabilités de survie du cas B ($\beta \simeq -0{,}8$) sont plus élevées que celles du cas A. Pour un β négatif, on observe un mouvement vers le haut perturbé par quelques grands sauts négatifs. Sur un horizon suffisamment long, ce processus est moins susceptible d'induire une faillite que le processus du cas A ($\beta \simeq 0.8$) qui rampe vers le bas, tiré par de nombreux petits sauts négatifs. Ceci est la raison pour laquelle les probabilités de faillite sont plus élevées dans le cas B ($\beta \simeq -0{,}8$) que dans le A ($\beta \simeq 0{,}8$) sur un horizon de moyen-long terme.

Impact du paramètre d'épaisseur de queue α. Nous passons à présent à l'examen de l'impact du paramètre de queue α sur les probabilités de survie. D'un point de vue statique, la paramètre α influence le coefficient d'aplatissement (*kurtosis*) de la distribution α-stable. D'un point de vue dynamique, ce paramètre donne une indication sur l'importance des grands sauts – des événements extrêmes – présentés par les trajectoires de processus α-stables.

Le graphique situé en haut à droite de la figure 2.2 représente la probabilité de survie en fonction de α pour deux valeurs distinctes de β, les autres paramètres étant égaux. L'horizon temporel est d'un an. On observe que la probabilité de survie augmente avec la hausse de α, ce qui provient du fait que l'épaisseur de queue décroît. L'intuition sous-jacente est qu'une plus grande quantité de grands sauts (une quantité de risque de saut plus élevée) a un impact négatif sur la probabilité de survie de l'entreprise.

Impact du paramètre de dispersion σ. Gardons à présent α constant égal à environ 1,8 et faisons varier σ, tous les autres paramètres restant inchangés. Le graphique situé en bas à gauche de la figure 2.2 montre que la probabilité de survie décroît avec la hausse de σ. De fait, σ, le paramètre de dispersion représente le degré d'agitation global du processus. Il est donc logique que, toutes choses égales par ailleurs, un accroissement de σ réduise la solvabilité de la firme. Si nous avions choisi $\alpha = 2$, alors σ aurait correspondu, à un facteur $\sqrt{2}$ près, à l'écart type d'une loi gaussienne et l'interprétation aurait été plus classique (rappelons que pour $\alpha < 2$, le second moment des processus α-stables n'existe pas).

Impact de la valeur u des actifs nets initiaux. Le graphique situé en bas à droite de la figure 2.2 représente la dépendance de la probabilité de survie envers le niveau u. Sans surprise, nous observons qu'une augmentation des actifs nets initiaux a pour effet d'augmenter la probabilité de survie de la compagnie d'assurance. Nous avons donc présenté ici un modèle dont les faits stylisés sont cohérents avec les faits empiriques et l'intuition. Comme nous venons de le voir, les processus α-stables peuvent être utilisés avec un degré élevé de vraisemblance et permettent de retrouver les probabilités de faillite empirique, comme confirmé par l'étude d'une base de données Moody's.

En conclusion, les travaux récents que nous avons résumés permettent de modéliser de très nombreux sous-jacents (actions, actifs, taux d'intérêt, etc.) par des processus de Lévy généraux. Nous nous sommes intéressés à l'étude de la solvabilité des compagnies d'assurance et des moyens permettant de calculer des probabilités de ruine et de survie, à horizon fini comme infini, dans le cas où l'on choisit comme processus de Lévy des mouvements α-stables. Les résultats obtenus l'ont été avec des méthodes de transformée de Laplace inverse pour lesquelles nous avons renvoyé aux contributions techniques de Rogers [2000] et d'Abate et Whitt [1995].

Contrairement à l'ensemble de la littérature actuarielle, nous avons nettement marqué notre *intention de proximité* avec la réalité des pratiques professionnelles de l'assurance, en prévoyant des probabilités de survie qui sont élevées sur des horizons de temps réalistes mais qui peuvent devenir nulles selon les situations de modélisation pour des horizons de temps longs. Nos résultats, théoriques comme empiriques, montrent que l'on peut construire des modèles élaborés sur le plan mathématique, aisés d'emploi, et cohérents avec la réalité professionnelle. Nous avons ainsi proposé une réflexion sur la théorie de la ruine à la lumière d'hypothèses probabilistes nouvelles, car il nous semble utile de poser à nouveau aujourd'hui, et ceci de manière pertinente, la question de la viabilité des grands conglomérats financiers et d'assurance. Faute de bien comprendre les origines des faillites de groupes importants comme Lehman Brothers et AIG, nos économies pourraient en effet avoir à affronter de nouvelles faillites encore plus déstabilisantes.

2.4 Annexe au chapitre 2

2.4.1 Les processus α-stables

Les processus α-stables sont des processus de Lévy, c'est-à-dire des processus à accroissements indépendants et stationnaires, et dont les lois de probabilités sous-jacentes sont α-stables. Pour caractériser ces processus, il suffit de connaître la loi de X_1 (ou la loi marginale à n'importe quel autre instant donné) qui permet en fait de décrire complètement X. La loi de X_1 est spécifiée à travers sa fonction caractéristique. Comme pour tout processus de Lévy, celle-ci peut s'écrire comme une exponentielle

$$\Phi_{X_1}(u) = \mathbb{E}\left[e^{iuX_1}\right] = \exp\left(\Psi_{X_1}(u)\right)$$

où $\Psi_{X_1}(u)$ est l'exposant caractéristique de la loi X_1. Dans le cas des processus α-stables, on a, étant entendu que $\alpha \neq 1$:

$$\Psi_{X_1}(u) = i\mu u - \sigma^\alpha |u|^\alpha \left[1 - i\beta \frac{u}{|u|} \mathrm{tg}\left(\frac{\pi\alpha}{2}\right)\right]$$

Les lois de X_t et de $X_t - X_s$ s'obtiennent par simple passage de la fonction caractéristique à la puissance correspondante. Par la suite, on considère en fait le paramétrage particulier où $\mu = 0$ avec un paramètre de dispersion normalisé selon

$$c = \left(1 + \beta^2 \mathrm{tg}^2\left(\frac{\pi\alpha}{2}\right)\right)^{-1/2} \tag{2.8}$$

On a alors pour l'exposant de Fourier (le logarithme de la fonction caractéristique) de la loi stable considérée :

$$\Psi_{X_1}(u) = -c|u|^\alpha \left(1 - i\beta \frac{u}{|u|} \mathrm{tg}\left(\frac{\pi\alpha}{2}\right)\right) \quad \forall u \in \mathbb{R}$$

Ce choix de normalisation a été fait par Doney [1987].

On retiendra que α et β sont les paramètres principaux devant être spécifiés car ils décrivent respectivement l'épaisseur des queues et l'asymétrie des distributions considérées. Le paramètre α sera supposé différent de 1. Pour $0 < \alpha < 1$, on choisira obligatoirement β dans $]-1{,}1[$, et pour $1 < \alpha < 2$, β appartiendra à $[-1{,}1]$. Ces restrictions sont nécessaires pour obtenir les résultats présentés mais elles ne nuisent pas à la généralité du propos.

Les graphiques de la figure 2.3 représentent une illustration de l'allure des densités de lois α-stables et des trajectoires en résultant pour les mouvements α-stables correspondants. Le graphique de gauche 2.3 représente les densités de variables aléatoires α-stables de paramètres donnés au tableau 2.3. On suppose que α est commun avec une valeur voisine de 1,8, et que les paramètres d'asymétrie β ont des valeurs élevées : $\beta \simeq \pm\ 0{,}8$. On observe qu'un β positif est associé à une bosse située sur les abscisses négatives ainsi qu'à une queue épaisse pour les événements extrêmes positifs. Quand β est négatif, c'est naturellement le comportement opposé qui peut être observé. Le graphique de droite de 2.3 représente les trajectoires de processus de Lévy α-stables correspondants dont les accroissements possèdent les densités de gauche de 2.3. Quand β est positif, le processus est caractérisé par l'occurrence de grands sauts positifs et de nombreux petits sauts négatifs. Le contraire se produit quand β est négatif, c'est-à-dire qu'on observe quelques grands sauts négatifs, associés à une arrivée de nombreux petits sauts positifs.

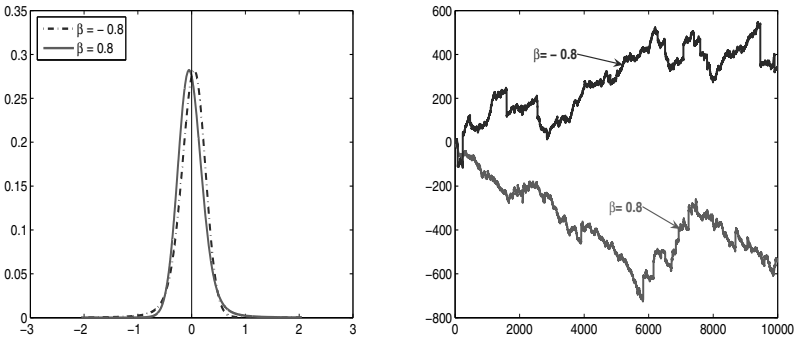


FIG. 2.3 – *Densités de lois stables et trajectoires des processus correspondants pour* $\alpha \simeq 1{,}8$ *et* $\beta = \pm\ 0{,}8$.

Du point de vue numérique, les densités ont été obtenues en appliquant une transformée de Fourier rapide (FFT) sur la fonction caractéristique α-stable, tandis que les trajectoires ont été simulées suivant la méthode préconisée par Samorodnitsky et Taqqu [1994] [5].

5. Mention à préciser pour les références à cet article : Olivier Le Courtois, « Sur la théorie de la ruine », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 43-58.

Chapitre 3

Le phénomène leptokurtique

Christian Walter

Est-il possible de rendre compte du fait que la dispersion de l'incertitude financière n'a pas la forme la plus communément admise au XIX^{e} et au XX^{e} siècles dans le cas de la dispersion des erreurs par exemple ? C'est à ce point précis qu'intervient pertinemment une propriété de certaines lois de probabilité : *la leptokurticité* [1].

3.1 Caractérisation de la leptokurticité

3.1.1 Une image des variations boursières

Soit $(S(t),\ t \geq 0)$ le processus d'évolution du cours d'un actif quelconque noté S (pour *Stock*, *Share*, ou *Security*) : $S(t)$ est le cours de l'actif S en date t. Le graphique supérieur de la figure 3.1 représente une telle trajectoire. On note $(X(t),\ t \geq 0)$ le processus du taux de rentabilité continu de S, défini par

$$X(t) = \ln S(t) - \ln S(0) \tag{3.1}$$

C'est la rentabilité cumulée d'un placement sur l'actif S effectué entre les dates 0 et t. Si l'on veut faire apparaître la rentabilité sur une période donnée de durée τ, on notera

$$\Delta X(t,\tau) = X(t) - X(t-\tau) = \ln S(t) - \ln S(t-\tau) \tag{3.2}$$

cette rentabilité continue sur l'intervalle de durée τ.

En pratique, on examine le comportement d'un marché sur une période $[0,T]$, subdivisée en n sous-périodes de longueur τ, $(T = n\tau)$, avec des longueurs

1. Ce chapitre est une version remaniée et mise à jour d'une partie d'un article publié dans la Revue *Finance*, vol. 23, n°2, 2002.

τ éventuellement différentes (par exemple, 1 jour, 1 semaine, 1 mois, ou autre) qui déterminent donc la taille n de l'échantillon. On note, pour $t = k\tau$,

$$\Delta X(t,\tau) = \Delta X_k = X_k - X_{k-1} \tag{3.3}$$

L'analyse du marché entre les dates 0 et T conduit à l'obtention d'un échantillon de taille n, $\{\Delta X_1, \cdots, \Delta X_n\}$. Cet échantillon permet d'accéder à la stucture de risque de l'actif examiné.

La figure 3.1 représente une illustration du procédé utilisé. À partir de la trajectoire (graphique du haut) de l'indice mesurée en points (de 10 000 à 45 000), qui représente les valeurs de $S(t)$, on représente les valeurs de $\Delta X(t,\tau)$ pour $\tau = 1$ jour, soit les variations logarithmiques (ou rentabilités continues) quotidiennes de l'indice, mesurée en pourcentages, de -15 % à $+10$ % (graphique du milieu). On voit qu'il apparaît des pics, correspondant à des grandes variations quotidiennes, autour de fluctuations plus centrales. On voit aussi que les fluctuations moyennes présentent la caractéristique de s'amplifier au fil des années, de ± 2 % à ± 5 %. L'étape suivante est de construire l'histogramme de la distribution de ces variations quotidiennes, qui est présenté sur le graphique du bas. L'histogramme permet d'accéder à la distribution empirique des fluctuations de l'indice, et donc au *risque* réel du marché (ici : japonais) pour les investisseurs ou les opérateurs. La question est alors de savoir *quelle distribution ajuste au mieux* la distribution empirique observée. Et, plus fondamentalement, *quel processus aléatoire engendre cette distribution.* Il est essentiel de bien comprendre que ces deux questions sont, à la limite, totalement distinctes. Leur confusion est à l'origine des controverses sur le caractère fractal ou non des marchés de capitaux.

Une manière de décrire l'évolution trajectorielle du cours $S(t)$ est de représenter cette évolution au moyen d'une équation différentielle stochastique. Le *modèle standard* de la finance fait l'hypothèse que la dynamique du cours $S(t)$ peut être décrite par l'équation différentielle stochastique linéaire

$$dS(t) = \mu\, S(t)dt + \sigma\, S(t)\, dW(t) \tag{3.4}$$

où $W(t)$ est un mouvement brownien standard, soit $W(0) = 0$, $\mathbb{E}[W_1] = 0$ et $\mathbb{E}\left[W_1^2\right] = 1$. Les paramètres μ et σ sont respectivement l'espérance mathématique de la rentabilité instantanée du titre (ou performance boursière) et sa volatilité instantanée (ou fluctuations autour de l'espérance). Il est important de bien noter que ces paramètres ne sont pas, ici, conditionnés par de l'information. On fait ensuite l'hypothèse de stationnarité selon laquelle $\mathbb{E}[\Delta X_{t+1}|\mathcal{F}_t] = \mathbb{E}[\Delta X_t]$ pour tout t. Le choix de la mesure de probabilité (P ou Q) n'apparaît pas dans cette équation : à ce stade, on considère qu'il s'agit de la *probabilité du phénomène financier* [2] dite « historique » P dans la littérature technique en finance. Une autre probabilité (la probabilité dite « risque neutre » Q) pourrait aussi être utilisée, moyennant une transformation simple

2. Selon la terminologie introduite dans Brian [2009].

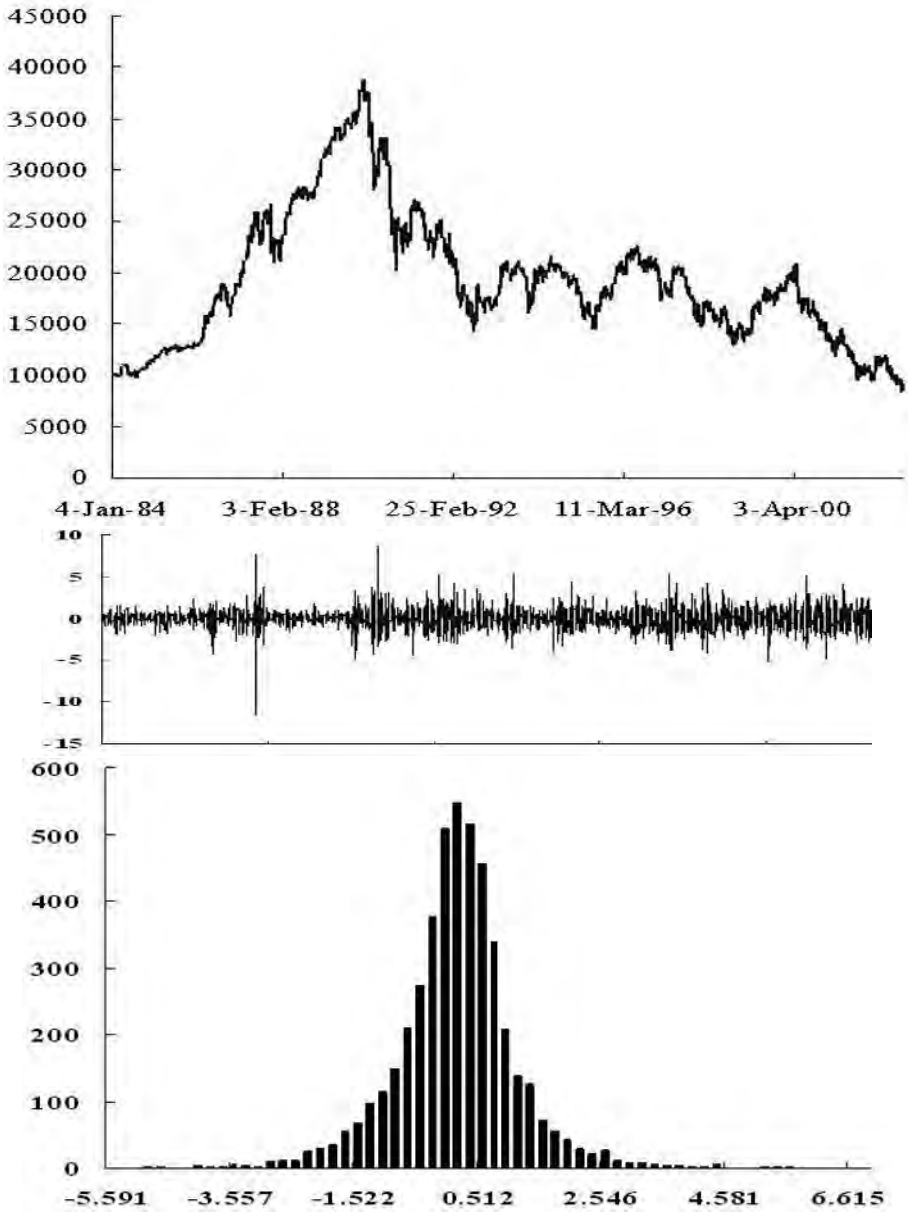


FIG. 3.1 – *La transformation habituelle des représentations de la dynamique boursière : l'exemple de l'indice Nikkei 225 entre le 4/01/1984 et le 24/10/2002. En haut, la trajectoire de l'indice mesurée en points (de* 10 000 *à* 45 000*), qui représente les valeurs de* $S(t)$*. Au milieu, les variations quotidiennes soit les valeurs de* $\Delta X(t,\tau)$ *pour* $\tau = 1$ *jour. En bas, la construction de l'histogramme correspondant à ces variations.*

sur l'espérance de rentabilité (qui deviendrait celle du marché monétaire au lieu d'être celle du titre) mais ce changement de probabilité ne modifierait pas le raisonnement que nous allons conduire dans ce chapitre. Insistons seulement ici sur le fait que cette stationnarité est une hypothèse forte qui est faite sur les caractéristiques probabilistes du processus. Ajoutée à l'hypothèse d'indépendance des accroissements, elle conduit à poser comme cadre probabiliste de la description des dynamiques boursières l'utilisation de processus de Lévy : les processus de Lévy sont des processus aléatoires à accroissements indépendants et stationnaires (ou indépendants et identiquement distribués, ci-après i.i.d.). Le mouvement brownien est un processus de Lévy très particulier, dans lequel la mesure de Lévy est nulle. Donc aucune discontinuité n'existe dans le mouvement brownien : les discontinuités n'apparaissent que dans le cas de mesures de Lévy non nulles.

En appliquant les techniques usuelles du calcul intégro-différentiel stochastique (lemme de Itô), on montre que l'équation (3.4) admet pour solution comme dynamique trajectorielle sur les cours des actifs

$$S(t) = S(0) \exp\left(\left(\mu - \sigma^2/2\right) t + \sigma W(t)\right) \tag{3.5}$$

qui définit une *exponentielle de mouvement brownien*. Ici également, pour les développements qui vont suivre, il est important de bien comprendre que le modèle implicite qui est posé par l'hypothèse i.i.d. est une *exponentielle de processus de Lévy*, ici réduite à sa forme particulière brownienne.

Associée à tort à une interprétation économique utilisant la notion de transmission d'information dans et par les cours, l'exponentielle de mouvement brownien devint le cœur probabiliste du paradigme qui a longtemps été généralement admis en finance[3], largement véhiculé par un très vaste ensemble de pratiques professionnelles et de théories successives, et qui est une description du comportement des marchés au moyen d'un concept fondateur et structurant, celui de l'efficacité informationnelle. Concept aux contours fluctuants, pressenti par Alfred Cowles[4], esquissé par Hayek, l'efficacité informationnelle dans sa forme moderne a été successivement définie par Eugène Fama en 1965 et 1970 pour ses formes initiales (information disponible), puis à nouveau par Fama en 1976 pour une forme plus détaillée (information disponible et pertinente), puis par Michael Jensen en 1978 qui introduisit les coûts de transactions, pour être enfin précisée dynamiquement en 1980 dans les travaux de Sanford Grossman et Joseph Stiglitz[5]. L'association établie dès l'origine entre le mouvement brownien et le concept d'efficacité informationnelle a conduit à une forme particulière d'efficacité, que l'on a proposé d'appeler « forme brownienne de l'efficacité informationnelle »[6].

3. Voir Walter et Pracontal [2009].
4. Voir Walter [1999].
5. Fama [1965, 1970, 1976], Jensen [1978], Grossman et Stiglitz [1980].
6. Walter et Pracontal [2009].

Si l'on s'intéresse à la rentabilité cumulée $X(t)$ de l'actif, il est donc clair d'après (3.4) que le modèle standard de la finance conçoit $X(t)$ comme un mouvement brownien :

$$X(t) = \nu\, t + \sigma W(t) \tag{3.6}$$

où $\nu = \mu - \sigma^2/2$. Très tôt, c'est-à-dire dès les années 1960, un grand nombre de difficultés sont apparues quand il s'est agi de mettre en évidence la validité de l'équation (3.6) dans l'industrie et dans la recherche. Ces difficultés ont été de deux ordres : pratiques et théoriques. D'une part, des problèmes pratiques se sont posés avec les tentatives d'application directe de cette équation sur les outils de gestion des portefeuilles et de positions de marché. Dans les professions financières, presque tous les métiers de la finance de marché furent concernés par ces difficultés opérationnelles. D'autre part, tous les tests statistiques ont fait apparaître la violation permanente de la normalité des distributions. En effet, le modèle standard défini par l'équation (3.6) implique que les rentabilités $\Delta X(t,\tau)$ soient de la forme

$$\Delta X(t,\tau) = \nu\, \tau + \sigma\, \Delta W(t,\tau) \tag{3.7}$$

c'est-à-dire i.i.d.-normales de variance $\sigma^2 \tau$ (il s'agit, par définition, d'un mouvement brownien).

Or les distributions réelles empiriques des variations boursières relevées en fréquence fixe pour différentes valeurs de τ (1 jour, une semaine, un mois etc.) ont une forme non normale qui présente à toutes les échelles (quoique différemment selon l'échelle) la même caractéristique : on observe un trop grand nombre de grandes et de petites variations et un nombre trop faible de variations moyennes. Cette observation correspond à cette impression souvent vérifiée par les professionnels des marchés selon laquelle « le marché est très calme, sauf quand il bouge beaucoup ». Alors que l'hypothèse du modèle standard (une distribution normale) correspondrait à un marché ni très calme, ni très agité, mais dans lequel l'agitation resterait en permanence moyenne. Insistons : avec la distribution normale, le marché boursier est *imaginé* comme un lieu où prévalent les agitations moyennes, tandis que la non-normalité des distributions réelles illustre le fait que, dans le marché, l'agitation est, soit faible, soit forte, mais rarement moyenne. Si l'on pense que l'agitation boursière s'apparente à une « température » de marché, on voit que les marchés réels sont des places où il peut faire très chaud ou très froid : des climats tropicaux ou polaires, mais rarement des climats tempérés. La figure 3.2 est une symbolisation de ce phénomène. Les distributions réelles observées sont plus pointues au centre (davantage de moments de faible agitation), plus creuses dans les flancs (moins de moments d'agitation moyenne), plus étirées dans les queues (plus de moments d'agitation forte). Visuellement, on constate que la *courbure* de la distribution observée est plus mince que celle de la loi normale. Les flancs sont plus « maigres », et la métaphore joue car c'est exactement ce qui advient : on a retiré de la *masse* de probabilité des flancs pour la reloger au centre de la distribution et dans ses queues. C'est la raison pour laquelle on qualifie ce phénomène de leptokurtique (du grec *kurtosis*, courbure et *lepto*, mince).

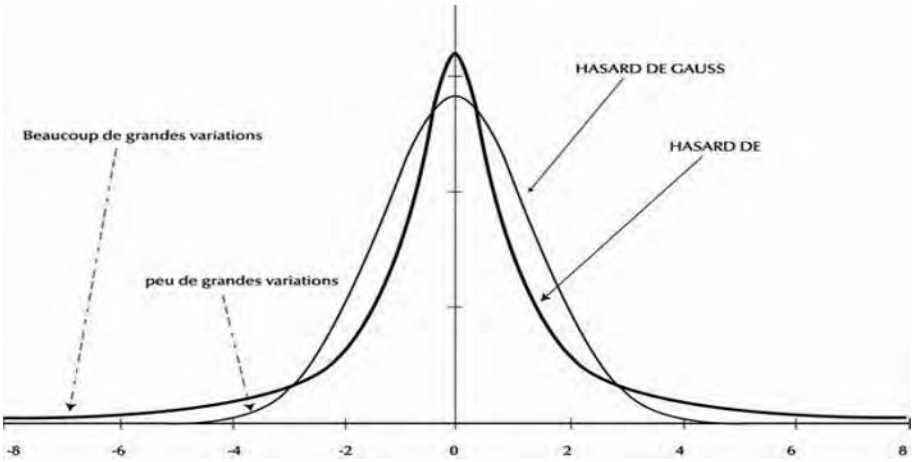


FIG. 3.2 – *La mise en évidence du phénomène leptokurtique. Par rapport à la densité gaussienne (figurée en trait mince et intitulée « hasard de Gauss »), les distributions réelles observées sur les marchés sont toutes de la forme de la courbe en trait gras (intitulée « hasard de ? ») : elles sont plus minces que la gaussienne. La masse de probabilité s'est déplacée des flancs vers le centre et les queues.*

Une manière directe de percevoir l'effet concret de la leptokurticité est de considérer la performance boursière d'un actif. Davantage de moments d'agitation élevée (grandes variations) ou faible (petites variations) et moins de moments d'agitation moyenne produiront une concentration de la performance sur les moments d'agitation forte[7]. Par exemple, une performance de 30 % en trois mois pourra résulter principalement de deux ou trois très fortes hausses, et non de la hausse régulière de chaque journée. Dans la progression de la performance cumulée $X(t)$, on verra apparaître des discontinuités : des périodes longues où l'on gagne très peu, suivies par un gain important, pour à nouveau attendre longtemps le gain suivant. La notion de gain moyen par jour aurait ici peu d'importance pour l'appréciation de la performance obtenue. Le monde financier décrit par la courbe en trait mince est donc un monde de *discontinuités* et de *concentrations*. C'est un monde dans lequel l'opération de moyennisation peut devenir un artefact sans pertinence. La leptokurticité en finance est donc la trace statistique de la perte de pertinence des moyennes.

3.1.2 Photographie de la leptokurticité

Donnons à présent un contenu mathématique à la mise en évidence de la leptokurticité. Considérons l'exemple précédent de la performance boursière cumulée $X(t)$. Si l'on cherche à suivre l'évolution de cette performance par

7. Gatfaoui et Walter [2009], Le Courtois et Walter [2008].

exemple jour par jour, on va considérer des sous-périodes de durée $\tau = 1$ jour. Sur cette sous-période, on obtient comme on l'a vu le taux de rentabilité périodique $\Delta X(t,\tau)$: un accroissement du processus aléatoire $X(t)$ qui serait ici la performance quotidienne de l'actif. On cherche à caractériser la distribution de probabilité de $\Delta X(t,\tau)$. Il est d'usage de la résumer par ses moments (s'ils existent) dont la valeur dépend de τ. Pour toute échelle d'analyse τ, on définit les moments d'ordre k notés $\mu_k(\tau)$ comme

$$\mu_k(\tau) = \mathbb{E}[(\Delta X(t,\tau))^k] \tag{3.8}$$

et les moments centrés d'ordre k notés $m_k(\tau)$

$$m_k(\tau) = \mathbb{E}\left[(\Delta X(t,\tau) - \mu(\tau))^k\right] \tag{3.9}$$

Dans la finance classique, le couple rentabilité-risque est représenté par les deux premiers moments μ_1 et m_2 qui sont l'espérance mathématique

$$\mu(\tau) = \mathbb{E}[\Delta X(t,\tau)] \tag{3.10}$$

et la variance

$$\mathrm{var}(\tau) = m_2(\tau) = \mathbb{E}\left[(\Delta X(t,\tau) - \mu(\tau))^2\right] \tag{3.11}$$

d'où l'on déduit l'écart type (la volatilité)

$$\sigma(\tau) = \sqrt{\mathrm{var}(\tau)} \tag{3.12}$$

Si $\tau = 1$ jour, μ_1 et m_2 représentent donc la performance quotidienne moyenne et sa volatilité quotidienne.

La volatilité est en fait un paramètre d'échelle : les variations sont-elles de l'ordre de ± 3 % ou ± 30 %? Mais la taille des fluctuations ne suffit pas : il est également nécessaire de savoir comment on parvient à cette taille, de manière régulière ou irrégulière. Comme on l'a vu, dans le cas d'un gain de 30 % réalisé en trois mois, il est différent de l'avoir obtenu régulièrement au fil des jours ou bien en seulement deux ou trois jours de bourse. Dans le premier cas, la performance vient d'une hausse à peu près régulière du titre tandis que, dans le second, l'action aura effectué des « rebonds » (comme disent les professionnels) en réaction par exemple à des annonces faites par la société et considérées à la fois comme bonnes mais aussi comme surprenantes (« on ne s'attendait pas à d'aussi bons résultats »).

Pour apprécier cette dimension de la dynamique boursière, il faut utiliser un autre paramètre qui définisse la courbure de la distribution (normale ou mince). Il s'agit du moment centré d'ordre 4 ou de son équivalent, le coefficient d'aplatissement de Pearson et Fisher (appelé en langue anglaise le coefficient de courbure ou *kurtosis coefficient*). Ce coefficient permet d'apprécier si la courbure est celle d'une loi normale ou non. Il est défini par

$$K(\tau) = \frac{m_4(\tau)}{\sigma(\tau)^4} - 3 \tag{3.13}$$

Ce coefficient représente la réduction du moment centré d'ordre 4 par l'écart type de la distribution. Si la distribution est normale, $K = 0$. Si la distribution est plus mince que la normale, alors $K > 0$. Il est important de noter qu'une distribution plus mince que la normale (leptokurtique), donc à valeur de K supérieure à 0, n'implique pas nécessairement que les fluctuations seront de grande amplitude. Cela signifie seulement que les probabilités de survenance des différentes agitations du marché ont été modifiées, dans le sens d'une plus grande probabilité d'agitation forte et faible, et d'une moins grande probabilité d'agitation moyenne. Mais l'amplitude des variations peut être très faible. Par exemple dans le cas d'une obligation peu liquide du secteur privé, il est possible que le cours reste constant pendant plusieurs journées faute de transactions effectuées, puis que la vente ou l'achat de trois titres par un particulier fasse se déplacer le cours de 0,10 % ou de 0,20 %. Ce saut de cotation produira mécaniquement une valeur de K élevée sans pour autant que l'amplitude du mouvement soit importante en termes de gains ou de pertes. Le coefficient K mesure la rugosité d'une trajectoire (ou son erraticité, ses sauts), mais ne mesure que cela.

Si l'on veut inclure l'amplitude dans la mesure de la forme de la distribution, et disposer simultanément de l'amplitude et de la forme, il suffit de ne pas réduire le moment centré d'ordre 4 et de considérer ce seul moment. En fait, m_4 représente un paramètre de forme, *« rempli » par la taille appropriée des fluctuations*, mesurée par la volatilité (la puissance 4 de la volatilité permet d'homogénéiser le calcul). Réciproquement, on voit que la réduction par la volatilité permet de comparer l'aplatissement de deux distributions d'écarts types différents, donc de ne considérer que leur forme. En fait, dans la pratique de la finance professionnelle (comme par exemple les gestions de portefeuilles dynamiques) les deux mesures existent simultanément.

Tous les échantillons $\{\Delta X_1, \cdots, \Delta X_n\}$ collectés depuis un siècle sur tous les marchés et tous les actifs présentent un coefficient d'aplatissement $K > 0$ donc trop élevé. C'est ce qu'on appelle sur les marchés le phénomène leptokurtique. La modélisation de ce phénomène a été l'objet de l'une des plus importantes controverses de la finance théorique pendant ces cinquantes dernières années, sur laquelle on revient au paragraphe suivant.

Auparavant, on peut s'arrêter un instant ce qui vient d'être décrit. On a fait apparaître par une mise en évidence empirique un phénomène particulier, appelé phénomène leptokurtique. Ce phénomène pose un problème majeur à la modélisation financière classique car le modèle standard des fluctuations boursières (défini indifféremment par les équations (3.5) et (3.6) sur les cours ou les rentabilités) *exclut* ce phénomène. Il s'agit donc de modifier le modèle standard pour prendre en compte cette leptokurticité. Mais, à ce stade purement descriptif d'une évolution boursière par sa distribution empirique, il est essentiel de bien comprendre que cette photographie d'une distribution ne dit *rien* sur le processus qui l'a engendrée. Il peut s'agir d'une loi marginale unique dans le cas d'un processus aléatoire à accroissements indépendants et stationnaires, d'un mélange de lois dans le cas de processus mixtes ou de paramètres évo-

luant au cours du temps, d'un effet d'un changement d'horloge de mesure du temps sur les variations boursières, ou de tout autre chose encore. Pour fixer les idées, il s'agirait dans le premier cas d'un processus de Lévy non brownien, dans le deuxième cas d'une modélisation économétrique à variance conditionnelle non constante de type ARCH, et dans le troisième cas d'un mouvement brownien mesuré dans un référentiel de temps utilisant un subordinateur de Lévy comme horloge. Insistons sur ce problème : c'est la confusion entre les aspects « distributionnels » et les aspects « temporels » (liés aux processus) de la leptokurticité qui a été à l'origine des débats les plus violents qui ont agité la communauté scientifique financière autour des modèles proposés par Benoît Mandelbrot [8].

La seule photographie de la leptokurticité n'est donc pas suffisante pour choisir entre plusieurs modélisations concurrentes. Pour avancer dans la compréhension du phénomène leptokurtique et dans sa modélisation, il est nécessaire de poser de manière précise et explicite un *cadre temporel* de trajectoire boursière, c'est-à-dire de faire des hypothèses sur le processsus aléatoire qui sera utilisé pour modéliser la dynamique trajectorielle du titre en bourse.

3.2 Modélisations de la leptokurticité

3.2.1 Un exemple : densités hyperboliques

Pour illustrer par un exemple la manière de passer d'une photographie de leptokurticité à une modélisation de trajectoire boursière, considérons le traitement effectué par des travaux récents [9] sur les variations de l'action allemande Bayer. La figure 3.3 représente la mise en évidence du phénomène leptokurtique sur Bayer. Il s'agit tout d'abord de faire apparaître que la distribution empirique observée des rentabilités quotidiennes de Bayer diffère significativement de la loi normale. Pour cela, on trace la distribution empirique correspondant aux points observés et la densité gaussienne théorique. L'abcisse représente les valeurs des rentabilités logarithmiques quotidiennes, de -2 % à $+2$ %. L'ordonnée la valeur de la densité de probabilité. Deux représentations graphiques sont possibles : avec les densités effectives (graphique de gauche), avec leur logarithme (graphique de droite). On voit sur le graphique de gauche qu'il apparaît davantage de points dans le centre de la distribution et moins de points sur les flancs : la distribution empirique est plus mince que la gaussienne. Mais les queues de distribution semblent confondues. La représentation logarithmique (graphique de droite) permet d'effectuer un zoom sur les queues de distribution (effet du logarithme) en faisant nettement apparaître que les points relevés se situent à l'extérieur de la densité gaussienne. On a donc bien un effet leptokurtique accompagné de queues de distributions étirées.

8. Voir une synthèse dans Walter [2009].
9. Il s'agit de l'article de Eberlein et Ozkan [2002].

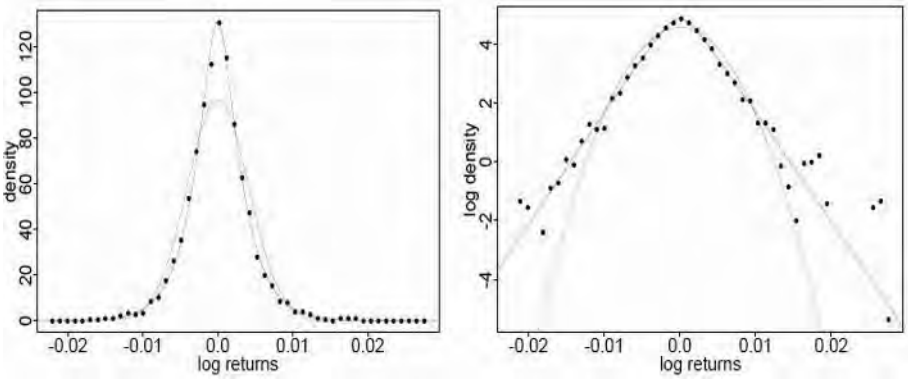


FIG. 3.3 – *Deux représentations graphiques de la mise en évidence du phénomène leptokurtique sur l'action Bayer (source Eberlein et Ozkan [2002]). À gauche, les densités de probabilité empirique et gaussienne. A droite, leur logaritme et la densité hyperbolique.*

Pour choisir une modélisation de cette distribution empirique, on peut considérer pour commencer la seule approche statique. La représentation logarithmique présente l'avantage de faire apparaître visuellement une autre classe de fonctions candidates que la densité gaussienne pour l'ajustement des points. En effet, on sait que la loi normale a pour densité une fonction exponentielle de type $\exp(-x^2)$, c'est-à-dire une *exponentielle de parabole*. Donc, en passant au logarithme de cette densité, on obtient simplement la fonction $-x^2$, soit une *parabole inversée*. Elle apparaît sur le graphique de droite comme l'ogive centrale qui traverse l'axe des abscisses au voisinage des rentabilités -2 % et $+2$ %. La courbe des rentabilités réelles se présente plutôt comme une *hyperbole inversée* au-dessus de la parabole. De là vient une possibilité naturelle de choix de densité de probabilité : des *exponentielles d'hyperbole*.

Pour construire une distribution appropriée, il suffit donc d'utiliser l'équation d'une hyperbole (à sommet « en haut » pour obtenir une fonction de densité) et de normaliser la fonction pour obtenir une densité de probabilité (intégrale égale à 1). Une hyperbole a pour équation

$$f(x) = -\alpha\sqrt{1+x^2} + \beta x \tag{3.14}$$

où α et β sont deux constantes qui caractérisent la forme de l'hyperbole : lorsque x tend vers $\pm\infty$, les asymptotes sont les deux droites de pente $-\alpha+\beta$ (pour $x \to +\infty$) et $\alpha+\beta$ (pour $x \to -\infty$).

Il vient directement de (3.14) que la forme générale de la fonction de densité d'une loi hyperbolique sera

$$f_{\mathrm{H}}(x) = a\exp\left(-\alpha\sqrt{1+x^2} + \beta x\right) \tag{3.15}$$

Fonction	Forme de la densité	Queues de distribution
Parabole	$a \exp\left(-x^2\right)$	fines (loi normale)
Hyperbole	$a \exp\left(-\alpha\sqrt{1+x^2}+\beta x\right)$	étirées (loi non normale)

TAB. 3.1 – *Fonction de densité et formes de hasard.*

où a représente une constante de normalisation à 1 de la fonction de densité.

De la considération des pentes des deux asymptotes, il vient une interprétation directe des paramètres : $\alpha > 0$ et $0 < |\beta| < \alpha$ déterminent la *forme* de la distribution, en agissant sur l'épaisseur des queues (pour α) et sur la dissymétrie (pour β). Avec cette famille de distributions, on vient de compléter la mesure du risque en finance, classiquement réduit comme on l'a vu à la volatilité (taille), par une deuxième dimension de *forme* : le poids des queues de distribution et la dissymétrie. C'est-à-dire précisément les phénomènes que l'on cherchait à modéliser pour rendre compte des discontinuités et des concentrations. Autrement dit, du point de vue des seules distributions, les densités hyperboliques permettent de bien reproduire le phénomène leptokurtique et ces densités sont ainsi un candidat naturel pour la modélisation de la non normalité.

Mais cette description statique de la distribution ne dit rien du comportement trajectoriel (temporel) de l'action Bayer. Il est nécessaire de faire une autre hypothèse pour obtenir le processus aléatoire recherché. Conservons l'hypothèse i.i.d. du modèle standard et n'abandonnons que l'hypothèse de normalité. On montre que les densités de forme hyperbolique possèdent la propriété d'être indéfiniment divisibles. En cela, elles peuvent constituer des briques de bases pour la construction de processus de Lévy non browniens. Par conséquent, on peut considérer qu'une modélisation de la trajectoire boursière de Bayer est possible dans un cadre i.i.d. avec des densités hyperboliques. En d'autres termes, on vient de poser l'hypothèse d'un processus de Lévy non brownien à densité hyperbolique pour la modélisation financière de l'évolution boursière de l'action Bayer.

On voit sur ce premier exemple simple comment se pose la question de la modélisation financière de la leptokurticité et l'importance de la distinction des deux aspects distributionnel et temporel.

3.2.2 Les termes du débat sur la modélisation

Les recherches relatives à la prise en considération du phénomène leptokurtique et à la modélisation de la leptokurticité ont toujours un double objectif.

D'une part, descriptif. Il s'agit dans cette perspective de parvenir à modéliser du mieux possible les variations des cours de bourse au moyen d'outils probabilistes ou statistiques, en postulant des classes de processus qui reproduisent au mieux la leptokurticité sans chercher à en expliquer l'origine, donc sans référence à des comportements d'agents. C'est une approche que l'on pourrait qualifier de minimaliste, mais qui est cependant d'une utilité immédiate puisque une équation de dynamique boursière constitue l'ingrédient premier de toute ingénierie financière comme de toute valorisation d'actifs ou de contrôle de risque sur une position de marché.

On distingue dans cette approche plusieurs courants de recherche indépendants mais qui peuvent se regrouper par grands types de modélisation. Une première manière de classer les modèles existants est de considérer l'hypothèse i.i.d. c'est-à-dire le cadre conceptuel des processus de Lévy : une partie des modélisations conserve ce cadre, tandis qu'une autre l'abandonne. Une seconde manière de classer les modèles est de considérer l'horloge utilisée pour la mesure du temps : la plupart des modélisations conservent la mesure de temps physique ou calendaire, mais d'autres analyses préfèrent pondérer le temps calendaire par l'activité du marché, contractant ou dilatant le temps calendaire en fonction de cette activité, selon la « température boursière ». Dans ces dernières modélisations, la mesure du temps est alors celle produite que les mathématiciens interprètent comme un « temps social » [10]. Cette deuxième typologie n'est pas contradictoire avec la première car les mêmes processus de Lévy peuvent être définis selon deux référentiels de temps différents. Cette démarche est la plus ancienne, les premiers travaux remontant aux années 1930, et a récemment été renouvelée par la redécouverte des processus de Lévy sous leur forme non stable (non fractale) dans les années 1990.

D'autre part, explicatif. Il s'agit dans cette perspective de développer des hypothèses relatives aux comportements des agents pour proposer une explication de la leptokurticité à partir des interactions à l'échelle des transactions, ou échelle dite microscopique du marché (ce qui est appelé dans la littérature de recherche la microstructure des marchés [11]). L'utilité de cette approche n'apparaîtra peut-être pas immédiatement aux professionnels mais c'est cependant un moyen efficace pour pouvoir choisir entre plusieurs classes de processus candidats relevant de l'approche descriptive seule (qui peut s'apparenter à ce qui appelé en langue anglaise *curve fitting*). C'est une démarche plus récente qui a pendant longtemps été isolée de la précédente.

Mais avec les modélisations les plus récentes qui utilisent un temps social construit par les agents, ces deux démarches sont dans un mouvement de rap-

10. Mais le concept de temps social, en sociologie générale, obéit à d'autres principes de construction. Sur cette distinction, voir Brian [2009, p. 115-127], et le chapitre 9, ci-après.

11. Les travaux fondateurs sont ceux de Kyle [1985].

prochement l'une de l'autre. En effet, les investigations sur données de haute fréquence qui font intervenir d'autres variables que les seuls cours cotés (comme le contenu des carnets d'ordre d'achats et de ventes), peuvent permettre d'établir une relation entre la construction du temps social par les agents dans le mécanisme d'échange et la forme de la distribution empirique des variations des cours cotés dans ces échanges. Ainsi a été mis en évidence le rôle de lissage des fluctuations boursières opéré dans les années 1960 par les teneurs de marché et les spécialistes de la cotation des titres pour régulariser les variations boursières et construire par leur intervention des distributions normales. Cette compréhension de l'articulation entre institutions boursières et formes du hasard observées sur les marchés est à l'origine du renouveau des modélisations à changement d'horloge par des processus de Lévy à subordinateur non brownien.

Le problème qui a alors surgi a été celui de l'échelle de temps. En effet, si on peut intuitivement comprendre que l'activité boursière (la « température du marché ») contracte ou dilate le temps physique à la manière dont la théorie de la relativité contracte ou dilate le temps selon l'intensité gravitationnelle, on voit aussi que cette analyse s'applique bien à l'échelle de la cotation des titres, mais pas à celle des relevés de cours de clôture en fin de journée de bourse. Pour cette échelle de temps (quotidienne), on se trouve confronté à la question de l'agrégation des variations de cours cotation par cotation. Apparaît ici le débat sur les fractales ouvert par Mandelbrot en 1962. Sauf à faire l'hypothèse d'une structure fractale stricte sur les variations boursières et à courir le risque d'être vicime d'une illusion d'échelle, on ne peut pas appliquer simplement à l'échelle quotidienne (et *a fortiori* aux fréquences plus basses) la reproduction de la formation du cours dans les hautes fréquences (minute par minute). Les enjeux financiers et les populations concernées ne sont pas les mêmes : l'horizon de temps d'un arbitragiste (court) n'est pas celui d'un gérant de portefeuille de compagnie d'assurance (long). Sociologiquement, les mécanismes d'intervention sur les mêmes cours aux mêmes heures relèvent de logiques d'action et d'anticipation totalement différentes. Un gérant de portefeuille va vendre tel titre à telle heure, qui sera acheté par un arbitragiste au prix demandé par le gérant. Mais ces deux agents au moment où l'échange assure leur rencontre n'ont pas les mêmes perceptions du futur, pas les mêmes appareillages techniques, pas le même rapport à l'incertitude et c'est en cela que, pour chaque transaction-nouvrage, c'est d'une certaine manière tout l'ordre du monde qui est en jeu : l'ordre symbolique de son système de représentation[12].

C'est également l'utilisation qui est faite des fréquences de relevé de cours qui est différente. On se trouve confronté ici à deux usages situés aux extrêmes d'une bande de fréquences donnée. Aux très hautes fréquences (cotation par cotation, ou heure par heure), les cours cotés sont utilisés par les arbitragistes pour intervenir à très court terme sur les anomalies de cotations détectées au moyen de calculs reposant sur des modèles d'arbitrage. Les très basses fréquences (annuelles) sont le domaine de la macroéconomie et des politiques

12. Brian [2009, p. 36].

économiques des États. Les cours sont alors utilisés dans des modèles de prévision économique, et la progression de la bourse est analysée en regard de celle de variables macroéconomiques (PNB, autres). La fréquence quotidienne est celle de la valorisation des instruments financiers qui répond à une autre logique institutionnelle, celle de la liquidité des actifs comme par exemple la valeur (justement) liquidative des OPCVM qui permet de croire que l'actif que l'on détient serait à tout instant liquidable (rendu liquide, transformé en liquidités, liquéfié...) sur le marché. On retrouve aussi sur cette échelle la démarche des autorités de surveillance et de réglementation des marchés avec la valorisation dite *mark to market* de tous les actifs et les passifs des établissements financiers. La même cotation boursière est donc utilisée avec des objectifs tout à fait différents. Il y a conjonction d'une transaction à une échelle dite microscopique (celle de la microstructure des marchés) à une analyse développée sur une échelle dite macroscopique (celle de la macroéconomie). Les deux échelles microscopique et macroscopique se résolvent au même point au moment précis où le carnet d'ordre se vide, ce qui, littéralement, vide le marché (en anglais, le terme éclairant de *market clearing*). C'est aussi en cela que la base et le sommet de la pyramide savante se rencontrent très concrètement dans le cours de bourse. Mais la conjonction de ces deux perspectives ne doit pas masquer le fait que l'on se situe sur deux échelles différentes de signification[13].

Il est tout à fait remarquable de constater que l'approche statistique pure cerne ce phénomène sans pouvoir actuellement l'expliquer de manière pleinement satisfaisante. En effet, l'une des raisons du rejet des modélisations fractales de Mandelbrot est venue de ce que le phénomène leptokurtique n'est pas constant le long des échelles d'obervations des fluctuations boursières. Plus précisément, *la leptokurticité est anormalement plus forte dans les hautes fréquences que dans les basses fréquences* : on trouve des valeurs de K plus élevées pour les variations à l'échelle de la cotation que pour les variations à l'échelle de la journée (et *a fortiori* aux fréquences plus basses). Cette décroissance anormale du coefficient d'aplatissement K a constitué un angle d'attaque contre la fractalité des premiers modèles de Mandelbrot. En effet, si la structure des marchés était fractale, alors la leptokurticité serait identique à toutes les échelles d'observation, moyennant une renormalisation appropriée (par exemple, dans le cas de fractales browniennes, on devrait avoir $K(n\tau) = K(\tau)/n$ soit une décroissance linéaire). Ce qui n'est pas le cas. Pour rendre compte de cette décroissance anormale, certains travaux ont proposé d'introduire une structure de dépendance complexe ; d'autres ont introduit le concept de « respiration » de l'échelle des fluctuations par l'activité du marché[14]. La décroissance anormale de K semble donc être reliée à un mode d'interaction spécifique entre agents selon les échelles d'intervention. L'analyse du phénomène leptokurtique a différentes échelles est donc un moyen d'expliciter des modes d'action et d'interaction différents mais implicites. C'est également pour ces questions d'échelle qu'il n'est pas possible de se contenter d'une analyse distributionnelle seule, et

13. Brian [2009, p. 51].
14. *E.g.* Hall *et al.* [1989] dans le premier cas ; Bouchaud et Potters [1997] dans le second.

Auteurs	Années	Tests	Périodes	Fréquences
Blattberg et Gonedes	1974	30 actions du NYSE	1957-1962	1, 3, 5, 8 jours
Hagerman	1978	805 actions du NYSE	1962-1976	1-35 jours
Hagerman	1978	286 actions de l'AMEX	1962-1976	1-35 jours
Upton et Shannon	1979	50 actions du NYSE	1956-1975	1,3,6,12 mois
Fielitz et Rozelle	1983	50 actions du NYSE	1962-1969	1-30 jours
Fielitz et Rozelle	1983	indice SP 500	1928-1973	1-30 jours
Wasserfallen et Zimmermann	1985	USD/CHF	1978-1980	1-10 minutes
Boothe et Glassman	1987	USD/GBP-DEM-JPY-CAD	1973-1984	1,5 jours, 1 mois 1 trimestre

TAB. 3.2 – *Décroissance du coefficient d'aplatissement K.*

qu'il est nécessaire de poser explicitement une hypothèse de processus aléatoire. Le tableau 3.2 donne un petit échantillon de la mise en évidence de la baisse du coefficient K en fonction de la fréquence d'observation (de résolution) des variations du marché.

3.3 Trois raisons pour un même phénomène

Lorsque l'on cherche à expliquer le phénomène leptokurtique, on peut utiliser de manière commode la grille interprétative suivante : soit on attribue cet effet à des causes externes aux marchés, soit l'on fait des marchés eux-mêmes la cause de l'effet. Dans le premier cas, la leptokurticité des distributions des variations boursières n'est que la transposition sur les marchés financiers de la non normalité de l'économie dite « réelle » [15] et des chocs d'information d'impact très hiérarchisé qui en résultent. C'est l'« effet Noé » de Mandelbrot qui, par analogie avec l'épisode biblique du déluge [16], avait supposé qu'un « déluge d'information » parvenait soudain sur le marché et se transmettait dans les prix par la propriété d'efficacité informationnelle. La leptokurticité est dans ce cas externe au marché. La seconde manière de voir prend l'option opposée : le phénomène leptokurtique n'est que le produit d'une amplification par les agents économiques de fluctuations ou d'informations normales, mais démultipliées par des effets de mimétisme qui peuvent conduire à des ruptures de marché. La leptokurticité devient alors interne au marché.

Les deux approches se différencient par d'une part, l'information utilisée ; d'autre part, la structure des chocs d'information. L'information dont disposent

15. Walter et Brian [2007].
16. Mandelbrot [1973].

et qu'utilisent les agents économiques peut être de deux natures : exogène ou endogène. Par information exogène, on entend une information relative à l'environnement économique ou financier dans lequel évolue le marché, décrite par exemple par les trois formes de Fama de 1970, c'est-à-dire des éléments qui concernent l'économie dans laquelle les agents forment leurs choix de portefeuille. Selon cette définition, entrent dans la catégorie d'information exogène, des éléments bilantiels d'entreprises, des données économiques, ou toute autre information sur les facteurs non techniques agissant sur le marché (c'est-à-dire externes au marché). Au contraire, une information endogène caractérisera des éléments internes au marché, c'est-à-dire propres aux agents eux-mêmes : on entre alors dans les modèles d'apprentissage et d'imitation, où l'information est obtenue par observation des autres agents, conduisant aux analyses mimétiques des mouvements boursiers[17]. Enfin les chocs d'information (les « nouvelles ») peuvent avoir des effets d'ampleur homogène (« chocs homogènes non hiérachisés ») ou hétérogène (« chocs hétérogènes hiérachisés »). On considère d'abord la première manière de voir la leptokurticité.

Leptokurticité d'origine externe au marché. La justification économique classique de la distribution normale utilise l'argument d'un grand nombre de petits chocs d'information exogène, homogènes et non hiérarchisés. En faisant l'hypothèse qu'il n'existe pas d'aléa sur l'offre, que la seule information pertinente est exogène, et que l'efficacité informationnelle du marché assure l'intégralité de la transmission de l'information exogène agrégée dans le prix, c'est donc cette hypothèse sur la nature des chocs d'information qui est à reconsidérer. Au lieu d'être percuté par un très grand nombre de petits chocs d'information homogènes et non hiérarchisés, le marché subirait plutôt l'effet de chocs hétérogènes et hiérarchisés, c'est-à-dire se répartissant entre un petit nombre de grands chocs, et un grand nombre de chocs insignifiants. Par exemple, l'annonce d'une OPA, ou d'une fusion entre sociétés, peut avoir plus d'impact que les résultats trimestriels publiés régulièrement. Cette conception revient à affaiblir la pertinence de la notion de « petit choc moyen », à l'instar de l'affaiblissement de celles de « perte moyenne » ou de « gain moyen » qui a été abordé dans notre ouvrage précédent[18].

L'approche externe pure de la leptokurticité revient à Mandelbrot (dans ses conceptions initiales de 1963) puis à Fama. Elle consiste à chercher dans les quantités ou les variables de l'économie appelée « réelle » des structures leptokurtiques : selon la formulation de 1965 de Fama, « si de grandes variations de cours surviennent fréquemment, cela peut vouloir indiquer que la structure de l'économie à l'origine de ces variations, est elle-même sujette à de grands et fréquents changements »[19]. En 1972, Samuelson faisait remarquer que « de telles distributions ultra-étirées se manifestent fréquemment en économie »[20]. Cette

17. Orléan [1986].
18. Walter et Brian [2007].
19. Fama [1965, p. 41].
20. Samuelson [1972, p. 30-31].

idée a été systématiquement examinée en 2000 par Zajdenweber qui a présenté un échantillon important de résultats (la taille des entreprises, les chiffres d'affaires annuels, la répartition des richesses, la population des pays etc), et a qualifié d'« économie des extrêmes »[21] cette économie réelle où les quantités observées sont modélisables par des fonctions puissance de type Pareto[22].

Selon cette hypothèse, c'est donc une économie des extrêmes (décrite par la théorie des valeurs extrêmes), qui se transmet dans les variations extrêmes des marchés, variations qui peuvent donc à leur tour être décrites par la théorie des valeurs extrêmes. Mais cette interprétation de la leptokurticité réduite à des causes hors marché, se heurte à la réalité de l'existence de comportements collectifs qui peuvent effectivement produire des emballements boursiers. D'où l'intérêt de la seconde approche, malgré le fait qu'elle ne prend pas en compte la possibilité d'un déclencheur des emballements situé dans l'économie dite réelle.

Leptokurticité d'origine interne au marché. La définition de l'efficacité informationnelle au sens de Fama dans sa version de 1976 fait intervenir la notion de « pertinence » de l'information, de « significativité » d'un choc d'information[23]. L'amplitude que peut produire un choc sur la variation des prix, dépend de l'interprétation que les opérateurs de marché font de cette information. Un élément de subjectivité est introduit dans la hiérarchisation des chocs d'information exogène, et une formalisation du traitement de l'information devient nécessaire. L'hypothèse d'anticipations rationnelles avait pour objet la résolution de cette question en créant une objectivation de la valeur de l'actif[24], mais il est connu depuis 1982 que cette hypothèse ne suffit pas à permettre la réalisation d'un équilibre du marché : une polarisation des anticipations est possible, qui conduit le marché sur n'importe quel point fixe arbitraire[25]. On observe bien ce phénomène de subjectivisation de la valeur de l'information et d'arbitraire changeant des conventions intellectuelles en suivant l'évolution du choix des quantités économiques retenues comme pertinentes par les opérateurs. Des phénomènes de modes font passer sur le devant de la scène des indicateurs macroéconomiques qui étaient considérés comme non significatifs la période précédente. Ainsi, selon les moments, c'est le nombre des mises en chantiers, le solde du commerce extérieur, le taux de chômage, le taux directeur de la banque centrale, ou d'autres, qui deviennent les indicateurs à suivre, et qui provoquent donc les plus grands chocs d'information.

Il a été abondamment montré depuis les travaux théoriques des années 1980[26] comment l'introduction de la subjectivité des agents dans l'explication

21. Zajdenweber [2000] ; nouv. éd. revue et augmentée, 2009.
22. Walter et Brian [2007].
23. Fama [1976].
24. Pour une synthèse sur ce thème, voir E. Challe, « Valeur fondamentale et efficacité informationnelle », chapitre 2, dans Walter et Brian [2007].
25. Pour une synthèse sur ce thème, voir I. This, « Valeur fondamentale et bulles rationnelles », chapitre 3, dans Walter et Brian [2007].
26. À la suite des articles de Azariadis [1981] et Azariadis et Guesnerie [1982]. Pour une synthèse, voir Orléan [1999].

de la variation des cours instaurait un régime d'opinion sur les marchés et comment le mimétisme pouvait affecter la réalisation d'un équilibre. En montrant comment le cours de bourse se formait sous l'effet des croyances interpénétrées des agents, ces travaux ont fait apparaître l'importance de la question de la coordination de ces croyances et de leur agrégation. En effet, l'indétermination des cours et leur sensibilité aux prophéties autoréalisatrices des agents font apparaître le rôle déterminant des mécanismes de coordination, que l'on peut classer en trois types distincts : les conventions de type « taches solaires », la surdétermination des opinions individuelles par le pouvoir symbolique des gourous des marchés, l'influence d'états psychologiques collectifs sans cause précise. Les représentations mentales à l'œuvre dans les mécanismes spéculatifs sont un élément important de cette explication de la leptokurticité[27].

Selon cette conception, la bourse n'est pas un miroir de la réalité économique : ce n'est pas une économie dite « objective » qui se transmet au système de prix par la propriété d'efficacité informationnelle, mais une économie filtrée par les croyances de ceux qui l'interprètent, c'est-à-dire une économie « intersubjective », un reflet des opinions collectives. Par exemple, dans l'interprétation mimétique classique, plus le mimétisme est généralisé, plus les opinions des opérateurs s'agglutinent pour interpréter les informations exogènes, plus les volumes de transactions augmentent, et plus le marché s'emballe. La leptokurticité des fluctuations boursières serait donc exclusivement d'origine endogène : les marchés seraient la source de leur leptokurticité. Certains modèles de formation des prix illustrent cette conception. Mais cette position constructiviste se heurte à deux objections principales. D'une part, on peut montrer qu'il existe des éléments qui entrent dans la cotation et qui ne sont pas liés aux seuls effets des opinions agrégées. D'autre part, cette interprétation néglige le fait que, sur le marché, l'investisseur peut ne parier, ni contre la « nature », ni contre les opinions collectives, mais seulement contre les autres investisseurs pris chacun individuellement, ce qui apparente la bourse à un jeu de stratégie à plusieurs joueurs (une partie de poker)[28]. En fait, on peut parier : sur une valeur dite fondamentale calculée (ce qui nécessite un modèle de calcul de valeur), sur l'opinion de tout le marché en général (ce qui fait suivre toutes les modes et les tendances), ou bien sur le comportement de quelques-uns. Lorsqu'on parie sur la valeur fondamentale, cette attitude est appelée « investissement ». Lorsqu'on parie sur l'*opinion* générale, cette attitude est appelée « spéculation ». Lorsqu'on parie sur le *comportement* de certains acteurs, on se trouve dans le cadre de la théorie des jeux.

Finalement cette intersubjectivité de l'information conduit à poser la question de la pertinence du temps dit « objectif », c'est-à-dire calendaire, pour mesurer les variations boursières : à l'instar du caractère intersubjectif de l'économie filtrée par les marchés, le temps boursier ne serait-il pas aussi un temps

27. Au sujet de la relation entre représentations mentales et types d'information, voir Y. Tajeddine, « Spéculation boursière et représentations mentales », chapitre 6, dans Walter et Brian [2007].

28. *Ibid.*

intersubjectif, c'est-à-dire un temps social construit ? C'est la troisième voie d'interprétation de la leptokurticité.

Leptokurticité, durée du temps, et valeur du temps. Si l'on fait l'hypothèse de pouvoir mesurer la valeur d'une durée de temps écoulé par la quantité d'information qui se déverse sur le marché pendant cette durée, il apparaît clairement que des durée de temps identiques n'ont pas la même valeur et donc que se pose la question de l'intervalle de temps approprié pour la mesure des variations des cours. Comme on l'a vu plus haut, puisqu'une même durée du temps ne contient pas la même quantité d'information pertinente selon les moments du marché, on peut interpréter la défaillance de la distribution normale à représenter les répartitions de variations réelles des marchés mesurées à intervalles réguliers, comme un signe de ce que, pour les opérateurs des marchés, le temps écoulé n'a pas la même valeur selon les périodes d'observation. Ce que l'on peut formuler de manière suivante : sur les marchés, *la valeur du temps n'est pas égale à la durée du temps.*

Pour conclure, on peut résumer les explications théoriques de la leptokurticité dans les trois hypothèses suivantes.

Hypothèse 1 (Économie parétienne)
La structure leptokurtique des variations boursières reflète la caractéristique parétienne de l'économie réelle.

Hypothèse 2 (Opinions polarisées)
La structure leptokurtique des variations boursières reflète l'interaction des opinions des agents.

Hypothèse 3 (Temps social du marché)
La structure leptokurtique des variations boursières reflète la disjonction entre temps physique et temps social[29].

29. Mention à préciser pour les références à cet article : Christian Walter, « Le phénomène leptokurtique », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 59-79.

Chapitre 4

Les limites de la conception du risque selon Solvabilité II

Michel Piermay

4.1 Un cadre conceptuel restreint

La directive Solvabilité II, votée par le Parlement Européen le 22 avril 2009, a été adoptée par le Conseil ECOFIN le 5 mai et a été publiée au Journal Officiel des Communautés Européennes le 25 novembre 2009. Cette directive, applicable à l'horizon 2012, remplace les anciennes normes de solvabilité qui imposaient un niveau minimal de fonds propres en fonction du montant des provisions (en vie) ou des cotisations et/ou prestations (en dommage). Ce nouveau système prudentiel demande que les risques soient identifiés et que les fonds propres requis soient calculés en fonction des risques encourus. Il repose donc sur des *mesures de risques*.

Le principe général de la directive consiste à appréhender le risque à travers un critère de VaR (*Value-at-Risk*), en l'occurrence un quantile à 99,5 %, appliqué à une notion de situation nette en « juste valeur » (*Fair Value*). Cette situation nette, en anglais NAV (*Net Asset Value*), correspond à certaines conventions, proches des normes comptables internationales mais non identiques. Le bilan en juste valeur Solvabilité II traduit une certaine conception des engagements pris par l'assureur, et s'intéresse aux actifs en juste valeur.

À ce cadre conceptuel général s'ajoute une déclinaison particulière : les fonds propres requis font l'objet, dans la formule standard, de calculs par type de risque, qui sont ensuite combinés au moyen de formules de composition du risque, en pratique à partir de matrices de corrélation supposant la stabilité et la linéarité des dépendances, voire dans certains cas l'indépendance des risques. La trop grande confiance accordée à ces mesures de risque et aux modélisations qui les fondent, comme l'évacuation des comportements humains qui pourraient

les contourner, nous semble refléter une conception scientiste des modèles mathématiques de la finance et de l'assurance, qui renvoie à la classique illusion scientiste de vouloir tout contrôler par le calcul.

La première partie du chapitre décrit les objectifs pricipaux du dispositif Solvabilité II, en rappelant le système des trois piliers. Puis on présente la manière dont l'illusion scientiste agit dans Solvabilité II, en analysant trois problèmes de la mesure des risques. En conclusion, on appelle à un dépassement du scientisme pour le succès de la directive.

4.2 La mesure des risques dans Solvabilité II

4.2.1 Les principaux objectifs de la directive

Tandis que la réforme précédente avait pour but de mettre à jour le système européen de solvabilité existant, le projet Solvabilité II a une portée plus vaste. Il s'agit d'un exercice de révision plus radical du régime de solvabilité, à la lumière des évolutions actuelles de l'assurance, des techniques de gestion des risques et des techniques financières, des normes comptables. L'un des principaux objectifs du projet est d'« établir des exigences de solvabilité mieux adaptées aux risques effectivement assumés par les entreprises d'assurance et d'encourager celles-ci à mieux évaluer et contrôler ces risques ». Plus radicalement, « zéro faillite » demeure l'objectif officiel. La directive est organisée en trois piliers, présentés dans le tableau 4.1.

Pilier 1 : Ressources financières	**Pilier 2 : Règles de contrôle**	**Pilier 3 : Information**
- Les provisions, - Les fonds propres requis, - Des exigences supplémentaires éventuelles au niveau du groupe.	1. Contrôle interne, 2. Contrôle des risques par l'autorité de contrôle *i.e.* audit des : - risques d'exposition, - modèles internes, - *stress testing* sur les provisions et les actifs, éventuels capitaux complémentaires.	- Information financière, - et auprès des autorités de contrôle.

TAB. 4.1 – *Les trois piliers de Solvabilité II.*

Le passage du bilan traditionnel au bilan Solvabilité II intègre les normes comptables internationales IFRS et y ajoute des retraitements. Le nouveau régime de solvabilité s'appuie sur une vision économique de l'ensemble des postes du bilan (placements, provisions, etc.). Il s'agit de déterminer l'excédent d'actifs nécessaire par rapport aux engagements. Un premier bilan Solvabilité II

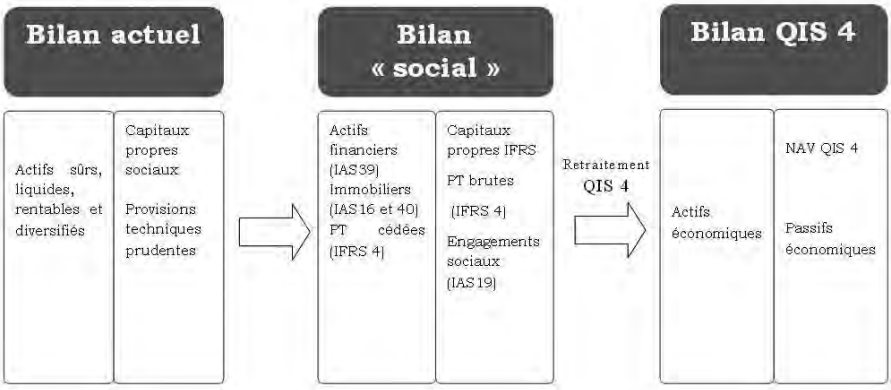


FIG. 4.1 – *Le passage du bilan actuel vers le bilan Solvabilité II.*

a été demandé aux assureurs par les autorités de contrôle pour le 30 juin 2009, en utilisant le modèle du QIS 4 (*Quantitative impact study* n°4). Le passage du bilan actuel au bilan Solvabilité II devrait s'effectuer en deux étapes (la 1^{e} étape n'est pas encore décrite dans le QIS 4).

Il y a désormais deux niveaux d'exigence de capital :

1. **Un seuil minimal obligatoire** ou MCR (*Minimum Capital Requirement*) pour rester dans le marché (dans ce cas, le seuil de marge doit être fixé suffisamment bas et par une formule qui n'a pas besoin d'être trop raffinée). Jusqu'ici, la marge de solvabilité réglementaire répondait à cette fonction. Dans le cadre du projet Solvabilité II, si ce seuil minimal n'était pas atteint, les autorités de contrôle pourraient retirer l'agrément à la compagnie d'assurance.
2. **Un capital cible** ou SCR (*Solvency Capital Requirement*) pour faire face aux aléas de l'exploitation, pour maintenir le risque de faillite à un niveau quasiment nul. Il s'agit d'un capital cible mais pas forcément d'un capital minimum requis. Il doit être plus élevé que ce dernier seuil qui déclenche une intervention automatique de la part des autorités de contrôle. Son franchissement à la baisse entraînerait l'exigence d'un plan de redressement.

Le projet Solvabilité II a pour objectif d'introduire un contrôle de la solvabilité plus progressif sur un intervalle de confiance explicite calculé sur le niveau de l'exigence de marge de solvabilité. Le contrôle ne sera pas réduit, il sera plus concentré là où il sera jugé le plus utile. La directive Solvabilité II implique un système à deux niveaux : un contrôle interne des risques et son contrôle par le superviseur. La décision d'intervention de l'autorité de contrôle se réfèrera à la position de l'entreprise par rapport au MCR et au SCR.

Niveau de contrôle	Situation du Capital	Implication	Intervention du contrôle
Niveau 1	Capital constitué supérieur au SCR	Capital excédentaire	Pas d'action nécessaire
Niveau 2/3	Capital constitué inférieur au SCR	Apparition d'un risque de survie de l'entreprise	Le contrôle met en place avec l'entreprise un plan concret pour retrouver la solvabilité cible. Le contrôle peut restreindre l'activité de l'entreprise et accroître son suivi (reporting renforcé).
Niveau 4	Capital disponible inférieur au MCR	La survie de la compagnie nécessite une restructuration.	C'est le point ultime. Le contrôle peut demander des mesures d'urgence et le cas échéant engager une procédure d'insolvabilité de la compagnie.

TAB. 4.2 – *Les contrôles dans Solvabilité II.*

4.2.2 Le contenu calculatoire de l'approche prudentielle

Le modèle de calcul de l'exigence de capital vise à quantifier chaque élément de risque. Il se fonde sur l'hypothèse d'une poursuite de l'activité de l'entreprise concernée (principe de continuité d'exploitation). Il concerne différents domaines de l'activité des organismes d'assurance :

- les risques liés aux évolutions des marchés financiers,
- le risque lié à l'activité vie,
- le risque lié à l'activité non-vie,
- le risque lié à l'activité santé,
- le risque de crédit,
- le risque opérationnel.

Dispositions générales concernant le capital de solvabilité requis. Le Capital de Solvabilité Requis correspond (article 100) au capital économique dont a besoin une entreprise d'assurance ou de réassurance pour limiter théoriquement la probabilité de ruine à 0,5 %. Son calcul utilise la méthode de la VaR, conformément à la formule standard ou dans le contexte d'un modèle interne : toutes les pertes potentielles sur les 12 mois à venir, y compris celles qui découleraient d'une réévaluation défavorable des actifs et passifs, doivent être évaluées. Le Capital de Solvabilité Requis vise à refléter le *profil de risque réel de l'entreprise, compte tenu de tous les risques quantifiables*, ainsi que l'incidence nette des techniques d'atténuation des risques. Le Capital de Solvabilité Requis est calculé au moins une fois par an, contrôlé en continu et recalculé

dès que le profil de risque de l'entreprise varie sensiblement. Il est couvert par un montant équivalent de fonds propres éligibles (voir article 100).

Les modèles de calcul proposés pour les risques de marché et les risques d'assurance-vie sont relativement complexes à mettre en œuvre notamment pour les petites et moyennes structures. Mais, de façon générale, l'appréciation du risque et du besoin de fonds propre à partir d'un critère de VaR, appliqué à un horizon court plutôt qu'à celui de l'échéance des contrats va modifier le comportement des assureurs.

Ce modèle général est décliné dans une formule standard proposé par les autorités de contrôle, dont la version 2009 était QIS 4. Son paramétrage conduisait à tester des chocs d'ampleur de l'ordre d'un écart type, ce qui correspondait plus, même dans le cas favorable d'une loi normale, à un quantile à 85 % qu'à 99,5 %. Notons que les hypothèses de novembre 2009 ont été durcies depuis. Il fournit également le cadre conceptuel des modèles internes que peuvent développer les assureurs.

Formule standard. Les articles 103 à 109 décrivent les objectifs, l'architecture et le calibrage global de la formule standard de calcul du capital de solvabilité requis. L'architecture dite modulaire, fondée sur des techniques d'agrégation linéaire, est précisée davantage dans l'annexe IV de la directive. Les risques pris en compte dans les divers modules et sous-modules de la formule standard sont définis aux articles 13, 104, 105 et 106 (le sous-module « Risque sur actions » est au 105-5.b et au 106). Parce qu'elles sont susceptibles d'évoluer avec le temps, les spécifications propres à ces modules et sous-modules seront adoptées par le biais de mesures d'exécution.

La formule standard de calcul du Capital de Solvabilité Requis s'efforce de trouver le juste équilibre entre sensibilité aux risques et considérations pratiques. Elle autorise à la fois l'utilisation de paramètres propres à l'entreprise dans les cas appropriés (voir article 104, paragraphe 7) et certaines simplifications standards pour les PME (voir article 108).

Étant donné que les nouvelles normes d'évaluation tiennent compte de la qualité de crédit et de la liquidité des actifs, que le Capital de Solvabilité Requis prend en compte tous les risques quantifiables et que tous les investissements sont soumis au principe « de la personne prudente », *les limites quantitatives restreignant les investissements et les critères d'éligibilité des actifs ne seront pas maintenues*, alors même que l'on a pu vérifier l'efficacité des règles de placement françaises pour le contrôle effectif des risques (par exemple en empêchant les assureurs français de s'exposer aux risques des CDO et des produits alternatifs). Cependant, si de nouveaux risques non couverts par la formule standard apparaissent avec l'évolution du marché, l'article 111-2 habilite la Commission à prendre des mesures d'exécution temporaires fixant des limites d'investissement ainsi que des critères d'éligibilité des actifs pendant qu'est mise à jour la formule. L'article 110 bis précise les cas où l'autorité de contrôle estime que les hypothèses de la formule standard ne sont pas appropriées et que d'autres hypothèses doivent être retenues pour le calcul du SCR.

En pratique, le modèle standard est mis à disposition des assureurs sous forme de tableurs intégrant de nombreuses hypothèses tant théoriques que numériques. Pendant toutes la procédure de mise en place de la directive, il a été demandé aux assureurs de calculer les fonds propres requis suivant les versions successives du modèle standard. Il est apparu que *le risque lié aux placements, qui était ignoré dans les règles prudentielles précédentes*, était dominant : 82 % du besoin de SCR en vie et 44 % en non-vie dans la 4e étude quantitative d'impact (QIS 4).

C'est l'une des raisons pour lesquelles l'industrie française a réagi négativement au projet Solvabilité II, car il pénalisait fortement les actions. Il a alors été avancé qu'il fallait à tout le moins tenir compte de l'horizon des engagements (à la différence des banques) car l'activité d'assurance concernait le long terme. Cette approche a été contestée par une tradition anglo-saxonne de la finance qui contrôle les modèles épistémiques de risque (voir le chapitre 7, ci-après), et pour laquelle le risque doit s'évaluer à l'horizon d'un an. Le fondement intellectuel de la position repose sur les articles de Samuelson et Merton (1969, 1971, 1974), relayés depuis par de nombreuses études (généralisé par Milevsky en 1994), qui ont contesté l'idée de réduction du risque par le passage du temps (*Time diversification : a myth*). Cette question est actuellement en débat.

Le calcul du SCR. La formule standard de calcul du SCR est la suivante :

$$\mathrm{SCR} = \mathrm{BSCR} - \mathrm{Adj} + \mathrm{SCR}_{\mathrm{op}} \tag{4.1}$$

où :

- BSCR est le capital de solvabilité requis de base,
- Adj est l'ajustement pour les effets d'atténuation des risques provenant de la participation aux bénéfices et des impôts différés,
- $\mathrm{SCR}_{\mathrm{op}}$ est le capital requis pour le risque opérationnel.

Le BSCR représente le SCR de base. Il mesure le besoin en capital des cinq modules de risques (souscription non-vie, marché, crédit, santé, souscription vie). Pour le calcul du BSCR, on a besoin de calculer les montants de capital requis correspondant à ces cinq types de risques, soit respectivement:

- $\mathrm{SCR}_{\mathrm{non-vie}}$: risque lié à l'assurance non-vie,
- $\mathrm{SCR}_{\mathrm{marché}}$: risque de marché,
- $\mathrm{SCR}_{\mathrm{crédit}}$: risque de crédit,
- $\mathrm{SCR}_{\mathrm{santé}}$: risque lié à l'assurance santé,
- $\mathrm{SCR}_{\mathrm{vie}}$: risque lié à l'assurance-vie,
- FDB est le montant total des provisions techniques correspondant aux participations aux bénéfices futurs.

La figure 4.2 présente l'architecture de la prise en compte des risques dans le calcul du SCR.

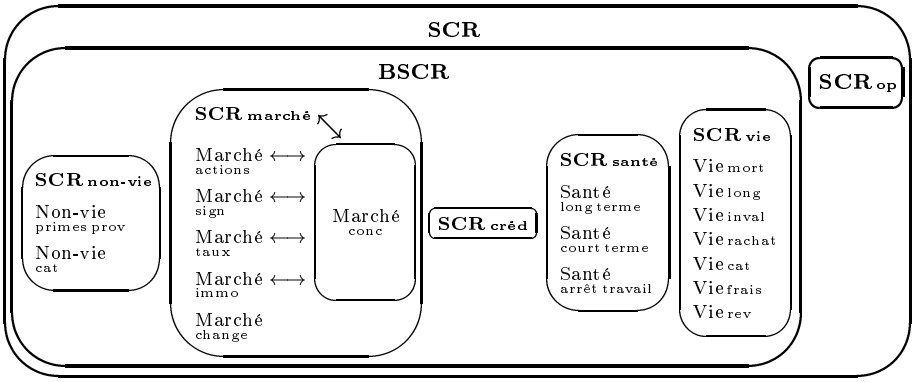


FIG. 4.2 – *Le calcul du SCR.*

Les risques de marché correspondent à des chocs qu'il faut compenser par du capital. Chaque risque noté R conduit à un besoin de capital noté marché$_{\mathrm{R}}$, qui doit compenser les effets d'un choc. Pour les actions, ce choc était dans le QIS 4 de 32 % (45 % dans certains cas), pour l'immobilier, de 20 %. La valeur des obligations était affectée par un choc sur les taux et un choc sur les *spreads* de crédit. Un choc supplémentaire est effectué pour tenir compte du risque de défaut individuel sur les obligations (risque de concentration). Le calibrage des risques correspondait en fait sensiblement à la valeur de la volatilité moyenne mesurée sur 10 ans (soit un écart type annuel de 10 %) et convertie en quantile 99,50 % : en fait, si la volatilité annualisée n'est pas de l'ordre de 10 % mais de 30 %, ce qui correspond à l'observation de l'année 2008 et dans le cas limitatif d'une distribution normale, il s'agit alors davantage d'un seuil à 85 % qu'à 99,5 %.

Agrégation des risques de marché : calcul du SCR marché. Le modèle standard combine les différents risques de marché à partir d'une formule de composition des variances. Ce calcul correspond à des hypothèses implicites très fortes : chaque facteur de risque est représenté par une loi normale, ces facteurs de risque sont soit indépendants (action/taux), soit dépendants linéairement (matrice de corrélation fixe). Le risque total se distribue alors suivant une loi normale et peut être entièrement mesuré par un écart-type.

Les besoins en capitaux calculés pour chaque risque sont agrégés à partir d'une matrice de corrélation donnée :

$$\mathrm{SCR}_{\mathrm{marché}} = \sqrt{\sum_{\mathrm{R,C}} \mathrm{corr}_{\mathrm{R,C}} \times \mathrm{marché}_{\mathrm{R}} \times \mathrm{marché}_{\mathrm{C}}} \tag{4.2}$$

où la matrice de corrélation est :

Taux	(Tx)	1					
Actions	(Ac)	0	1				
Immobilier	(Im)	0,5	0,75	1			
Signature	(Sg)	0,25	0,25	0,25	1		
Concentration	(Cc)	0	0	0	0	1	
Change	(Cg)	0,25	0,25	0,25	0,25	0	1
		(Tx)	(Ac)	(Im)	(Sg)	(Cc)	(Cg)

TAB. 4.3 – *Matrice de corrélation dans le cas du modèle standard (QIS4).*

De la même façon, le besoin en capital net de la réduction de risque due aux participations aux bénéfices est calculé à partir de la matrice de corrélation :

$$n\,\mathrm{SCR}_{\mathrm{marché}} = \sqrt{\sum_{R,C} \mathrm{corr}_{\mathrm{R,C}} \times n\,\mathrm{marché}_{\mathrm{R}} \times n\,\mathrm{marché}_{\mathrm{C}}} \qquad (4.3)$$

Afin de tester l'impact des différentes situations de corrélation, le CEIOPS propose une variante de calcul du SCR fondée sur une analyse de sensibilité du coefficient de corrélation entre actions et obligations. Les hypothèses à tester sont alors deux valeurs du coefficient de corrélation : +0,25 en cas de choc à la baisse des taux, et -0,25 en cas de choc à la hausse des taux.

Modèles internes. Les articles 112 à 127 décrivent les exigences applicables aux entreprises d'assurance ou de réassurance qui recourent ou souhaitent recourir à un modèle interne partiel ou intégral pour calculer le capital de solvabilité requis.

Avant que les autorités de contrôle ne donnent leur approbation à l'utilisation d'un modèle interne, les entreprises d'assurance et de réassurance doivent soumettre une demande (voir article 112) avalisée par l'organe d'administration ou de direction de l'entreprise (voir article 116) et apportant la preuve que sont respectés certains critères d'utilisation ainsi que des normes de qualité statistique, de calibrage, de validation et de documentation (voir articles 120 à 125). Les autorités de contrôle prennent leur décision d'acceptation ou de refus dans les six mois qui suivent la réception de la demande complète présentée par une entreprise d'assurance ou de réassurance.

Concernant l'utilisation de modèles internes partiels, des exigences supplémentaires sont imposées afin d'empêcher les pratiques de « picorage » de la part des entreprises (voir article 113).

En outre, l'article 114 autorise la Commission à adopter des mesures d'exécution adaptant les normes des articles 120 à 125 pour les modèles internes partiels afin de tenir compte du champ d'application limité de ces modèles. Enfin, l'article 119 donne pouvoir aux autorités de contrôle d'exiger d'une entreprise d'assurance ou de réassurance qui calcule son Capital de Solvabilité

Requis à l'aide de la formule standard qu'elle mette au point un modèle interne partiel ou intégral pour le cas où la formule standard ne reflèterait pas correctement son profil de risque.

4.3 Trois problèmes de Solvabilité II

Il nous semble que trois problèmes distincts résultent de la conception du risque et de sa mesure logée dans le dispositif Solvabilité II : un problème statistique, un problème probabiliste, et un problème comportemental. Notre conviction est que ces trois difficultés sont la conséquence d'une approche scientiste du risque, qui accorde trop d'importance à une conception particulière et ancienne de l'évaluation probabiliste au détriment d'autres analyses plus générales, ou d'autres conceptions probabilistes moins anciennes. Le premier problème est la réduction de la lecture statistique du passé à une période trop récente, et fait l'impasse sur l'instabilité des estimations ; le second est la réduction d'une distribution de probabilité *ex ante* à des schémas trop anciens, et fait l'impasse sur les queues de distribution ; le troisième est l'ignorance de l'opportunisme rationnel évoqué traité plus loin au chapitre 6. Le point commun entre les trois problèmes est la croyance dans une régularité et une continuité des fluctuations des variables (donc du risque), qui caractérise la position scientiste de l'usage de modèles dans lesquels les comportements humains n'ont pas leur place. Nous abordons à présent ces trois problèmes.

4.3.1 Observation du passé et risques à venir

La durée de la période observée conditionne la perception des phénomènes. Avec une expérience de quelques semaines, l'alternance jour/nuit est bien visible, mais pas le cycle des saisons. Certains cycles économiques et financiers sont courts, d'autres longs. La vision du monde traduite dans les modèles et les réglementations est toujours affectée par l'histoire récente. Solvabilité II n'y échappe pas : mise en place après les krachs boursiers de 2001-2002 et 2008, elle pondère fortement le risque lié aux actions, alors qu'elle s'inquiète peu du risque lié aux taux d'intérêt, puisque les derniers chocs brutaux sur les taux datent de 1981-1982.

Le risque de taux. Alors même que l'assurance-vie transforme de l'épargne qui reste disponible (rachetable à tout moment sans pénalité) en placement à long terme, Solvabilité II n'incite pas vraiment à couvrir ce risque de transformation, de liquidité et de taux, parce que le risque de taux est apprécié sur une période où les taux d'intérêt des emprunts d'État ont assez peu fluctué, après une longue période baissière. En fait, la politique monétaire pratiquée par la BCE depuis la création de l'euro il y a seulement dix ans est le cadre de référence du modèle standard, mais aussi de la plupart des modèles internes. La figure 4.3 illustre ce phénomène. Comment mesurer un risque sur une période où il ne s'est pas réalisé ?

FIG. 4.3 – *Le problème de la période de référence : la série chronologique des taux des emprunts d'État entre 1970 et 2008 fait apparaître des importantes différences de niveau absolu de taux. La période de référence de la plupart des modèles se limite à la sous-période 2000 – 2008. Ce choix conduit à oublier les niveaux des années 1980.*

Les simulations de Monte-Carlo. L'expérience est souvent déformée par le passage à une simulation de Monte-Carlo. Les séries passées sont utilisées pour estimer les distributions de ces séries. Mais des hypothèses probabilistes fortes sont ajoutées, si bien que les lois simulées sont beaucoup plus régulières que les séries historiques qui ont servi à calibrer le modèle de simulation. Dans l'exemple ci-dessous, l'hypothèse qu'une loi normale bivariée est sous-jacente permet de modéliser facilement les performances jointes des actions américaines et européennes. Mais l'information sur les risques extrêmes est gravement affectée par cette approche. La figure 4.4 montre que les risques extrêmes (coin inférieur gauche de la série historique) ont disparu sur la série simulée.

La stabilité des relations de dépendance. L'hypothèse de stabilité des relations de dépendance est souvent fragile. L'utilisation dans les modèles représentant couramment les actions (Black-Scholes, CEV, etc.) d'une corrélation fixe entre les actions et les taux d'intérêt n'est pas conforme à l'observation. Lors d'un krach d'origine boursière les taux et les actions baissent simultanément alors que lors d'un krach d'origine monétaire les actions chutent alors que les taux remontent.

Comme la notion d'un progrès régulier, la notion de dépendances simplement linéaires apparaît comme la conjonction d'une expérience trop courte et d'un vieux fonds scientiste. Il faut une expérience suffisamment longue pour que commence à apparaître la complexité des interactions entre les systèmes et qu'apparaissent des changements. La figure 4.5 fait apparaître ce phénomène.

Une définition du changement est la modification de la relation entre deux

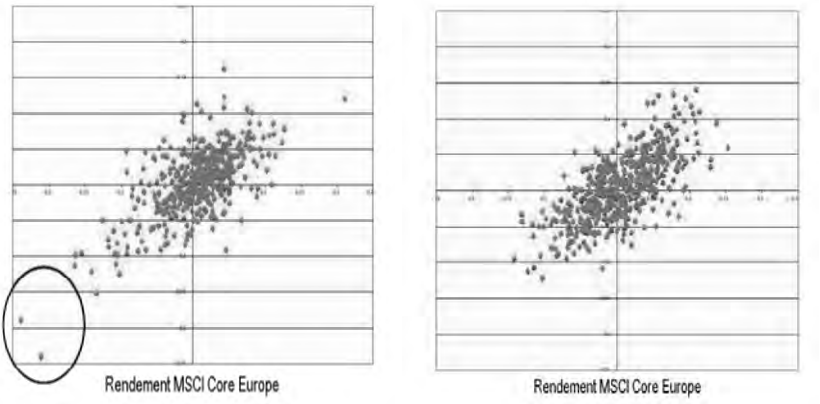


FIG. 4.4 – *La perception faussée du risque : l'exemple des rentabilités mensuelles conjointes des indices MSCI USA et MSCI Europe de janvier 1970 à décembre 2008. La simulation de ces lois conjointes à partir d'une loi normale bivariée fait disparaître les points de queue de distribution, situés en bas à gauche du graphique de gauche.*

variables dépendantes. Dans le cadre de Solvabilité II, la modélisation des liens entre les variables qui affectent l'actif et le passif de l'organisme assureur repose sur l'hypothèse que ces liens sont stables. Cette simplification est peut-être acceptable pour estimer un cœur de distribution ou une moyenne, mais beaucoup moins pour estimer un quantile extrême. Il y a une contradiction logique entre la recherche d'un quantile extrême et les hypothèses de stabilité.

La notation de crédit. La directive fait confiance à la notation de crédit. Le risque de crédit est apprécié dans Solvabilité II à partir des seules notations des agences, alors même que l'expérience a démontré les limites de la notation, et que les agences précisent bien que la notation n'est pas une *mesure* de risque, mais une *opinion* de l'agence dans le cadre d'un *scénario de référence*, obtenue à partir des comptes et des informations chiffrées, anticipant assez peu l'imprévu. Il s'ensuit que la note ne tient pratiquement pas compte des prises de risques importants mais perçus comme peu probables qui se situent en dehors de ce scénario de référence (comme par exemple la baisse de l'immobilier aux États-Unis avant le déclenchement de la crise des *subprimes*), et *a fortiori* des risques systémiques. S'il s'avère que les événements s'écartent du scénario de référence, alors la notation est revue *ex-post*. Rappelons enfin que la notation et le cours de bourse de l'émetteur rétroagissent positivement l'une sur l'autre.

4.3.2 La réduction scientiste de la VaR

La proclamation de l'élimination quasi-certaine du risque de faillite est de nature à mobiliser l'enthousiasme du législateur. Malheureusement, la recherche

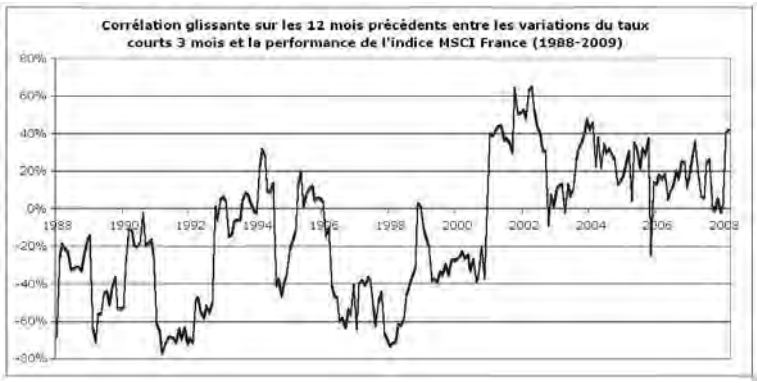


FIG. 4.5 – *L'instabilité de la mesure de corrélation : l'exemple de la corrélation glissante sur les 12 mois précédents entre les variations du taux court 3 mois et la performance de l'indice MSCI France entre 1988 et 2009. Les queues de distribution des corrélations font apparaître des valeurs de* $-0{,}70$ *ou* $+0{,}70$*, alors que la valeur moyenne est proche de zéro. Quelle est la pertinence de cette moyenne ?*

d'un objectif absolu conduit en pratique à des effets pervers dommageables (Voltaire répondait *post mortem* à Pascal « qui veut faire l'ange fait la bête »). Il s'agit ici principalement du problème posé par le choix du critère de la *Value-at-Risk* (VaR).

On précise qu'il ne s'agit pas ici de critiquer ou de rejeter la VaR en tant que telle[1], mais seulement une manière scientiste de l'utiliser qui caractérise, semble-t-il, la doctrine sous-jacente à la directive Solvabilité II. Pour le dire de manière encore plus directe, notre critique porte, non pas sur la VaR elle-même, mais sur le scientisme qui conduit les régulateurs à mal user d'un indicateur qui pourrait par ailleurs trouver son utilité dans un contexte épistémologique approprié.

Le scientisme conduit ici d'une part à créer l'illusion d'une fausse sécurité ; et d'autre part à évacuer la prise en considération de risques réels mais cachés par une VaR inadéquate ; enfin inciter à un abandon des règles de placement classiques qui avaient pourtant montré leur efficacité dans la crise de 2007-2008.

La VaR de Solvabilité II comme illusion d'une fausse sécurité. Le critère de la VaR est souvent évoqué, y compris par d'éminents spécialistes, dans des termes qui conduisent à une fausse sécurité. Une VaR annuelle à 99,5 % est ainsi présentée comme un niveau de perte qui est atteint « une année sur 200 ans ». Or l'extrapolation dans la durée est délicate et audacieuse, car une chance sur 200 (correspondant à 0,50 %) cette année en cours n'est pas exactement la même chose qu'une année sur 200 dans la longue durée : il suffit de transposer le procédé aux taux de mortalité pour en mesurer la limite conceptuelle.

1. Voir ci-dessus, le chapitre 1.

De plus (et surtout), cette présentation confond le calcul à l'intérieur du modèle et sa transposition dans le monde réel où la compagnie survivra ou fera faillite. En effet, une probabilité calculée à 99,5 % sous les hypothèses du modèle n'a rien à voir avec une chance sur 200 dans le monde réel. D'une part, les lois de probabilité et les interactions vues par le modèle sont des hypothèses souvent éloignées de l'observation du passé. D'autre part, certains risques (dont l'emblème est maintenant *Le Cygne noir* de Nassim Taleb) ne se sont pas encore réalisés. Comment les évaluer ? Enfin, on peut considérer que tous les risques ne sont pas probabilisables, dans le sens où l'univers des possibles est plus large que l'univers probabilisable.

La VaR de Solvabilité II comme trompe-l'œil. Le critère de la VaR permet de cacher un risque majeur. Un type de risque majeur pour les assureurs-vie serait un choc brutal sur les taux (de type 1981-1982, voire même de type 1994). Ces assureurs-vie seraient alors en peine d'assurer leurs engagements de liquidité vis-à-vis de leurs clients. En pratique, ce type de risque se réalise lors d'une action de resserrement monétaire brutal des banques centrales, après une période de laxisme monétaire.

La plupart des calculs de VaR d'aujourd'hui ne vont pas jusqu'à ce scénario, parce que les modèles sont choisis et calibrés pour ne pas l'atteindre. Le même critère de VaR permettait d'ailleurs de considérer que le risque de crédit était sous contrôle, jusqu'à la crise des *subprimes* et l'effondrement d'AIG. Assurer aujourd'hui que ce risque d'inflexion de la politique monétaire peut être négligé est-il vraiment raisonnable ?

La VaR peut être un indicateur technique utile, mais elle peut être utilisée pour nier un risque pourtant bien réel, d'autant que la directive laisse entendre que les contrôles des autorités porteront en priorité là où les calculs de VaR font apparaître des risques significatifs. Notons au passage que le choix de la traduction française est intéressant comme signe de cette illusion d'optique. On a traduit en français les mots *Value-at-Risk* par l'expression « perte maximale probable », alors qu'il serait plus juste de dire « perte minimale à ce seuil ».

Les hypothèses probabilistes fortes de Solvabilité II. Enfin, les théorèmes de convergence mobilisés par la VaR de Solvabilité II ne s'appliquent pas à certains types de variables particulièrement irrégulières. Sans entrer ici dans des considérations techniques (voir les chapitres 2, 3 et 5 dans le présent ouvrage qui abordent précisément cette question), disons de manière intuitive que, autant il est facile d'approcher un cercle par un polygone inscrit en augmentant le nombre de ses côtés grâce à la régularité du cercle (continuité, dérivabilité de la courbe), autant il est bien connu depuis Mandelbrot que certaines courbes fermées appelées fractales restent tout aussi irrégulières quelle que soit l'échelle d'observation et ne peuvent être approchées par aucun polygône quel que soit son nombre de côtés. On veut souligner par cet exemple l'importance de la régularité dans les théorèmes de convergence.

Les modèles de Solvabilité II font des hypothèses de régularité qui ne reposent sur aucune observation ni démonstration de type logique ou scientifique, mais qui permettent de supposer qu'un grand nombre de tirages obtenus par une méthode de Monte-Carlo finiront par converger vers une « vraie » distribution. Il s'agit en fait de ce que Kant appelait une esthétique : une vision du monde qui préexiste au modèle et permet à la logique du modèle de fournir un résultat conforme à cette esthétique.

La VaR de Solvabilité II comme incitation à la dérégulation. Le problème principal vient de ce que la fausse sécurité de la VaR de Solvabilité II conduit à déréguler les placements. La directive prévoit en effet la suppression des règles traditionnelles qui encadrent les placements, ceci alors même que ces règles avaient permis aux assureurs d'échapper à certains risques comme les titrisations *subprime* ou le placement en direct auprès de Bernard Madoff. Avec la suppression de cette règle, les produits complexes, exotiques, dérivés et alternatifs pourront être plus facilement vendus aux organismes assureurs.

4.3.3 L'influence de la règle sur les comportements

Les organismes assureurs sont en train de s'adapter à leur nouveau cadre réglementaire. Le fait que celui-ci repose sur un critère de risque très typé et très réducteur, en l'occurrence une VaR scientiste, va vraisemblablement modifier leur comportement selon les effets décrits au chapitre 6 : un opportunisme rationnel reposant sur une exploitation des impasses de cette forme de VaR peut créer de nouveaux risques.

En d'autres termes, on avance ici que *la réduction scientiste de la VaR de Solvabilité II peut encourager des conduites opportunistes non souhaitables.* La présence de mesures qualitatives dans Solvabilité II apparaît alors comme un contrepoids naturel à la réduction scientiste de la mesure des risques par la seule VaR.

Contournement de la VaR par opportunisme rationnel. Il existe des risques qui échappent au calcul de VaR et ces risques vont vraisemblablement être accrus. Or il s'agit justement des risques les plus graves, qui peuvent conduire à une crise systémique comme le risque de liquidité ou la concentration des paris sur les queues de distribution au-delà de la perception des indicateurs. C'est aussi le cas de certains risques non diversifiables et sous-estimés par les modèles, comme le risque de taux.

Il ne s'agit pas là d'un procès d'intention. Rappelons que c'est exactement ce qui s'est passé avec la compagnie d'assurance AIG, qui assurait la planète entière contre le risque de crédit avec ses CDS : agissant ainsi, elle faisait l'impasse sur le risque d'une crise générale de crédit *qu'elle contribuait simultanément à rendre possible.*

On touche ici aux « mécanismes de transmission qui peuvent propager des expositions excessives au risque et constituer l'amorce d'un ébranlement systémique » [2]. AIG et les agences de notation considéraient que la diversification éliminait le risque, alors même qu'elle le concentrait au-delà du seuil de perception des régulateurs.

Du point de vue de la modélisation, la théorie des jeux et la théorie des incitations permettent d'appréhender les comportements d'adaptation aux règles, et le cas échéant d'en limiter les effets pervers.

La logique des organismes assureurs les conduit à privilégier un modèle pas trop coûteux en fonds propres, et qui va sous-estimer certains risques. Cette logique mène à concentrer les risques là où le système de contrôle ne les voit pas. C'est d'ailleurs ce qu'ont fait les banques américaines en sortant certains risques de leur bilan par la titrisation alors qu'elles demeuraient exposées, mais sans coût en fonds propres réglementaires. De la même manière, la directive Solvabilité II va tout naturellement conduire les assureurs à exploiter ses faiblesses (de plus, l'unification des règles peut encore davantage accroître le risque de système).

En fait, sa principale faiblesse est probablement la contradiction entre un objectif affiché de supprimer en pratique le risque de faillite d'un organisme assureur et des modalités pratiques qui, sans le dire, conduisent à accepter un niveau de risque assez élevé, et peuvent encourager certains à accepter de *jouer des impasses* dans le cadre d'actions relevant de l'*opportunisme rationnel* : des comportements pourront être individuellement rationnels sur la base d'une analyse de rentabilité et de risque qui pondérera peu un risque de faillite apparemment peu probable et coûteux à prévenir.

Apprentissage de règles nouvelles. Heureusement, Solvabilité II prévoit aussi des mesures qualitatives très utiles comme l'inventaire des risques où les procédures de contrôle interne. Si ces procédures ne sont pas de pure forme et visent réellement au contrôle, elles peuvent responsabiliser les intervenants et jouer un vrai rôle de prévention en faisant progresser l'estimation adéquate du risque.

La prise de conscience des risques permet de les piloter, alors que la volonté de les nier pour économiser des fonds propres conduit à les oublier et à les accumuler. Par exemple, les risques qui échappent au critère de VaR tel que défini dans la directive pourront être appréhendés de manière qualitative ou par des *stress tests* correspondant à des scénarios économiques et financiers et à l'analyse macroéconomique.

2. Voir ci-après le chapitre 6.

La directive Solvabilité II est le résultat de compromis difficiles entre points de vue et groupes d'intérêt divers. Une telle logique est discutée, plus loin, au chapitre 6, notamment à propos de la convergence des croyances. Le contrôle prudentiel vise à prévenir un risque systémique, même peu probable, en imposant aux acteurs un coût de cette prudence collective qu'ils n'accepteraient pas spontanément.

C'est donc bien à l'articulation des comportements individuels et des nouvelles règles que va se jouer le succès de la directive. Il importe dès lors d'abandonner ici une sorte de scientisme inapproprié[3].

3. Mention à préciser pour les références à cet article : Michel Piermay, « Les limites de la conception du risque selon Solvabilité II », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 79-94.

Deuxième partie

S'organiser face aux aléas

Chapitre 5

IAS 39 et la martingalisation des marchés financiers

Christian Walter

5.1 La financiarisation du monde

Dans ce chapitre, nous proposons une explication théorique au développement presque sans limite de la finance, observé à partir des années 1980, et qui culmine avec la notion de juste valeur (*Fair Market Value* selon la norme IAS 39) dans les normes comptables internationales[1]. Cette explication est la suivante. Le développement rapide de la finance professionnelle et des marchés financiers résulte de la percée conceptuelle opérée par l'unification mathématique de trois courants de recherche : l'évaluation financière, la modélisation des variations des cours de bourse et la théorie de l'équilibre général en économie.

Nous estimons que c'est cette unification conceptuelle qui a permis l'émergence d'une norme collective pour les transactions financières, et nous proposons d'interpréter cette norme en termes de convention keynésienne. Cette norme concerne une manière particulière de se représenter l'incertitude des marchés, que l'on réduit par le moyen de la construction d'un cadre probabiliste particulier qui utilise l'outil mathématique appelé « martingale », et l'on parlera ainsi de « martingalisation » des marchés, ou fabrique des marchés récents par des martingales. Pour cette raison, on propose de parler de « convention stochastique » pour désigner l'arrière-plan formel sur lequel se sont structurées toutes les transactions financières depuis le début des années 1980 jusqu'à la crise de 2007-2008[2].

1. Ce chapitre est une version remaniée et développé d'un article publié dans la *Revue de synthèse*, n°2, 2006. L'auteur remercie cette revue pour avoir autorisé cette seconde version.

2. Afin de ne pas surcharger techniquement ce chapitre, une annexe technique situé à la fin regroupe les notions mathématiques abordées en les présentant de manière plus systé-

Trois histoires de longue durée. Trois aventures intellectuelles de la pensée financière et économique traversent le XX^e siècle. Elles ont coexisté séparément dans les travaux universitaires pendant près de soixante ans et se sont ignorées mutuellement jusqu'à leur articulation formelle, dans les années 1980, une fois apparue dans la finance mathématique la possibilité de reconstruire certains des objets de la théorie financière au moyen de la mathématisation de l'arbitrage. Ces trois domaines sont : a) la modélisation des variations boursières par des processus aléatoires, c'est-à-dire une recherche de type descriptive (sans explication causale) pour caractériser par une formule mathématique adéquate la forme des trajectoires de cours observées sur les marchés réels ; b) l'évaluation des actifs financiers et des entreprises, c'est-à-dire la recherche d'une théorie capable de fournir un cadre conceptuel rigoureux permettant de donner un prix supposé juste à tout objet réel pouvant être négocié ; c) la modélisation de l'équilibre en économie, qui inclut les développements de la théorie économique de l'équilibre général, initialement décrit dans un cadre statique, puis ensuite généralisé dans un cadre dynamique intertemporel.

Le premier de ces courants de pensée trouve son origine mathématique en 1900 avec la thèse de doctorat de Louis Bachelier, et se poursuit dans la première moitié du vingtième siècle avec les travaux d'Alfred Cowles, Holbrook Working, Maurice Kendall, Maury Osborne, Sydney Alexander et Paul Cootner pour parvenir à structurer, avec Paul A. Samuelson en 1965, ce qui a été appelé à devenir le modèle standard des fluctuations boursières : l'exponentielle de mouvements browniens[3]. Le second domaine a ignoré les travaux relatifs aux processus aléatoires et aux tests statistiques, et a développé depuis 1930, avec Irving Fisher et John B. Williams, des analyses de la valeur des sociétés qui aboutissent à un autre modèle standard de l'évaluation financière : la méthode des flux futurs de revenu actualisés (*discounted cash flow*) dont la version de Myron J. Gordon et Eli Shapiro, en 1956, puis le manuel de Gordon, en 1962, sont la base de tous les analystes financiers[4]. Enfin, le troisième courant de recherche est celui de la théorie de l'équilibre général qui, depuis les travaux de Léon Walras et Vilfredo Pareto, formalise toujours davantage les caractéristiques de l'équilibre des marchés. Ce courant a abouti aux synthèses de Kenneth Arrow, Gérard Debreu et Roy Radner en 1954 et 1972[5].

Trois domaines, donc, et trois théories en constante gestation : la théorie de la dynamique boursière (finance des marchés), la théorie de l'évaluation financière (finance des entreprises), la théorie de l'équilibre économique (cadre

matique. Ceci permettra au lecteur non spécialiste de suivre le raisonnement sans l'obstacle mathématique (les quelques formules mathématiques de ce chapitre peuvent être passées à la lecture car elles sont résumées immédiatement après leur écriture) et aux spécialistes ou aux lecteurs intéressés d'accéder avec l'annexe à une analyse plus détaillée de ces notions.

3. Il s'agit seulement des principales références, parmi de nombreuses autres : Cowles [1933], Working [1934], Kendall [1953], Osborne [1959], Alexander [1961], Cootner [1962], Samuelson [1965a].

4. Fisher [1930], Williams [1938], Gordon et Shapiro [1956], Gordon [1962].

5. Outre les références classiques de Walras [1874] et Pareto [1896], les textes principaux sont ici Arrow [1953], Arrow et Debreu [1954], Radner [1972].

conceptuel général). Ces trois axes de réflexion se sont développés parallèlement en suivant chacun une dynamique intellectuelle, mathématique, et institutionnelle propre : les types de modélisations, les outils mathématiques mobilisés, les cadres institutionnels à l'intérieur desquels s'effectuaient et se finançaient les recherches, et les populations universitaire et professionnelle concernées furent pendant longtemps différents et irréductibles les uns aux autres.

Ces mondes se sont ignorés d'autant plus volontiers que leurs objectifs professionnels étaient différents voire contradictoires. Ainsi par exemple, les évaluateurs de sociétés et les analystes financiers, disposant d'un outillage mathématique rudimentaire, étaient violemment opposés à l'intrusion des processus aléatoires dans les méthodes d'évaluation. Les statisticiens et probabilistes qui travaillaient sur les équations de la dynamique boursière ne cherchaient pas à intégrer la notion de valeur des entreprises, ni d'ailleurs celle d'allocation optimale des ressources au sens de la macroéconomie. Quant aux économistes universitaires, ils restaient éloignés des développements de la théorie financière, ceci alors même que ces développements commençaient à mordre sur le champ de l'économie.

Le désenclavement de ces trois mondes dans les années 1980 fut une mutation importante. Ce chapitre a pour objectif de montrer que cette mutation a rendu possible le développement presque sans limite de la finance mathématique à partir de ces années, et a représenté l'un des fondements intellectuels majeurs de la notion de *Fair Market Value*. Nous montrons tout d'abord comment se sont opérées deux à deux les jonctions des trois domaines de recherche examinés, au cours de la seconde moitié du vingtième siècle. L'unification se produisit en effet par binôme de théories : la jonction entre l'évaluation financière et les martingales a été due à Paul A. Samuelson entre 1965 et 1973 ; la jonction entre les martingales et les modèles économiques d'équilibre fut le fait de Stephen LeRoy en 1973 et de Robert Lucas en 1978 ; la jonction entre la théorie de l'arbitrage et l'évaluation financière est provenue de Stephen Ross, Michael Harrison, Daniel Kreps et Stanley Pliska entre 1976 et 1981 [6]. Puis nous ferons apparaître comment la notion de noyau de l'évaluation (*pricing kernel*) permet de synthétiser puis d'unifier ces trois jonctions partielles, et comment toute écriture en noyau est identiquement une écriture en martingale. Nous conclurons en proposant de rendre raison de la notion de noyau en termes de convention keynésienne. On mesure mieux dès lors le caractère sous-déterminé de la théorie mathématique de la finance par rapport au fonctionnement réel des marchés de capitaux.

6. Ici également, il ne s'agit que des principaux textes : Samuelson [1965b, 1973], LeRoy [1973], Ross [1976], Lucas [1978], Harrison et Kreps [1979], Harrison et Pliska [1981].

5.2 Trois sortes de martingales

5.2.1 Avec taux d'actualisation constant

La première des jonctions intellectuelles, unifiant d'une part les méthodes de l'évaluation financière des sociétés au moyen des valeurs actuelles de flux actualisés de Fisher et Williams, et d'autre part les descriptions probabilistes des variations boursières par des martingales, est effectuée par Samuelson dans ses articles de 1965 et 1973. Cherchant à réconcilier deux opinions apparemment contradictoires – celles des analystes pour lesquels l'art de l'évaluation financière permet de trouver de bons titres à acheter, et celles des statisticiens pour qui les marchés évoluent apparemment au hasard – Samuelson fait apparaître que, non seulement ces deux représentations ne sont pas contradictoires mais que, au contraire, plus les investisseurs évalueront correctement une société en utilisant le modèle de flux actualisés, et plus les variations boursières seront décorrélées.

L'assertion radicale de l'article de 1973 est la suivante : « les investisseurs qui s'informent (sur les conditions économiques réelles de l'entreprise) ont pour effet, par leurs achats et ventes de titres, de blanchir le spectre des variations boursières[7]. » Un spectre blanc (c'est-à-dire conforme à une distribution purement aléatoire) est le signe de variations décorrélées. Dès lors, plus la bourse ressemblera à la roue de la roulette d'un casino, et plus cela signifiera que les investisseurs sont compétents et responsables. Le juste prix d'une société, bien prévu, est donc celui qui rend le marché imprévisible. Tel est l'apparent paradoxe de l'idée d'efficacité informationnelle d'un marché, qui ne sera pleinement résolu qu'en 1980 par Sanford Grossman et Joseph Stiglitz.

Plus précisément, en faisant l'hypothèse que les investisseurs évaluent la société par la méthode des flux actualisés au moyen d'un taux d'actualisation (*discount rate*) quelconque x, et celle que le rendement y (*yield*) des actions de cette société (rapport dividende/cours) soit stationnaire, puis en notant S_t le cours de l'action en date t, Samuelson montra que l'on pouvait retrouver une martingale sur le cours de l'action actualisé au taux $x - y$ car

$$S_t = \frac{1}{1+x-y}\,\mathbb{E}_t[S_{t+1}] \tag{5.1}$$

Or, en notant S_t^* ce cours en date t actualisé, i.e. $S_t^* = (1+x-y)^{-t}S_t$, l'écriture précédente se simplifie en

$$\mathbb{E}_t[S_{t+1}^*] = S_t^* \tag{5.2}$$

qui définit une martingale sur les cours actualisés. Soit, en langage courant : « la meilleure prévision du cours futur actualisé S_{t+1}^* connaissant toutes les valeurs passées de ce cours actualisé, est le cours actualisé S_t^* lui-même ».

7. Samuelson [1973, p. 369].

Le taux d'actualisation x utilisé par les investisseurs pouvait par exemple être choisi à partir d'un modèle d'équilibre comme le CAPM[8] de William Sharpe et John Lintner de 1964-1965 : c'était donc une donnée exogène. De plus, il fallait qu'il fût constant, alors que l'on peut imaginer qu'il fluctue selon les horizons d'investissement considérés. Il fallait également que le rendement y de l'action fût stationnaire. Cette première forme de martingale sur les marchés financiers était donc assez simpliste[9]. En particulier, l'équation précédente ne disait rien sur l'équilibre entre la rentabilité et le risque du marché.

5.2.2 Avec taux d'actualisation aléatoire

L'un des objectifs principaux de la modélisation financière est en effet de pouvoir quantifier le risque pris sur un marché, afin d'en fixer le prix de l'échange et de créer des produits financiers qui permettent d'acheter et de vendre ce risque, décomposé en unités élémentaires. Dans le modèle de martingale de Samuelson, la notion de risque n'était pas explicitement prise en considération. Pour inclure une dimension de risque dans le prix d'un actif financier, il est nécessaire de construire un modèle d'équilibre, dans lequel on fait l'hypothèse que les individus n'acceptent de prendre des risques que moyennant une rémunération complémentaire qui dépend de leur attitude (prudence ou non) devant cette prise de risque. On peut alors formaliser la relation entre la rentabilité attendue et le niveau du risque.

En 1973, à partir d'un raisonnement d'équilibre économique, LeRoy montre que l'on peut retrouver cette propriété de martingale avec un taux endogène, mais dans des conditions assez restrictives. En 1978, à partir d'un raisonnement plus général, Lucas lève ces restrictions et obtient, par la condition du premier ordre d'un programme classique d'optimisation sur la consommation (annulation du gradient d'un lagrangien), l'équation fondamentale d'évaluation qui relie le cours de bourse S et le dividende D :

$$S_t = \mathbb{E}_t[\alpha_{t+1}(S_{t+1} + D_{t+1})] \tag{5.3}$$

dans laquelle le coefficient d'actualisation aléatoire (*stochastic discount factor*) α_{t+1} est égal au rapport des utilités marginales de la consommation agrégée en t et t+1 : c'est le noyau de l'évaluation par le marché (*market pricing kernel*). Cette équation signifie que le prix de tout actif est donné par un modèle d'équilibre général. L'équation de Lucas établit donc la jonction entre l'évaluation financière d'une société et un modèle d'équilibre général en économie avec investisseur représentatif.

8. *Capital Asset Pricing Model* : voir Sharpe [1964], Lintner [1965].

9. Shiller [1981] ainsi que LeRoy et Porter [1981] marquent le point de départ du rejet empirique de ce modèle.

L'équivalence entre l'équation de Lucas et le cadre intellectuel du modèle d'équilibre général d'Arrow et Debreu du point de vue statique (nombre fini d'états du monde possibles) est obtenue en remplaçant l'espérance mathématique par son développement sur les différents états. On récrit l'équation (5.3) en développant l'espérance mathématique

$$S_t = \sum_{\omega \in \Omega} \alpha_{t+1}(\omega) \left[S_{t+1}(\omega) + D_{t+1}(\omega) \right] P(\omega) \tag{5.4}$$

où $P(\omega)$ est la probabilité de l'état ω.

Or dans le modèle statique d'Arrow et Debreu, le prix de tout actif peut s'écrire comme une unique combinaison linéaire des titres élémentaires (*primitive assets*) d'Arrow et Debreu :

$$S_t = \sum_{\omega \in \Omega} \left[S_{t+1}(\omega) + D_{t+1}(\omega) \right] e^{\omega} \tag{5.5}$$

où e^{ω} est le titre élémentaire correspondant à l'état ω.

Le rapprochement des deux expressions (5.4) et (5.5) fait apparaître l'équivalence entre le noyau de l'évaluation et les titres élémentaires : la valeur du noyau de l'évaluation dans un état du monde ω est égal au prix du titre élémentaire quantifiant cet état, ajusté par la probabilité de l'état correspondant [10]; soit, si e^{ω} est le titre élémentaire correspondant à l'état ω, et $P(\omega)$ est la probabilité de cet état, $\alpha(\omega) = e^{\omega}/P(\omega)$. D'où l'écriture du noyau en actifs d'Arrow et Debreu.

Le passage en temps continu de cette modélisation d'équilibre ne sera effectué qu'en 1985 par Darrel Duffie et Chi-Fu Huang [11]. Mais la véritable percée intellectuelle de la finance mathématique ne sera opérée qu'à la charnière des années 1980 avec la réinterprétation du noyau et des prix d'Arrow-Debreu au moyen des opérateurs du calcul stochastique.

5.2.3 Avec taux sans risque et probabilité modifiée

L'intuition fondamentale qu'ont eue, entre 1976 et 1981, Stephen Ross, puis Harrison, Kreps et Pliska, a consisté à réinterpréter les prix des états du monde d'Arrow et Debreu comme des valeurs d'une probabilité particulière lorsque le marché était arbitré. Le passage de la probabilité réelle (que l'on note P) à la probabilité modifiée (que l'on note en général Q) s'effectua au moyen de la technologie du calcul intégral et différentiel stochastique, par l'opérateur de Radon-Nikodyn (ou opérateur de changement de probabilité noté L et défini

10. Nous donnons ici un aperçu heuristique. Pour des développements mathématiques rigoureux, on pourra consulter les manuels de Cochrane [2001], Föllmer et Shied [2002] et, en langue française, Dana et Jeanblanc [1998], Quittard-Pinon [2003]. Le cours de Guesnerie [2005] offre également une synthèse générale de ces sujets.

11. Duffie et Huang [1985].

en temps discret par $L = Q/P$). D'un point de vue intuitif, le monde dual de la probabilité Q peut être compris comme un univers psychologique dans lequel les individus seraient indifférents à la chance de gain comme au risque de perte : cette neutralité psychologique vis-à-vis du risque explique à la fois la terminologie de langue anglaise (*risk neutral probability*), et l'actualisation à un taux d'intérêt qui, de ce fait, n'inclut pas de prime de risque.

Par la transformation de l'ensemble des équations d'évaluation écrites précédemment dans le monde réel en nouvelles équations écrites dans le monde dual de Q, Harrison, Kreps et Pliska ont posé les fondements de l'évaluation moderne des actifs financiers : le *juste prix* de tout actif financier n'est rien d'autre que l'espérance mathématique de sa valeur future calculée avec la probabilité Q et actualisée à un taux d'intérêt sans prime de risque, comme par exemple le taux du marché monétaire. Du point de vue de la dynamique boursière, toutes les martingales écrites avec la probabilité P et un taux d'actualisation incluant une prime de risque se transforment en martingales avec la probabilité Q et un taux d'actualisation sans prime de risque : en résumé, on passe de P-martingales à une Q-martingale au moyen de l'opérateur L et la possibilité même de ce passage est la trace mathématique de l'existence d'un marché arbitré à l'équilibre, c'est-à-dire dans lequel il n'y a plus aucun arbitrage à effectuer (*absence of opportunity of arbitrage*). La nouvelle relation sur les prix actualisés devient

$$\mathbb{E}_t^Q[S_{t+1}^*] = S_t^* \tag{5.6}$$

qui est une martingale avec cette probabilité Q.

5.3 La synthèse par le noyau de l'évaluation

Arrivé à ce point, le bouclage avec le noyau d'évaluation de Lucas se fait naturellement puisque, comme on l'a vu, le noyau est une autre expression des prix des titres élémentaires d'Arrow et Debreu. Ainsi, l'opérateur L peut être identifié au noyau de l'évaluation (au taux monétaire près), et cette identification $\alpha = L/(1+r)$ permet d'établir un lien entre évaluation, équilibre général dans le monde réel, et expression de cet équilibre dans le monde dual.

L'identification financière concrète du noyau de l'évaluation sera le fait de Long en 1990 [12] : le noyau sera interprété sur un marché réel comme le facteur d'actualisation au taux de rentabilité d'un portefeuille qui maximiserait pour tout investisseur la croissance de son patrimoine (encore appelé portefeuille *Log-optimal*). En notant R_H la rentabilité de ce portefeuille Log-optimal, les différentes formes du noyau sont reliées entre elles par ces égalités :

$$\alpha(\omega) = \frac{L(\omega)}{1+r} = \frac{1}{1+R_H(\omega)} = \frac{e^\omega}{P(\omega)} \tag{5.7}$$

12. Long [1990].

Elles unifient l'ensemble des formes possibles des martingales modélisant les dynamiques boursières. Avec le portefeuille Log-optimal, l'équation d'évaluation de tout actif cotant le cours S en date t s'écrit

$$S_t = \mathbb{E}_t \left[\frac{1}{1 + R^H_{t+1}} S_{t+1} \right] \tag{5.8}$$

soit, en notant à nouveau S^*_t le cours en date t actualisé à ce taux R_H, c'est-à-dire $S^*_t = S_t(1 + R_H)^{-t}$,

$$\mathbb{E}_t[S^*_{t+1}] = S^*_t \tag{5.9}$$

C'est à nouveau l'expression d'une martingale, mais avec comme taux d'actualisation effectif, le taux de rentabilité R_H du portefeuille Log-optimal.

Si maintenant on écrit les relations précédentes avec les rentabilités des actifs et non plus leurs cours de bourse, et en notant R cette rentabilité, on fait apparaître la forme génératrice de tous les tests d'efficacité informationnelle des marchés

$$1 = \mathbb{E}_t[\alpha_{t+1}(1 + R_{t+1})] \tag{5.10}$$

car la contrainte (valeur 1) associant le noyau α et la rentabilité globale R, induite par leur association sous l'espérance mathématique, permet de définir les manières de tester, tant les niveaux de rentabilité que ceux de volatilité des cours sur les marchés financiers (inégalité dite de Hansen et Jagannathan[13]).

Ainsi la représentation d'un équilibre de marché par le noyau de l'évaluation conduit nécessairement à une modélisation de la dynamique boursière par une martingale, ce qui correspond indifféremment à une *évaluation juste* d'une société (au sens de la valeur de Fisher-Williams) ou à une optimalité au sens de l'allocation des ressources et des risques (au sens de Walras-Pareto). Dès lors, la notion de noyau de l'évaluation, qui représente l'aboutissement des développements de la théorie de l'équilibre général passés dans la finance professionnelle, peut être comprise comme l'objet intellectuel qui a permis à la pensée financière de s'unifier dans les années 1980, pour parvenir à une compréhension d'ensemble de phénomènes économico-financiers pertinents. Le tableau 5.1 résume cette trajectoire d'unification de la pensée financière.

Auteurs des travaux initiaux qui lancent le courant de pensée	Année de la publication	Taux d'actualisation utilisé pour l'obtention de la martingale	Probabilité utilisée dans la martingale
Samuelson	1965-1973	Taux constant exogène	historique P
LeRoy, Lucas	1973-1978	Taux aléatoire endogène	historique P
Ross, Harrison Kreps, Pliska	1976-1981	Taux sans prime de risque	subjective Q

TAB. 5.1 – *Le mouvement vers la jonction noyau-martingale-arbitrage.*

13. Hansen et Jagannathan [1991].

5.4 Une convention keynésienne ?

La synthèse intellectuelle des années 1980 représente un moment très particulier dans l'histoire de la finance du XX^e siècle, qui a résulté d'une conjonction exceptionnelle de talents déployés à la fois dans les domaines de la finance mathématique, dans les pratiques professionnelles américaines des banques de marché, ainsi que dans les développements de la théorie des probabilités sur les processus aléatoires. La forme mathématique qu'a prise cette jonction conceptuelle fut une équation d'Euler qui exprime à la fois l'équilibre d'un marché, son optimalité au sens de Pareto, l'évaluation juste de tous les actifs cotés, et la propriété de martingale de la dynamique boursière associée. Tout ceci, par quelque manière qu'on l'aborde, entre dans le cadre de la théorie des martingales, en sorte que l'on peut considérer que *la percée conceptuelle des années 1980 a été la compréhension profonde de la puissance de la forme martingale pour l'explication générale des phénomènes financiers et leur unification.* De la même façon que, au XIX^e siècle, la statistique était passée de la recherche de moyennes à une moyennisation systématique des variables, l'on peut dire que la finance du XX^e siècle est passée de la recherche de martingales sur les marchés à une « martingalisation » systématique des variations boursières, la martingale remplissant ainsi pour la finance du XX^e siècle le rôle de la moyenne pour la statistique du dix-neuvième siècle. Le développement apparemment sans limite des marchés de capitaux et la financiarisation du monde réel s'en sont suivis.

La gestion indicielle passive. Ainsi par exemple, à partir de 1989, toutes les mesures de performance existantes des portefeuilles gérés par des professionnels, sédimentées dans les progiciels industriels produisant des compte-rendus de gestion, ont été comprises comme des développements particuliers des contenus formels du noyau[14]. L'appréciation de la valeur ajoutée de la gestion de l'épargne mondiale repose ainsi sur la transposition opérationnelle de ce concept compact dans les conseils d'administration des organismes de retraite ou des fonds d'investissement.

Or l'utilisation du noyau à l'intérieur d'une martingale appropriée conduit à considérer que l'espérance de toute surperformance de toute gestion active contre un indice de marché convenablement choisi est comme nulle. La gestion active est ainsi transformée en jeu équitable par l'usage massif de martingales. En effet, en utilisant le portefeuille Log-optimal à la manière d'un numéraire (*benchmark*) sur les marchés de capitaux, et en écrivant l'équation d'évaluation du noyau avec des rentabilités de portefeuilles gérés, on vérifie aisément que l'on donne une forme extrêmement simple mais aussi extrêmement contraignante sur la rentabilité espérée R de toute gestion professionnelle :

$$0 = \mathbb{E}_t[R^*_{t+1}] \tag{5.11}$$

14. L'article qui ouvre cette voie d'analyse de performance est celui de Grindblatt et Titman [1989]. Une première synthèse de cette méthodologie a été faite par Chen et Knez [1996].

Cette équation exprime que l'espérance de la rentabilité excédentaire déflatée par celle du portefeuille Log-optimal est nulle. D'où le développement démesuré de la gestion indicielle, alors même que d'une part les investisseurs finaux cherchent de moins en moins des performances relatives par rapport à un indice, et davantage des performances absolues par rapport au marché monétaire, et que d'autre part les gestions non classiques (*hedge funds*, multigestion, choix de titres ou choix de gérants) se développent à l'encontre du paradigme de l'indexation.

Les normes comptables internationales. Le référentiel des normes comptables internationales IFRS (*International Financial Reporting Standards*) est sous-tendu par la doctrine américaine de l'évaluation généralisée par le marché pour l'obtention de la juste valeur (*Full Fair Market Value*). Cette doctrine trouve son fondement dans l'idée que l'absence d'arbitrage dans un marché complet permet de donner un juste prix à tout actif. Les innombrables difficultés techniques rencontrées par les professionnels des banques ou des compagnies d'assurance dans l'application pratique de la norme IAS 39 (*International Accounting Standards*) n'ont, jusqu'à présent, toujours pas découragé les promoteurs de ces normes et de ces méthodes.

L'affirmation de la polyvalence de ces normes peut laisser les spécialistes perplexes : en effet, une conceptualisation des marchés comme complets, arbitrés et optimaux au sens de Pareto – hypothèse sur laquelle est fondée la validité de l'évaluation par noyau ou par martingale dans le cas de l'évaluation des actifs financiers – ne s'accorde pas avec des analyses théoriques et empiriques développées depuis une dizaine d'années, comme par exemple celles des défaillances de coordination sur les équilibres à anticipations rationnelles, ou celles des limites discontinues de trajectoires pour les processus de Lévy.

Malgré la crise financière de 2007-2008, on constate qu'aujourd'hui encore, rien ne semble pouvoir résister à l'apparente universalité du concept de noyau de l'évaluation et sa stupéfiante pénétration dans la finance professionnelle par le biais des martingales. Tout se passe comme si l'expérience collective des finances au XX^{e} siècle était passée par un triple mouvement (empirique, théorique, et institutionnel) d'ajustement à une forme mathématique particulière dont les hypothèses sont finalement relativement simples, voire trop simples pour le monde financier réel. Il y a là comme une action collective normative pour les pratiques professionnelles, et qui semble s'inscrire dans la longue durée comme un processus séculaire.

Il est donc pertinent de se demander si ce mouvement ne constituerait pas un axe structurant l'évolution historique de la théorie de la finance tout au long du XX^{e} siècle, caractérisé par un cheminement de la réflexion financière vers le noyau de l'évaluation par le marché dont la trace probabiliste est une martingale avec la probabilité Q. Si bien qu'on peut alors concevoir que cette conception unifiante du fonctionnement des marchés financiers issue de la théorie néo-classique ne relèverait finalement que de l'idée keynésienne de convention,

cela pour autant que le concept mathématique de Q-martingale fût lui-même considéré comme une convention. Le terme, tel que John Maynard Keynes l'a employé dans sa *Théorie générale*, appellerait dès lors un qualificatif qui devrait souligner la nature probabiliste de l'approche des phénomènes en question et l'importance de sa formalisation probabiliste. De là l'expression proposée de « convention stochastique » :

> « Dans la pratique, nous sommes tacitement convenus, en règle générale, d'avoir recours à une méthode qui repose à vrai dire sur une pure convention. Cette convention consiste essentiellement [...] dans l'hypothèse que l'état actuel des affaires continuera indéfiniment à moins qu'on ait des raisons définies d'attendre un changement. [...] Dans la pratique, nous supposons, en vertu d'une véritable convention, que l'évaluation actuelle du marché, de quelque façon qu'elle ait été formée, est la seule correcte, eu égard à la connaissance actuelle des faits qui influeront sur le rendement de l'investissement, et que ladite évaluation variera seulement dans la mesure où cette connaissance sera modifiée. [...] La méthode conventionnelle de calcul indiquée ci-dessus est compatible avec un haut degré de continuité et de stabilité dans les affaires, *tant que l'on peut compter sur le maintien de la convention*[15]. »

La convention keynésienne installe donc la condition de possibilité de l'échange économique construit dans l'expérience des agents, expérience solidifiée dans les institutions et dans les calculs. La focalisation des transactions financières sur cette la norme IAS 39 n'apparaîtra alors que comme un épisode de l'histoire des finances et de leurs calculs.

5.5 Annexe au chapitre 5

Voici une présentation plus systématique des notions utilisées dans ce chapitre. Il s'agit ici de rattacher des notions délicates de la finance mathématique à des intuitions concrètes en indiquant les références bibliographiques où le lecteur pourra trouver les développements supplémentaires.

5.5.1 Efficacité informationnelle et arbitrage

La notion de réplique. Commençons par introduire la notion de *réplique* d'un actif financier quelconque. On considère un actif financier qui procure en date T un flux de trésorerie X_T qui dépend de l'état du monde ω à cette date, noté $X_T(\omega)$. Dire que l'actif financier X est réplicable revient à dire que l'on peut trouver (ou construire) un portefeuille θ tel que, à cette date T, la valeur V_T du portefeuille soit exactement égale à celle de X_T dans tous les états ω du monde. Si le portefeuille θ réplique exactement les flux de l'actif X, il est appelé pour cette raison le portefeuille *réplique* de X. Cette notion de

15. Keynes [1969, p. 167-8].

réplique, en tant qu'elle permet d'obtenir la *valeur* de l'actif X, est à la base de toutes les opérations d'arbitrage : on construit une réplique d'un actif au moyen d'autres actifs, puis on compare les valeurs obtenues correspondantes. Si elles sont différentes, il existe un arbitrage à mettre en place.

Du point de vue informationnel, cette différence de valeur entre l'actif réel et l'actif construit par réplique, indique que « quelque chose » relatif à l'évaluation correcte des actifs n'est pas (encore) passé dans les cours : la notion d'efficacité informationnelle est donc directement sous-jacente à celle d'arbitrage.

Plus précisément, si le marché est efficace au sens informationnel, alors l'arbitrage devient possible. Réciproquement, si le marché n'est pas efficace au sens informationnel, alors l'arbitrage peut ne pas aboutir et conduire à des positions perdantes. La réplique des actifs est l'outil de détection et de mise en place des arbitrages.

Construction de la réplique. Passons maintenant à la construction d'une réplique. Pour cela, on considèrera un exemple très simple dans lequel le marché est composé de deux actifs : une action et un actif non risqué, de type bon du Trésor, produisant un taux monétaire. Les opérateurs de marché font deux scénarios sur l'état du monde futur en date T : pessimiste (ω_1) et optimiste (ω_2). La probabilité de survenance des états est $P(\omega_1) = p_b = 1 - p_h$ et $P(\omega_2) = p_h$. On cherche à évaluer un actif quelconque X dont le cours à la date T selon le scénario retenu est noté $X_T(\omega)$. Dans le scénario pessimiste (baissier), on notera $S_T(\omega_1) = S_b$ le cours de l'action. Dans le scénario optimiste (haussier), on notera $S_T(\omega_2) = S_h$ le cours de l'action. De la même manière, l'actif X prend les valeurs $X_T(\omega_1) = X_b$ et $X_T(\omega_2) = X_h$ en date T selon les scénarios. Le prix en date $t = 0$ de l'action est S_0. Le taux du marché monétaire entre les dates $t = 0$ et $t = T$ est noté r. Le tableau ci-dessous résume la situation.

$t = 0$		$\omega_1 = b$	$\omega_2 = h$
1	marché monétaire	$1 + r$	$1 + r$
S_0	prix de l'actif S	S_b	S_h
X_0	prix de l'actif X	X_b	X_h
	probabilité P	$1 - p_h$	p_h

On cherche à construire un portefeuille qui réplique les flux de X en combinant l'action S et le marché monétaire : une allocation d'actifs θ entre marché monétaire et action. Soit $\theta = \{\theta_0,\theta_1\}$ cette allocation d'actifs. On investit θ_0 euros au marché monétaire et l'on achète θ_1 titres. En date $t = 0$, la valeur V_0 de ce portefeuille est

$$V_0 = \theta_0 + \theta_1 S_0$$

En date $t = T$, la valeur de ce portefeuille est

$$V_T(\omega) = \theta_0(1 + r) + \theta_1 S_T(\omega)$$

Soit dans les deux scénarios

$$\begin{cases} V_b = \theta_0(1+r) + \theta_1 S_b \\ V_h = \theta_0(1+r) + \theta_1 S_h \end{cases}$$

et il s'agit donc de déterminer les valeurs de θ_0 et θ_1. Comme l'on veut que les flux du portefeuille répliquent exactement ceux de l'actif X, il faut donc que $V_b = X_b$ et $V_h = X_h$, soit

$$\begin{cases} \theta_0(1+r) + \theta_1 S_b = X_b \\ \theta_0(1+r) + \theta_1 S_h = X_h \end{cases}$$

La résolution de ce système de deux équations à deux inconnues s'effectue sans difficulté particulière, et donne comme solutions

$$\theta_0 = \frac{1}{1+r} \frac{X_b S_h - X_h S_b}{S_h - S_b} \tag{5.12}$$

et

$$\theta_1 = \frac{X_h - X_b}{S_h - S_b} \tag{5.13}$$

On a donc trouvé une réplique $\theta = \{\theta_0,\theta_1\}$ de l'actif X.

Emergence d'une quantité associée à la réplique. Nous allons maintenant exprimer la valeur du portefeuille en date $t = 0$, et faire apparaître que cette valeur peut se comprendre comme une espérance mathématique calculée avec une nouvelle probabilité.

En date $t = 0$, cette réplique $\theta = \{\theta_0,\theta_1\}$ a pour valeur $V_0(\theta) = \theta_0 + \theta_1 S_0$, soit en remplaçant θ_0 et θ_1 par leur valeur

$$\begin{aligned} V_0 &= \frac{1}{1+r}\left(\frac{X_b S_h - X_h S_b}{S_h - S_b} + \frac{(1+r)(X_h - X_b)}{S_h - S_b} S_0\right) \\ &= \frac{1}{1+r}\left(X_b \frac{S_h - S_0(1+r)}{S_h - S_b} + X_h \frac{S_0(1+r) - S_b}{S_h - S_b}\right) \end{aligned}$$

Posons

$$\pi_h = \frac{S_0(1+r) - S_b}{S_h - S_b}$$

il vient que

$$1 - \pi_h = 1 - \frac{S_0(1+r) - S_b}{S_h - S_b} = \frac{S_h - S_0(1+r)}{S_h - S_b} = \pi_b$$

et l'on peut donc écrire que

$$V_0 = \frac{1}{1+r}(X_b \pi_b + X_h \pi_h)$$

Ce qui donne la valeur de l'actif X en date $t = 0$, puisque $V_t(\omega) = X_t(\omega)$ pour $t = 0,T$. On a donc

$$X_0 = \frac{1}{1+r}(X_b\pi_b + X_h\pi_h) \tag{5.14}$$

On va à présent examiner à quelle condition l'on peut interpréter π comme une probabilité. Pour cela, il faut et il suffit que l'on ait $\pi_h \in [0,1]$.

D'après la définition de π_h, il vient que, si $S_b \leq S_0(1+r) \leq S_h$, alors $\pi_h \in [0,1]$. Que représente financièrement cette condition?

1. Supposons que $S_0(1+r) < S_b < S_h$, soit $S_0(1+r) < S_T(\omega)$. Cela veut dire que, quel que soit l'état du monde ω en date T, le cours de l'action S_T est supérieur au résultat d'un placement de S_0 au marché monétaire. Il n'y a alors aucun risque à emprunter S_0 euros au marché monétaire et à acheter l'action.

   L'allocation d'actifs serait donc $\theta_0 = -S_0$ et $\theta_1 = +1$.

   (a) En date $t = 0$, le portefeuille vaut $V_0 = -S_0 + S_0 = 0$: pas d'investissement à faire, ou encore, investissement autofinancé.

   (b) En date $t = T$, le portefeuille vaut $V_T(\omega) = -S_0(1+r) + S_T(\omega)$. Comme $S_0(1+r) < S_T(\omega)$, on peut donc affirmer que $V_T(\omega) > 0$.

   On vient de réaliser une opération à gain positif sans risque, ou encore un *arbitrage*. Dans ce cas, $S_0(1+r) - S_b < 0$, et donc $\pi_h < 0$.

2. Supposons que $S_b < S_h < S_0(1+r)$, soit $S_T(\omega) < S_0(1+r)$. Cela veut dire que, quel que soit l'état du monde ω en date T, le cours de l'action S_T est inférieur au résultat d'un placement de S_0 au marché monétaire. Il n'y a alors aucun risque à vendre l'action à découvert au cours S_0 et à prêter S_0 euros au marché monétaire. Puis, en date T, racheter l'action et recevoir l'intérêt du prêt.

   L'allocation d'actifs serait donc $\theta_0 = S_0$ et $\theta_1 = -1$.

   (a) En date $t = 0$, le portefeuille vaut $V_0 = S_0 - S_0 = 0$: pas d'investissement à faire, ou encore, investissement autofinancé.

   (b) En date $t = T$, le portefeuille vaut $V_T(\omega) = S_0(1+r) - S_T(\omega)$. Comme $S_T(\omega) < S_0(1+r)$, on peut donc affirmer que $V_T(\omega) > 0$.

   On vient à nouveau de réaliser un arbitrage. Dans ce cas, $S_0(1+r) - S_b > S_h - S_b$, et donc $\pi_h > 1$.

Le point commun de ces deux situations est le suivant : en date $t = 0$, on a $V_0 = 0$, et en date T, $V_T \geq 0$. Ces deux conditions caractérisent une opération d'arbitrage. Dans ces deux cas, où un arbitrage est possible, où donc le marché n'est pas encore arbitré, $\pi \notin [0,1]$.

Dans la condition $S_b \leq S_0(1+r) \leq S_h$, on voit que, au contraire des deux cas précédents, il n'est pas possible de mettre en place une telle opération d'arbitrage. En réalité, dans cette situation, *le marché a déjà été arbitré*. On dit alors qu'il n'y a plus d'arbitrage possible, et cette condition est appelée condition de non-existence d'arbitrage (*absence of opportunity of arbitrage* : AOA). Dans ce cas, $\pi_h \in [0,1]$ et peut être interprété comme une probabilité.

En particulier, si $S_0(1+r) = S_b$, l'état « bas » des scénarios est touché, et $\pi_h = 0$. À l'inverse, si $S_0(1+r) = S_h$, l'état « haut » des scénarios est touché, et $\pi_h = 1$ (certitude). On peut donc comprendre intuitivement π_h comme la probabilité *subjective* d'atteindre l'état « haut » des scénarios. Quand $\pi_h = 0$, il n'y a « aucune chance » (puisqu'on se trouve dans l'état « bas ») d'atteindre l'état haut. Quand $\pi_h = 1$, il y a « 100 % de chance » d'atteindre l'état haut (où l'on se trouve).

Cette probabilité π_h traduit donc une sorte d'état d'esprit des agents devant les deux scénarios. En cela, elle est effectivement « subjective ». On peut donc compléter le tableau initial par les valeurs de cette probabilité, que l'on note $Q : Q(\omega_1) = \pi_b = 1 - \pi_h$, et $Q(\omega_2) = \pi_h$. Par rapport à la probabilité P, dite « la plus vraisemblable », ou encore « historique » (si l'on décide de l'estimer par la statistique), ou « objective » (non liée aux anticipations des agents), la probabilité Q correspond à « ce que les agents ont à l'esprit » au moment où l'équilibre se forme : c'est, d'une certaine manière, la probabilité « du marché », et ceci nonobstant les valeurs théoriques de P.

Nous allons préciser cette idée en observant que l'équation (5.14) s'écrit

$$X_0 = \frac{1}{1+r}\ (X_T(\omega_1)Q(\omega_1) + X_T(\omega_2)Q(\omega_2))$$

qui représente l'espérance mathématique des valeurs possibles que peut prendre l'actif X en date T, calculée au moyen de la probabilité Q. Soit

$$X_0 = \frac{1}{1+r}\,\mathbb{E}_Q[X_T] \tag{5.15}$$

La notation $\mathbb{E}_Q$ signifie que l'espérance est calculée avec la probabilité Q. On voit que le prix de l'actif X en date $t = 0$ s'écrit avec cette probabilité comme la valeur actuelle au taux sans risque de son espérance en date T. Cette relation est aussi vérifiée pour l'actif risqué. En effet, d'après la définition de π_h, que l'on rappelle

$$\pi_h = \frac{S_0(1+r) - S_b}{S_h - S_b}$$

on a

$$S_0(1+r) = \pi_h S_h + (1-\pi_h)S_b$$

soit

$$S_0 = \frac{1}{1+r}\,(S_T(\omega_1)Q(\omega_1) + S_T(\omega_2)Q(\omega_2))$$

et donc

$$S_0 = \frac{1}{1+r}\,\mathbb{E}_Q(S_T) \tag{5.16}$$

On voit que le prix de l'action en date $t = 0$ est la valeur actuelle au taux sans risque de son espérance avec Q en date T.

Nous allons maintenant interpréter cette probabilité de manière comportementale. La relation $X_0(1+r) = \mathbb{E}_Q[X_T]$ exprime une égalité entre, d'une part,

une valeur certaine, et, d'autre part, une espérance mathématique de variable aléatoire : il y a donc *indifférence* entre l'une et l'autre perspectives. Autrement dit, la probabilité Q est celle dont les valeurs permettent d'obtenir une indifférence entre une issue certaine et l'espérance mathématique d'une perspective risquée. On dit que Q est une probabilité s'apparentant à celle d'individus qui seraient donc indifférents à la prise de risque. Elle est appelée pour cette raison *risk neutral probability*.

Illustrons les développements précédents par une application numérique. En date $t = 0$, une action A cote $S_0 = 150$ euros. Le taux du marché monétaire est de $r = 2$ %. L'équilibre informationnel du marché écrit dans le monde réel en utilisant la probabilité P donne comme équation d'évaluation de l'actif la relation suivante

$$150 = \frac{\mathbf{140} \times 0{,}50 + \mathbf{200} \times 0{,}50}{1 + 0{,}1333}$$

soit une prime de risque de $13{,}33 - 2 = 11{,}33$ %. L'écriture de cet équilibre informationnel dans le monde dual de la probabilité subjective Q conduit à l'équation d'évaluation

$$150 = \frac{\mathbf{140} \times 0{,}78 + \mathbf{200} \times 0{,}22}{1 + 0{,}02}$$

Les valeurs de la probabilité Q sont $Q(\omega_1) = 0{,}78$ et $Q(\omega_2) = 0{,}22$: l'état défavorable est surpondéré par les agents. L'équilibre du marché (le système de prix cotés) exprimant une surpondération de l'état défavorable, tout se passe comme si les agents anticipaient plutôt une baisse de la bourse, par rapport à la probabilité la plus vraisemblable 50/50. On voit que la prime de risque disparaît dans le monde dual de la probabilité subjective.

En résumé, on peut écrire l'équivalence suivante :

$$\textit{Portefeuille réplique} \rightleftharpoons \textit{probabilité } Q$$

5.5.2 L'unicité de la probabilité Q après arbitrage

Dans l'exemple précédent, on pourrait supposer que cette probabilité Q dépend de l'actif risqué considéré (notons-le A, et donc Q_A), et qu'il y aurait donc autant de probabilités subjectives que d'actifs. Dans ce cas, cette probabilité Q_A aurait finalement assez peu d'intérêt pour l'évaluation puisqu'il serait nécessaire d'en déterminer les valeurs pour chacun des actifs. Si, en revanche, elle peut être utilisée identiquement pour tous les titres du marché, alors on justifie son usage dans la pratique de l'évaluation. On va montrer, à partir de l'exemple précédent, que c'est le cas si le marché est arbitré.

Supposons que, sur le même marché, un autre actif B prenne équiprobablement comme valeurs 50 ou 120 euros en date $t = 1$, cotant 66 euros en date $t = 0$. La même démarche que précédemment conduit aux équations d'équilibre

$$66 = \frac{\mathbf{50} \times 0{,}50 + \mathbf{120} \times 0{,}50}{1 + 0{,}2879}$$

soit une prime de risque de $28{,}79 - 2 = 26{,}79$ %, et

$$66 = \frac{\mathbf{50} \times 0{,}75 + \mathbf{120} \times 0{,}25}{1 + 0{,}02}$$

c'est-à-dire $Q_B(\omega_1) = 0{,}75$: l'état défavorable est surpondéré par les agents, mais moins qu'avec la probabilité Q_A. Apparemment, les deux probabilités subjectives sont différentes, ce qui semble indiquer qu'il y aurait autant de probabilités Q_j que d'actifs j.

$t=0$		$\omega_1 = b$	$\omega_2 = h$
1	marché monétaire	1,02	1,02
150	prix de l'actif A	140	200
66	prix de l'actif B	50	120
	probabilité P	0,50	0,50
	probabilité Q_A	0,78	0,22
	probabilité Q_B	0,75	0,25

Pourtant, l'on va montrer que cette situation de marché représente un état dans lequel toute l'information disponible n'a pas été intégrée dans *les* cours, et ceci *simultanément* sur tous les cours : c'est un marché non arbitré. En d'autres termes, le système de prix (150,66) n'est pas stable : le marché n'est pas à l'équilibre informationnel.

En général, on vérifie que le marché est arbitré en examinant les possibilités d'obtenir le taux sans risque (marché monétaire) à partir d'une combinaison d'actifs risqués. Pour cela, on cherche θ_A et θ_B tels que

$$\begin{bmatrix} 140 & 50 \\ 200 & 120 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

ce qui donne comme solution

$$\begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 140 & 50 \\ 200 & 120 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}01029 \\ -0{,}00882 \end{bmatrix}$$

soit la valeur en date $t = 0$ d'un actif qui produit 1 euro quelle que soit la situation en date $t = 1$

$$V_0 = \begin{bmatrix} 0{,}01029 & -0{,}00882 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 150 \\ 66 \end{bmatrix} = 0{,}96$$

Autrement dit, avec le portefeuille θ (la combinaison linéaire θ), on a pu obtenir de manière *certaine* la valeur 1 en date $t = 1$, c'est-à-dire le taux de rentabilité *certain*, ou encore taux *sans risque* dont la valeur est $1/0{,}96 - 1 = 3{,}98$ %. Comme le taux du marché monétaire coté est $r = 2$ %, on voit qu'il est possible de réaliser un gain immédiat en empruntant au monétaire la valeur du portefeuille θ et en vendant le portefeuille à découvert.

On a détaillé une telle opération pour une ligne d'environ 100 000 euros. Elle s'effectue en deux temps.

1. Mise en place de l'arbitrage en date $t = 0$.

   Marché boursier. Achat de 1 029 actions A au prix coté de 150 euros, et simultanément vente de 882 actions B au prix coté de 66 euros.
   Soit un mouvement de trésorerie de $-1\,029 \times 150 + 882 \times 66 = -96\,138$ euros.

   Marché monétaire. Emprunt de 96 138 euros au taux de 2 %.

2. Débouclement de l'arbitrage en date $t = 1$.

   Marché boursier. Vente de 1029 actions A et simultanément rachat de 882 actions B au prix qu'elle cotent en date $t = 1$. *Quel que soit l'état du marché*, le mouvement de trésorerie est de +100 000 euros.

   Marché monétaire. Remboursement de 96 138 euros au taux de 2 %, soit 98 061 euros. Le gain réalisé (sans prise de risque) est de $100\,000 - 98\,061 = 1\,939$ euros.

L'achat de 1 029 actions A sur le marché va avoir pour effet d'exercer une pression à la hausse sur le prix, tandis que la vente de 882 actions B aura l'effet inverse. Imaginons que les nouveaux prix d'équilibre se fixent à 151,25 euros, et 65,75 euros. Le taux monétaire implicite qui résulterait de ce nouvel équilibre serait de 2,37 %. Le marché n'est toujours pas arbitré. Quel serait le bon niveau des prix d'équilibre?

En se rappelant que

$$1\,029\,A_1 - 882\,B_1 = 100\,000$$

Quel que soit l'état du marché en date $t = 1$, on devrait donc avoir

$$1\,029\,A_0 - 882\,B_0 = \frac{100\,000}{1{,}02} = 98\,039{,}22$$

Comme bonne valeur en date $t = 0$. Imaginons que seul le prix de l'actif B s'ajuste. Cela peut vouloir dire que seule l'information sur la société B n'avait pas été complètement prise en compte dans l'évaluation. Dans ce cas, cet ajustement conduirait à

$$B_0 = \frac{1}{882}\,(1\,029\,A_0 - 98\,039{,}22) = 63{,}89$$

Si l'on recalcule Q_B avec ce nouveau prix, on trouve

$$63{,}89 = \frac{\mathbf{50} \times 0{,}78 + \mathbf{120} \times 0{,}22}{1 + 0{,}02}$$

D'où

$$Q_B(\omega_1) = 0{,}78 = Q_A(\omega_1)$$

Autrement dit, lorsque le marché est arbitré, $Q_A = Q_B = Q$. On pourrait étendre ce raisonnement à tous les actifs du marché. Ce qui permet de dire que, dans un marché arbitré, la probabilité Q est unique.

$t=0$		$\omega_1 = b$	$\omega_2 = h$
1	marché monétaire	1,02	1,02
150,00	prix de l'actif A	140	200
63,89	prix de l'actif B	50	120
	probabilité P	0,50	0,50
	probabilité Q	0,78	0,22
1,30	opérateur $L = Q/P$	1,57	0,43

Le couple de prix (150;63,89) représente les justes valeurs des deux actifs A et B, dans le sens où, selon les principes de la norme IAS 39, toute l'information disponible et pertinente a bien été incorporée dans l'évaluation de A et de B.

5.5.3 Noyau de l'évaluation et martingales

Les trois formulations de l'efficacité informationnelle. Notons de manière générale S_t^j le prix d'un actif j en date t, μ_j son taux de rendement sur la période et r le taux monétaire sur cette période. Le prix d'une action dans un marché arbitré est en général compris comme la valeur actuelle du prix de sortie (de revente) en date $t = 1$, calculée avec un taux d'actualisation incluant une prime de risque, de la forme

$$S_0^j = \frac{1}{1+\mu_j}\,\mathbb{E}_0^P[S_1^j] \tag{5.17}$$

En général, $\mu_j = r + \mathbb{E}[\pi_j]$ où $\mathbb{E}(\pi_j)$ est la prime de risque espérée de l'action j. Par exemple, dans le CAPM, on a $\mathbb{E}[\pi_j] = \beta_j\,(\mathbb{E}[R_M] - r) = \lambda_M\ \mathrm{cov}(R_j, R_M)$. La prime de risque espérée $\mathbb{E}[\pi_j]$ est l'ingrédient crucial pour le calcul de la valeur de S_0^j. Dans l'espace dual des agents indifférents à la prise de risque, cette prime de risque disparaît du taux d'actualisation pour figurer dans les valeurs de la probabilité Q. La déformation psychologique a pour effet d'aplatir la courbe des taux et de rendre donc « plat » l'espace du prix de l'argent et l'équation d'évaluation est

$$S_0^j = \frac{1}{1+r}\,\mathbb{E}_0^Q[S_1^j] \tag{5.18}$$

En résumé, on peut écrire les deux formes de l'équilibre du marché avec efficacité informationnelle, selon que l'on se place dans le monde reél de la probabilité

P ou dans le monde dual de la probabilité Q. On a

$$S_0^j = \frac{1}{1+\mu_j}\,\mathbb{E}_0^P[S_1^j] = \frac{1}{1+r}\,\mathbb{E}_0^Q[S_1^j] \tag{5.19}$$

L'écriture condensée $\mathbb{E}_0[.]$ indique que toute l'information disponible en date $t=0$ a été utilisée pour le calcul de l'espérance mathématique. On pourrait aussi écrire $\mathbb{E}[.|\Phi_0]$. On voit que l'on a calculé deux valeurs actuelles avec deux représentations différentes. Nous pouvons donc exprimer la propriété d'efficacité informationnelle d'un marché avec deux formulations différentes.

Pour passer d'une représentation à l'autre, ce qui revient à passer de la probabilité P à la probabilité Q, on introduit la variable aléatoire L définie par $L(\omega) \equiv Q(\omega)/P(\omega)$. En effet, soit X une perspective aléatoire d'espérance

$$\mathbb{E}_P[X] = \sum_{\omega\in\Omega} X(\omega)P(\omega)$$

Si l'on calcule l'espérance de LX, on trouve

$$\mathbb{E}_P[LX] = \sum_{\omega\in\Omega} L(\omega)X(\omega)P(\omega) = \sum_{\omega\in\Omega} X(\omega)Q(\omega) = \mathbb{E}_Q[X] \tag{5.20}$$

qui est l'espérance de X avec la probabilité P : l'on voit que l'on a changé de probabilité au moyen de l'opérateur L. Il vient de (5.20) que

$$\frac{1}{1+r}\,\mathbb{E}_0^Q[S_1^j] = \frac{1}{1+r}\,\mathbb{E}_0^P\left[LS_1^j\right] \tag{5.21}$$

Intuitivement, L représente une sorte de sur-pondération ou bien une sous-pondération des « scénarios » ω_1 et ω_2 qui ressort de l'extraction des anticipations des agents avant l'arbitrage (la formation du prix d'équilibre) ; et le noyau représente la valeur actuelle de cette pondération en date initiale. Le calcul des valeurs de L selon ω donne ici : $0{,}78/0{,}50 = 1{,}57$ et $0{,}22/0{,}50 = 0{,}43$ et donc pour le noyau $1{,}57/1{,}02 = 1{,}54$ et $0{,}43/1{,}02 = 0{,}42$.

La valeur de L en date $t=0$ peut être obtenue par la méthode des répliques : on peut considérer les valeurs que prend $L(\omega)$ en date $t=1$ comme les valeurs d'un portefeuille à cette date et construire une réplique de L de la même manière que précédemment. La valeur de ce portefeuille réplique en date $t=0$ est notée L_0, qui est non aléatoire. Par exemple, dans le cas d'un actif risqué et d'un actif sans risque, si l'on veut que les flux du portefeuille répliquent exactement ceux de L, soit $V_b = L_b$ et $V_h = L_h$, cela donne le système vu au début dont les solutions (5.12) et (5.13) sont identiques en remplaçant X par L. En date $t=0$, le portefeuille réplique a pour valeur $L_0 = \theta_0 + \theta_1 S_0$. L'application numérique donne $L_0 = 1{,}30$.

Nous pouvons introduire une troisième formulation, plus condensée, de l'efficacité informationnelle. Pour cela, posons $\alpha = \frac{L}{1+r}$. On appelle α le noyau d'évaluation (*pricing kernel*) du marché, ou « déflateur ». Il vient l'écriture générale

$$S_0^j = \mathbb{E}_0^P\left[\alpha\, S_1^j\right] \tag{5.22}$$

Le noyau de l'évaluation relie les flux futurs au prix présent S_0^j : sa valeur dépend donc des préférences intertemporelles des agents, des possibilités de consommation future, et des apports futurs éventuels de fonds. Il peut aussi être exprimé en fonction d'autres variables ($\alpha \equiv \alpha(x)$) telles que la rentabilité globale du marché ou le taux de croissance de la consommation. On montre que, si le marché est arbitré, alors ce noyau est unique.

Les valeurs espérées de L et du noyau s'obtiennent aisément. Pour l'opérateur L, le calcul est immédiat :

$$\mathbb{E}_P(L) = \sum_{\omega\in\Omega} L(\omega)P(\omega) = \sum_{\omega\in\Omega} Q(\omega) = 1 \tag{5.23}$$

d'où

$$\mathbb{E}_P[\alpha] = \frac{1}{1+r} \tag{5.24}$$

qui signifie que l'espérance de la valeur du noyau d'évaluation du marché est le facteur d'actualisation au taux sans risque. On peut retrouver cette valeur en considérant un taux d'intérêt sans risque, par exemple procuré par un titre du marché monétaire, comme un bon du Trésor B. D'où $r = (B_1 - B_0)/B_0$ est le taux sans risque entre les dates 0 et 1. Il résulte de l'équation (5.22) que $B_0 = \mathbb{E}[\alpha\, B_1]$ soit $1 = \mathbb{E}[\alpha(1+r)]$ ce qui donne le résultat.

L'équation (5.22) conduit aussi à

$$S_0^j = \mathbb{E}_0^P[\alpha]\,\mathbb{E}_0^P[S_1^j] + \mathrm{cov}(\alpha,S_1^j)$$

soit

$$S_0^j = \frac{\mathbb{E}_0^P[S_1^j] + \mathrm{cov}(\alpha(1+r),S_1^j)}{1+r} = \frac{\mathbb{E}_0^P[S_1^j] + \mathrm{cov}(L,S_1^j)}{1+r}$$

En rapprochant cette dernière expression de (5.18), on obtient l'égalité

$$\mathbb{E}_0^Q[S_1^j] = \mathbb{E}_0^P[S_1^j] + \mathrm{cov}(L,S_1^j) \tag{5.25}$$

Cette expression représente l'équivalent certain de l'espérance conditionnelle du cours S_1^j.

Il y a donc plusieurs manières de calculer en date $t = 0$ la valeur actuelle S_0^j d'un actif j. On peut dire que la forme de l'efficacité informationnelle est celle qui lui est donnée par la spécification du modèle retenu par les opérateurs de marché, ou bien encore que le modèle mathématique de caractérisation de la rentabilité espérée est la *cause formelle* de l'efficacité informationnelle du marché.

Le noyau de l'évaluation et la relation bêta généralisée. Dans la finance des années 1960, le modèle linéaire des rentabilités (ou modèle en bêta) est devenu le fondement de l'évaluation des actifs financiers. L'approche par le noyau généralise cette perspective, en permettant de retrouver des relations linéaires et des coefficients bêtas sur les rentabilités des actifs, mais non plus

définition classique	$S_0^j = \frac{1}{1+\mu_j}\,\mathbb{E}_0^P[S_1^j]$	années 1970
probabilité subjective	$S_0^j = \frac{1}{1+r}\,\mathbb{E}_0^Q[S_1^j]$	années 1980
noyau d'évaluation	$S_0^j = \mathbb{E}_0^P\left[\alpha\, S_1^j\right]$	années 1990

TAB. 5.2 – *Les formes successives de l'efficacité informationnelle.*

reliés au portefeuille de marché de Sharpe, mais au portefeuille Log-optimal ou à la densité des prix d'états.

Faisons apparaître à partir de (5.25) la rentabilité R_j de tout actif j en divisant les deux membres de l'équation par S_0^j :

$$\mathbb{E}_0^Q\left[\frac{S_1^j}{S_0^j}\right] = \mathbb{E}_0^P\left[\frac{S_1^j}{S_0^j}\right] + \operatorname{cov}\left(L, \frac{S_1^j}{S_0^j}\right)$$

Introduisons les taux de rentabilité des différents titres j, que l'on note R_j sur la période [0,1]. On a

$$\mathbb{E}_0^Q[1+R_j] = \mathbb{E}_0^P[1+R_j] + \operatorname{cov}(L,R_j)$$

ce qui donne

$$\mathbb{E}_0^P[R_j] - r = -\operatorname{cov}(L,R_j) = -(1+r)\operatorname{cov}(\alpha,R_j) \tag{5.26}$$

Cette équation signifie que, dans un marché efficace au sens informationnel et arbitré, la prime de risque espérée de tout actif j est fonction de la covariance entre la rentabilité de cet actif et le noyau d'évaluation du marché (la densité des prix d'état). Cette relation fait apparaître la propriété bien connue selon laquelle seul le risque systématique est rémunéré par le marché, le risque systématique étant ici appréhendé par le noyau d'évaluation (ou la densité L).

Nous nous plaçons maintenant dans l'espace de la probabilité P et, pour simplifier les notations, l'indexation par P est supprimée. Considérons alors la densité L comme un actif et déterminons-en une réplique θ_L. La rentabilité de ce portefeuille θ_L est $R_L = (L_1 - L_0)/L_0$. Remplaçons dans l'équation (5.26) le terme L_1 par sa valeur $L_0(1+R_L)$: cela donne

$$\mathbb{E}[R_j] - r = -\operatorname{cov}(R_j, L_0(1+R_L)) = -L_0 \operatorname{cov}(R_j,R_L)$$

relation qui est vraie pour le portefeuille θ_L lui-même :

$$\mathbb{E}[R_L] - r = -L_0 \operatorname{var} R_L$$

d'où la valeur de $L_0 = \frac{\mathbb{E}[R_L]-r}{-\operatorname{var} R_L}$. Ce qui donne finalement la relation entre la prime de risque espérée d'une action j avec la rentabilité du portefeuille réplique de L :

$$\mathbb{E}[R_j] - r = \frac{\operatorname{cov}(R_j,R_L)}{\operatorname{var} R_L}\,(\mathbb{E}[R_L] - r)$$

Introduisons alors le « bêta » de l'action j par rapport au portefeuille L comme la quantité $\operatorname{cov}(R_j,R_L)/\operatorname{var} R_L$, que l'on note β_j^L. Il vient la relation

$$\mathbb{E}[R_j] - r = \beta_j^L(\mathbb{E}[R_L] - r) \tag{5.27}$$

qui signifie que la prime de risque de l'action j est proportionnelle à la prime de risque du portefeuille réplique de L, via le coefficient de proportionnalité bêta : la prime de risque d'une action est proportionnelle à son bêta en regard de la densité L. Ce résultat *ressemble* à la relation du CAPM, si ce n'est que, dans ce cas, le portefeuille θ_L est une réplique de la densité L, et non le portefeuille de marché.

Identification du noyau par le portefeuille Log-optimal. Le noyau étant un facteur d'actualisation qui est unique pour tous les titres du marché lorsque le marché est arbitré, il s'agit donc de déterminer ce taux d'actualisation unique. Dans les équations classiques d'évaluation à base du coefficient bêta du CAPM, le taux d'actualisation unique retenu pour tous les titres était le taux du portefeuille du marché, car ce portefeuille était supposé être le portefeuille optimal tangent de Markowitz-Tobin. Dans le cas du noyau, il s'agit également de trouver dans le marché un portefeuille de référence dont le taux de rentabilité puisse être utilisé comme base d'évaluation des titres dont il se compose.

À la différence d'un portefeuille optimal en moyenne-variance (ou portefeuille MV-optimal), on cherche ici un portefeuille qui soit optimal par rapport à une fonction d'utilité donnée notée u, et qu'on appelle pour cette raison un portefeuille u-optimal. On voit que le point commun de la démarche, dans les deux cas, est l'utilisation d'un portefeuille optimal pour toute évaluation de titres. Dans les années 1960, le portefeuille optimal retenu était celui du CAPM de Sharpe ; dans les années 1980, c'est celui du CAPM avec prise en compte de la consommation, ou CCAPM de Lucas.

Pour identifier concrètement le noyau sur le marché réel, on va donc utiliser l'approche de la maximisation de l'utilité espérée pour un investisseur donné. L'utilité en date $t = 1$ d'une richesse aléatoire de valeur V_1 (comme la valeur liquidative d'un portefeuille d'actifs) pour l'investisseur est $u(V_1(\omega),\omega)$. L'investisseur va chercher à maximiser son utilité espérée en date $t = 1$ notée $\mathbb{E}[u(V_1)]$ en fonction du montant initial ν investi sur le marché en date $t = 0$. Le problème à résoudre est donc un problème de maximisation du type

$$\begin{cases} \max\limits_{\theta\in\Theta} \mathbb{E}[u(V_1)] \\ \text{s.c.} \\ V_0 = \nu \end{cases} \tag{5.28}$$

Un portefeuille sera optimal par rapport à une fonction d'utilité u, ou u-optimal, s'il est obtenu par la résolution du programme d'optimisation (5.28), pour un niveau de richesse initiale ν donné.

La résolution du programme (5.28) passe par l'annulation d'un lagrangien. On obtient la forme du système d'équations

$$\mathbb{E}[u'(\tilde{V}_1)\, S_1^j] = \mathbb{E}[u'(\tilde{V}_1)](1+r)S_0^j \tag{5.29}$$

qui conduit à

$$S_0^j = \mathbb{E}\left[\frac{u'(\tilde{V}_1)}{E[u'(\tilde{V}_1)](1+r)}\, S_1^j\right] \tag{5.30}$$

En rapprochant l'équation précédente de la définition (5.22) du noyau, l'on voit que

$$\alpha = \frac{1}{1+r}\,\frac{u'(\tilde{V}_1)}{\mathbb{E}[u'(\tilde{V}_1)]} \tag{5.31}$$

On a ainsi identifié le noyau d'évaluation au moyen du portefeuille u-optimal. On vérifie que

$$\mathbb{E}[\alpha] = \frac{1}{1+r}$$

Passons maintenant à une expression plus précise du noyau, en choisissant une fonction d'utilité logarithmique de type $u(x) = \ln x$. On a $u'(x) = 1/x$, d'où $u'(\tilde{V}_1) = 1/\tilde{V}_1$. Soit R_H telle que $\tilde{V}_1 = \nu(1+R_H)$ la rentabilité du portefeuille log-optimal, utilisé comme *numéraire*. La valeur du noyau est

$$\alpha = \frac{\frac{1}{\nu(1+R_H)}}{\mathbb{E}\left[\frac{1}{\nu(1+R_H)}\right]}\,\frac{1}{1+r} = \frac{\frac{1}{1+R_H}}{\mathbb{E}\left[\frac{1}{1+R_H}\right]}\,\frac{1}{1+r}$$

Pour obtenir la valeur de $\mathbb{E}\left[\frac{1}{1+R_H}\right]$, on part de la relation (5.30) que l'on applique au portefeuille log-optimal lui-même

$$V_0 = \mathbb{E}\left[\frac{\frac{1}{1+R_H}}{\mathbb{E}\left[\frac{1}{1+R_H}\right](1+r)}\, V_0(1+R_H)\right]$$

ce qui implique que

$$\mathbb{E}\left[\frac{1}{1+R_H}\right] = \frac{1}{1+r}$$

On obtient alors la valeur recherchée du noyau

$$\alpha = \frac{1}{1+R_H} \tag{5.32}$$

Autrement dit, le noyau d'évaluation du marché représente exactement un facteur d'actualisation au taux de rentabilité du portefeuille Log-optimal. Réciproquement, l'inverse du noyau

$$H = \frac{1}{\alpha} = 1 + R_H$$

représente donc un facteur de capitalisation au taux de rentabilité du portefeuille Log-optimal.

Mise en évidence des martingales. Nous introduisons à présent les notations suivantes : $S_1' = S_1/(1+r)$ et $S_1^* = S_1/(1+R_H)$, qui représentent des cours actualisés aux taux respectifs r et R_H.

Comme $S_0' = S_0^* = S_0$, les relations (5.18) et (5.22) deviennent

$$S_0' = \mathbb{E}_0^Q[S_1'] \tag{5.33}$$
$$S_0^* = \mathbb{E}_0^P[S_1^*] \tag{5.34}$$

qui représentent, réduite à la période [0,1], une Q-martingale et une P-martingale sur les cours actualisés aux taux sans risque et au taux du portefeuille numéraire.

Moyennant la définition précise d'un espace probabilisé filtré (que l'on ne fait pas ici pour ne pas surcharger le texte), l'intuition précédente s'écrirait pour toute date t comme

$$S_t' = \mathbb{E}_t^Q[S_{t+1}'] \tag{5.35}$$
$$S_t^* = \mathbb{E}_t^P[S_{t+1}^*] \tag{5.36}$$

Un marché arbitré est un marché dans lequel il est possible d'écrire que la succession des cours actualisés suit une martingale.

Tournons-nous de nouveau vers les définitions classiques de l'efficacité informationnelle d'un marché. Dans son célèbre article de 1970, Fama définissait la propriété d'efficacité informationnelle par la formule suivante :

$$\mathbb{E}[S_1^j|\Phi] = S_0^j(1 + \mathbb{E}[R_j|\Phi]) \tag{5.37}$$

où Φ représentait l'ensemble des informations disponibles et pertinentes pour la formation des espérances $\mathbb{E}$, et où $\mathbb{E}[R_j|\Phi]$ devait être, disait Fama, obtenu par un modèle d'évaluation particulier (par exemple le CAPM). Comme la spécification de $\mathbb{E}[R_j|\Phi]$ correspond à celle de la prime de risque, on voit que le noyau représente la spécification la plus générale de la propriété d'efficacité informationnelle au sens de Fama.

Fama [1970, p. 385] avait défini la condition d'espérance nulle de surperformance par une relation du type

$$\mathbb{E}[R_j - \mathbb{E}[R_j|\Phi]|\Phi] = 0$$

qui, de fait, est toujours vérifiée par simple propriété de l'espérance mathématique, sans faire intervenir d'autre notion économique ou financière. En considérant que la différence $R_j - \mathbb{E}[R_j|\Phi]$ représente une rentabilité appelée « anormale » dans la littérature de recherche en finance, et en notant ε_j cette rentabilité anormale, on voit que la condition d'efficacité de Fama revient simplement à postuler que

$$\mathbb{E}[\varepsilon_j|\Phi] = 0 \tag{5.38}$$

c'est-à-dire que l'espérance (avec P) de la rentabilité anormale est nulle. Le tableau 5.3 résume ces notions en les plaçant en perspective.

Fama	$\mathbb{E}[\varepsilon_j\|\Phi] = 0$	années 1970
probabilité subjective	$\mathbb{E}_Q[R'_j\|\Phi] = 0$	années 1980
portefeuille numéraire	$\mathbb{E}_P[R^*_j\|\Phi] = 0$	années 1990

TAB. 5.3 – *Les formes successives de la rentabilité dite anormale.*

De la même manière que l'on peut calculer des valeurs actuelles de cours, on peut calculer des rentabilités de cours actualisés, ce qui correspond financièrement à des rentabilités déflatées, ou encore nettes du taux d'intérêt utilisé dans l'actualisation.

Dans la mesure de performance des portefeuilles, ces rentabilités nettes correspondent aussi à un calcul de rentabilité en excédent de la rentabilité retenue comme taux de référence, ce qui signifie que le calcul d'une rentabilité déflatée représente un calcul de *surperformance* d'un actif ou d'un portefeuille par rapport à la rentabilité de référence, qui est par exemple celle d'un portefeuille utilisé comme numéraire (le *benchmark*)

Il vient directement de l'équation (5.22) que

$$1 = \mathbb{E}[\alpha(1 + R_j)] \tag{5.39}$$

Cette équation d'arbitrage représente la forme de base (ou forme-mère) de l'idée d'efficacité informationnelle du marché.

Comme on a vu que le noyau représente un facteur d'actualisation aléatoire au taux de rentabilité d'un portefeuille Log-optimal noté R_H, on peut donc écrire que

$$\alpha(1 + R_j) = \frac{1 + R_j}{1 + R_H} = 1 + R^*_j$$

où la notation R^*_j représente pour les rentabilités R_j ce que la notation S^*_j représente pour les cours : une valeur actuelle ou ici une rentabilité déflatée par le taux du numéraire (*benchmark*) H. La propriété d'efficacité informationnelle d'un marché écrite dans les termes (5.39) du noyau signifie donc que

$$\mathbb{E}_P[R^*_j] = 0 \tag{5.40}$$

Cette nouvelle équation caractérise la propriété d'efficacité informationnelle d'un marché par une condition d'espérance nulle de surperformance des titres par rapport au taux de référence du portefeuille numéraire. Cette propriété s'étend naturellement des titres j aux portefeuilles θ combinaisons linéaires de ces titres. En considérant une allocation d'actifs quelconque θ parmi toutes les allocations d'actifs Θ possibles, l'efficacité informationnelle d'un marché signifie donc que, quelle que soit $\theta \in \Theta$, on a

$$\mathbf{E}_P[R^*_\theta] = 0 \tag{5.41}$$

En interprétant le portefeuille numéraire comme un *benchmark*, on peut donc exprimer la propriété d'efficacité informationnelle par une espérance nulle de surperformance de la gestion contre le *benchmark*. On retrouve alors la définition de Jensen [1978, p. 96], que l'on rappelle.

Définition 1 (Efficacité informationnelle de Jensen) *On dit qu'un marché boursier est informationnellement efficace par rapport à un ensemble d'information donné s'il est impossible de réaliser un gain à partir d'une allocation d'actifs fondée sur cet ensemble d'information.*

et dont la traduction moderne et précise est celle de Long [1990, p.30] :

Définition 2 (Efficacité informationnelle de Long) *Un marché boursier est informationnellement efficace par rapport à un ensemble d'information donné s'il existe un portefeuille numéraire tel que l'espérance de surperformance par rapport au portefeuille numéraire de toute allocation d'actifs fondée sur cet ensemble d'information soit nulle.*

Ces deux définitions représentent le fondement théorique de la gestion indicielle passive (l'indice étant le portefeuille numéraire) [16].

16. Mention à préciser pour les références à cet article : Christian Walter, « IAS 39 et la martingalisation des marchés financiers », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 97-123.

Chapitre 6

Régulation financière et opportunisme rationnel

Emmanuel Picavet

6.1 Régulation et opportunisme

La régulation d'un secteur d'activité réalise un encadrement des pratiques [1] : il s'agit d'imposer ou d'assurer un ordre, en jouant notamment sur les règles (mais aussi sur l'adoption de politiques spécifiques, sur la communication institutionnelle et sur l'aide à la formation de compromis), à un système qui connaît des évolutions spontanées ou endogènes. Elle a pour vocation, maniant des outils classiques de gouvernement mais aussi des formes moins classiques de gouvernance internationale et intersectorielle, d'offrir des assurances ou des garanties aux professionnels et aux usagers (ou clients) dans différents secteurs d'activité. En particulier, des garanties contre les mauvaises pratiques et leurs effets regrettables.

Dans la sphère financière, il semble y avoir une certaine ambiguïté dans l'engagement collectif visant ces objectifs. Par ailleurs, les doutes sont récurrents, à propos de l'aptitude réelle des instances de régulation à freiner ou à réprimer les entreprises opportunistes qui comportent, par un effet de composition ou par des mécanismes de propagation, des risques systémiques. On a vu au chapitre 4, ci-dessus, comment la compagnie d'assurance AIG a contribué à rendre possible la crise générale de crédit en assurant l'ensemble des acteurs financiers contre ce risque. Ces difficultés ne sont pas sans rapport, je pense, avec les migrations d'autorité que cautionnent des formes typiques de régu-

1. Cette présentation a bénéficié de discussions avec Christian Walter et Hubert Rodarie et d'un travail antérieur sur l'opportunisme, réalisé avec Caroline Guibet Lafaye. Elle s'inscrit dans la continuité d'analyses d'abord élaborées dans le projet DELICOM, ANR JC-JC 05 (http://epi.univ-paris1.fr/delicom).

lation prudentielle : j'essaierai, dans une démarche exploratoire, de cerner la forme que peut prendre ce lien.

La première partie du chapitre propose une caractérisation de l'opportunisme étendu aux personnes morales (institutions, organisations et sociétés commerciales) et situe cette question dans le cadre du problème de l'action collective, ici la production de normes acceptées par tous. La seconde partie s'intéresse au processus concret d'émergence sociale des normes collectives à partir des croyances des acteurs (fondées ou non, comme les méthodes de mesure des risques). On montre le rôle, pour la convergence effective de croyances éventuellement contradictoires et leur aboutissement sur des normes pratiques, des *modèles épistémiques*[2] (comme par exemple une manière particulière de penser la nature et la mesure du risque). Ceci fait apparaître l'importance des considérations cognitives (des représentations mentales) pour l'instauration sociale d'un système de normes. En conclusion, on observe qu'au cœur même de l'idée de régulation se loge donc une division de la rationalité pratique en deux modes d'action qui paraissent s'exclure mutuellement : la rationalité des règles et l'opportunisme rationnel.

6.2 L'opportunisme institutionnel

6.2.1 L'opportunisme des personnes

L'opportunisme est souvent caractérisé, pour les personnes, en termes de déviation par rapport à un plan réfléchi, ou par rapport à la conduite requise par des normes que l'on accepte. Si l'on n'était pas engagé par l'endossement de certaines normes, on ne serait pas opportuniste : il serait plus approprié d'évoquer un comportement variable ou changeant. Il s'agit d'un type de conduite dans lequel on ne s'en tient pas aux plans prévus ou acceptés : c'est ce qui fait qu'il faut aller au-delà d'une explication de l'action qui invoquerait seulement l'absence de règle ou de plan (un régime de l'action soumis simplement aux instincts, à la cupidité, etc.).

Dans la conduite opportuniste, les suggestions associées à des événements et contextes ponctuels paraissent l'emporter sur les plans d'action ou la résolution intérieure (ou encore, sur les règles dont la pertinence est reconnue). Si l'on estime que les plans d'action ou les règles constituent bien un échelon décisif de la rationalité pratique (comme l'ont soutenu des philosophes tels que David Gauthier et Michael Bratman), il y a là un problème.

Le comportement opportuniste, en somme, n'est pas simplement un comportement variable ou erratique. Il ne s'agit pas non plus seulement de déviations par rapport à des normes d'une manière générale. Lorsqu'on parle d'opportunisme, on semble toujours postuler que ce dont on s'écarte fait l'objet d'une acceptation ou d'un endossement personnel, ou du moins, que tel devrait être le

2. La question des autorités qui légitiment les modèles épistémiques de la finance est abordée au chapitre 7, ci-après.

cas si la volonté de l'agent était correctement formée ou orientée, conformément aux attentes sociales concernant une personne dans sa situation. La référence à une volonté ou à des plans d'action est essentielle.

6.2.2 L'opportunisme des institutions

Quelles modifications les remarques précédentes doivent-elles subir, lorsqu'il s'agit d'institutions et non de personnes? Il ne fait aucun doute que l'on parle volontiers de comportement opportuniste de la part des institutions. La régulation prudentielle vise précisément à en limiter les effets potentiellement négatifs sur un système de transactions ou d'activités professionnelles. Et comme dans le cas des personnes, la variabilité du comportement ne suffit pas à le caractériser comme opportuniste. Il doit y avoir déviation par rapport à des normes qui sont acceptées.

Dans le champ de la régulation prudentielle, les normes sont validées par des instances politiques, administratives ou professionnelles. Des opérations de mise en validité juridique ou de reconnaissance plus souple (sous la forme d'« engagements » ou pactes divers) sont toujours identifiables. Les normes concernées se prêtent fréquemment à des interprétations qui sont variables, de telle sorte qu'il peut y avoir de la distance entre l'acceptation des normes (le fait de reconnaître que l'institution ou organisation est engagée par elle) et l'engagement à se comporter de telle ou telle manière précise. Comme pour les personnes, l'opportunisme des organisations ou des institutions suppose une influence jugée excessive ou inadaptée des circonstances particulières, par comparaison avec des raisons fondées sur des « standards » de conduite liés à une interprétation raisonnable ou crédible des normes par lesquelles on est engagé.

Tentons une synthèse. Nous parlerons d'« organisation » pour renvoyer à des entités collectives ayant une activité encadrée. Dans certains cas, et pour employer la dichotomie accréditée par les travaux d'Oliver Williamson, les « organisations » en question seront plutôt des « institutions » (chargées d'édicter des règles du jeu) ; on les traitera comme des organisations dans la mesure (et dans la mesure seulement) où il s'agit bien aussi d'ensembles sociaux dont l'activité est susceptible d'être contrainte par la réglementation relevant de la « régulation prudentielle ».

On conviendra ici de parler d'opportunisme pour une organisation lorsque la situation comporte au moins les éléments suivants[3] :

1. *Une inflexion dans l'action*, par rapport à ce qui est prévisible d'après une référence jugée pertinente pour la prévision de l'action.
   Par exemple une norme, ou un cours régulier ou attendu de l'action (par exemple des habitudes ou des routines dans la décision) ou bien encore le comportement annoncé et prévisible (plan d'action, programme, politique, etc.). C'est cette inflexion qui doit être interprétable comme une

3. Cette description est adaptée de la discussion élaborée antérieurement en commun avec C. Guibet Lafaye.

adaptation rationnelle (du point de vue des décideurs situés dans l'institution ou l'organisation).

2. *Une adaptation rationnelle* à certaines circonstances, à un moment donné. L'« adaptation » en question doit être identifiable à l'inflexion dans l'action qui a été mentionnée précédemment. En la disant « rationnelle », on veut indiquer ici qu'elle est explicable en référence à certaines finalités ou à un certain système de valeurs. Dans le cas des organisations impliquées dans des activités professionnelles, les bases de l'explication sont habituellement fournies par la nature des finalités professionnelles poursuivies et des intérêts en cause.

3. *Un aspect normatif*, une déviation par rapport à ce qui devrait être le cas d'après ce que l'on sait de ce qui est reconnu ou accepté, en termes d'engagement, par l'organisation. En somme, le manquement ne suffit pas ; il faut qu'il en aille aussi d'une déviation par rapport à des normes reconnues.

4. *Une orientation de l'action*, au moment où elle est opportuniste (c'est-à-dire dans l'inflexion précédemment considérée) qui ne témoigne pas à un degré suffisant de la prise en compte spécifique de règles qui sont pertinentes (ou valides) et qui sont par ailleurs reconnues par l'organisation. Ce qui se joue ne doit donc pas être seulement l'écart par rapport à une norme reconnue, pour des raisons qui sont diverses, mais aussi la prévalence effective (à cette occasion) de raisons qui ne devraient pas prévaloir sur une catégorie de raisons bien spécifiques, à savoir celles qui sont tirées du respect des normes reconnues. C'est donc un problème de pondération des raisons.

Par exemple, dans le cas des personnes, le diagnostic d'égoïsme fournit une explication du fait que l'agent « dévie », en pratique, par rapport à une certaine norme : l'individu « dévie » alors parce qu'il se soucie de son intérêt propre[4]. Ce qui motive un jugement attirant l'attention sur l'« opportunisme » n'est pas seulement ici que l'intérêt personnel l'emporte ; c'est aussi le fait que l'on estime que cet intérêt ne devrait pas l'emporter face à d'autres considérations, tirées spécifiquement du respect de la règle.

Pour les organisations, il est évidemment plus difficile de préciser ce qu'il faut entendre par des raisons ou des motifs de l'action. Cependant, on en trouve une sorte d'équivalent dans les intérêts vers lesquels s'orientent de manière explicite les activités professionnelles (par exemple, la direction d'un établissement de crédit ou d'une compagnie d'assurances).

4. Il apparaît que la référence à l'égoïsme implique la référence à la promotion d'un « bien » (ou « bien-être ») qui soit « personnel » à l'agent, d'une manière qui enveloppe (1) la possibilité de le séparer de ce qui arrive aux autres agents (par contraste avec une orientation altruiste) (2) l'irréductibilité à la conformité à des règles ou normes impersonnelles.

6.2.3 Un problème pour l'action collective

Pour les personnes comme pour les organisations, on peut dire que parler d'opportunisme, c'est présenter comme un défaut interne de la conduite quelque chose qui relève certainement de l'écart vis-à-vis d'une norme de la conduite, endossée ou non par l'agent, mais que l'on rapporte bien dans tous les cas à la volonté de l'agent. Il y a une déviation objective, qui n'est cependant pas sans rapport avec la volonté de l'agent (bien qu'il existe plusieurs manières d'établir ce rapport).

La plausibilité de l'opération dépend alors de la crédibilité avec laquelle on peut rattacher cette norme à une manifestation concrète, avérée ou au moins possible, de la volonté de l'agent ou de l'organisation. Dans certains cas, cela est en effet crédible, par exemple si l'on estime que la « volonté de l'agent » que l'on choisit de prendre pour référence a été formulée par l'agent à un moment où sa réflexion était plus assurée (dans le cas des personnes) ou plus fermement délibérée et argumentée (pour les organisations) qu'actuellement ; ou encore, si l'on estime que la conduite de l'agent ou de l'organisation trouve une partie de son sens social dans les attentes formées à son sujet (quoi qu'il en soit des buts que l'agent se propose subjectivement ou des buts endossés dans les fonctionnements internes de l'organisation).

Dans l'approche de l'opportunisme que nous venons de présenter, les intérêts institués poursuivis dans l'activité professionnelle fournissent l'équivalent des motifs – en particulier, ce sont les tendances dans l'action qui peuvent se voir attribuer trop de poids face aux limites ou scrupules qui s'adosseraient au respect des normes pour elles-mêmes. II y a là, évidemment, une difficulté, car c'est bien aussi au nom des intérêts poursuivis professionnellement que les organisations peuvent accepter ou endosser la réglementation prudentielle.

Le problème est un cas particulier de ce que les théoriciens appellent le « problème de l'action collective » (formulé pour la première fois clairement par V. Pareto dans le *Traité de sociologie générale*). D'après les mêmes motifs, un agent peut très bien préférer qu'une norme soit respectée par tous ou même seulement par quelques-uns (par comparaison avec une situation dans laquelle cette norme n'existe pas) et, pourtant, ne pas avoir intérêt lui-même à respecter cette norme, pour certains niveaux d'obéissance à la norme chez les autres, voire pour tous les niveaux envisageables (par exemple : quel que soit le nombre des agents qui se conforment à la norme).

Comme toujours lorsqu'un bien collectif est en cause et lorsque son émergence est compromise par un problème de ce type, la question qui se pose est celle de l'aptitude à surmonter le problème, dans la collectivité des agents directement concernés. Posons-nous donc cette question à partir du cas de la réglementation prudentielle dans la sphère financière.

6.3 Régulation prudentielle et opportunisme des organisations

6.3.1 Un opportunisme constitutif ?

Dans le secteur financier, les transactions ont un caractère instrumental : il s'agit toujours, d'une manière ou d'une autre, de « donner les moyens de ... » par exemple, de financer son entreprise ou son association, de faire fructifier des fonds, de déjouer ou de provisionner des risques, etc. D'une certaine façon, il s'agit toujours de s'adapter au mieux aux circonstances. Mais doit-on s'adapter à n'importe quelle sorte de circonstances sans contraindre la manière dont on s'adapte? Probablement non : ce serait compromettre le respect de règles dont l'observance apparaît utile à des objectifs à moyen ou long terme, à travers la préservation de conditions d'activités souhaitables. L'adaptation aux circonstances est souvent indirecte et étagée dans le temps, ce qui donne prise, dans le meilleur des cas, à une régulation consentie.

Dans ce secteur comme dans d'autres, *l'entente collective sur des normes contraignantes est donc envisageable au titre de la résolution d'un problème d'action collective*. Les règles prudentielles sont bien de nature à être endossées de la sorte, pourvu que des mécanismes efficaces de mise en œuvre leur donnent l'autorité nécessaire. En effet, ces mécanismes doivent assurer les organisations de la crédibilité d'une conduite conforme de la part des autres organisations et de l'intérêt qu'il y a à observer ces normes sous l'hypothèse du respect par les autres, dans une perspective de réciprocité raisonnable. Les sanctions formelles ou informelles, ainsi que les avantages éventuels de la bonne réputation, vont dans ce sens.

Par certains côtés, l'opportunisme apparaît constitutif des activités financières ; par d'autres côtés, cependant, c'est la réglementation qui apparaît constitutive. En effet, les objets conçus et échangés dans ce secteur sont façonnés par les règles en vigueur et adaptés à elles. Il peut d'ailleurs s'agir de règles formelles ou de règles adoptées sur un mode moins contraignant, quoique partiellement structurant pour les transactions (par exemple, des normes éthiques ou bien des normes prudentielles non strictement obligatoires). Il peut s'agir de règles professionnelles qui bénéficient d'une certaine reconnaissance mais qui n'ont pas de caractère réglementaire.

On peut encore parler à ce propos de « régulation ». Mais il n'y a pas de raison d'entendre par là simplement quelque chose de moins effectif que ce qui est réglementaire. Il en va aussi du caractère structurant des normes en question pour la coordination entre les acteurs et donc pour l'obtention de certaines issues sociales plutôt que d'autres ; une fonction qui peut être assurée par la réglementation stricte, mais aussi par l'endossement conjoint de principes moins précis ou par l'émergence de standards professionnels non strictement contraignants.

6.3.2 Régulation, cognition et émergence des normes

Dans le secteur financier, le « risque systémique » évoqué par les théoriciens de la régulation, notamment Michel Aglietta, affleure de temps à autre (Kant, déjà, dans sa *Paix perpétuelle*, s'inquiétait des risques de contagion de la banqueroute à partir d'un foyer d'endettement public inconsidéré). On s'accorde à penser que, dans la deuxième moitié des années 1990, les prises de risque ont atteint des niveaux vertigineux, sanctionnés par les pertes enregistrées en 2001. La crise des années 2008-2009 illustre aussi la prévalence de prises de risque qui paraissent excessives, de la part des établissements financiers, d'une manière qui illustre les limites de la régulation prudentielle existante.

Parallèlement, les efforts de régulation sont de plus en plus englobants, comme l'illustrait de manière spectaculaire, en avril 2009, la résolution du G20 d'étendre la régulation et le contrôle financier à tous les instruments financiers, en particulier aux *hedge funds*.

Bien entendu, des tendances existent, qui poussent dans la direction inverse ; c'est ce qu'a illustré l'attitude de la Commission européenne, également en avril 2009, dans la proposition de la directive (préparée par le Commissaire au marché intérieur, Charlie McCreevy) sur les gestionnaires de fonds d'investissement – une directive qui vise l'encadrement des gestionnaires mais qui a la particularité, quant aux fonds eux-mêmes, de n'exiger ni plancher de fonds propres, ni limite de niveau d'endettement, ni proportion entre ces facteurs, pour les *hedge funds*.

Convergence des croyances : le rôle des modèles épistémiques. Le problème de l'émergence sociale de normes effectivement efficaces et protectrices revêt une importance pratique considérable dans ce champ.

Comme le soulignent les modèles de l'émergence des normes sur une base délibérée et concertée (par exemple, la matrice explicative de référence qu'a proposée le sociologue Karl-Dieter Opp), l'adaptation fonctionnelle n'est pas tout ; en tout cas, elle ne peut être supposée efficace dans l'émergence des normes sans préciser son rapport avec les convictions des acteurs sociaux. Il faut qu'intervienne une convergence suffisante entre les croyances des acteurs au sujet de l'efficacité de certaines règles pour la résolution d'un problème collectif qui a fait l'objet d'une prise de conscience.

Par exemple, il faut s'entendre sur les seuils corrects de fonds propres à retenir afin de parvenir à un degré satisfaisant de sécurité financière collective. C'est ce qui donne aux *modèles épistémiques un rôle essentiel dans les stratégies de régulation*. Plusieurs questions de type cognitif sont, de fait, centrales en pratique. Par exemple : quelle est la mesure pertinente des risques ? Quels sont les mécanismes de transmission qui peuvent propager des expositions excessives au risque et constituer l'amorce d'un ébranlement systémique ?

Dans le contexte de rapports inter-organisationnels, les croyances proprement dites sont sans doute moins directement concernées que des formes plus souples d'« acceptation » orientées vers le travail commun et n'enveloppant pas

nécessairement une superposition exacte entre les raisons des uns et des autres – à la différence de ce que l'on exige normalement des croyances bien justifiées, qui doivent être les mêmes chez les uns et les autres.

« Vérité », « erreur » et conventions. La distance qui se creuse ainsi entre la croyance et l'acceptation peut expliquer certains aspects typiques de la critique des activités et de la régulation en finance : par exemple, la dénonciation régulière du caractère fragile ou faux des hypothèses sur lesquelles sont fondés les logiciels, les modèles de référence ou les pratiques typiques en finance. Mais au-delà de la vérité et de l'erreur, il faut se demander à quel degré la vérité et l'erreur *comptent*.

Bien sûr, l'action publique doit, en première analyse, se fonder sur des présupposés vrais plutôt que sur l'erreur. Cela est d'autant plus vrai que la délibération publique est fréquemment marquée par une certaine recherche d'uniformité ou de traitement égal des cas semblables, dès lors que des contraintes sont en jeu. Mais que dire d'entreprises de régulation qui ont pour objet des pratiques fondées sur des conventions qui ont émergé dans certains professions, et qui sont effectives dans la coordination entre les pratiques des uns et des autres, sans être pour autant rigoureusement validées comme correctes sur le plan cognitif (plutôt que fausses) ?

C'est une difficulté spécifique de la régulation prudentielle. D'un côté, elle doit pouvoir s'appuyer sur des modèles corrects (ou au moins plausibles) pour être acceptable dans les termes du débat public et aux yeux du public. Cela paraît requis, également, pour être efficace et permettre effectivement aux agents de se prémunir contre des formes systémiques de risque. D'un autre côté, elle doit s'insérer dans des *pratiques qui, spontanément, se sont structurées autour de modèles cognitifs qui ont émergé à la façon de conventions, sans susciter obligatoirement une adhésion stricte de tous sur le plan cognitif.* Il y a manifestement une tension entre ces deux aspects. Il est possible que, *pour être utile, on doive prendre au sérieux des modèles dont on n'est pas prêt à reconnaître le bien-fondé cognitif* ; on doit se caler sur eux simplement parce qu'ils sont en usage, en sorte qu'ils constituent des leviers pour modifier dans le sens souhaité les comportements des agents.

Le flou des normes. De plus, alors que l'on ne peut pas négocier sur les croyances, on peut certainement négocier les interprétations à donner à certaines normes dans le cadre d'un travail collectif. On peut aussi négocier à propos de l'inflexion à donner à des conventions d'évaluation des degrés d'exposition aux risques, pourvu que l'on ne sorte pas résolument du bornage de la plausibilité épistémique, concernant la perception correcte ou appropriée de ces degrés. Il y a un enracinement cognitif des acceptations, dans ce domaine, mais il tolère des variations qui prennent la forme d'un éventail d'opérations alternatives d'« acceptation » qui sont possibles les unes et les autres pour les agents concernés. *Ce qui est mal fondé d'un point de vue cognitif ou sous-déterminé est donc en même temps, pour ces différentes raisons, un support privilégié de*

négociation et d'élaboration de compromis (en présence même de désaccords idéologiques et de divergence partielle entre les intérêts).

6.3.3 L'incertitude des normes et régulation prudentielle

L'émergence de normes précises, celle d'interprétations plus précises des ces normes, est liée aux efforts de coordination. C'est dans la recherche de formes plus approfondies de coordination que l'on donne cours à des normes plus précises. Par exemple, dans les « orientations pour la préparation à une crise financière et sa gestion » (27 mars 2009), les membres du CEIOPS (le comité de support technique auprès de la Commission européenne pour la préparation du dispositif Solvabilité II) soulignent, à propos du secteur assurantiel, que l'efficacité des mesures prudentielles suppose un accord minimal sur la qualification des situations (en l'occurrence, la nature des risques rencontrés) [5]. Il en va ainsi pour la coordination face à une situation présentant un risque systémique : les recommandations mettent en relief *l'importance des considérations cognitives et de la coordination au sujet des risques.*

L'incertitude des normes. Dans l'esprit de ce document, pour répondre à un besoin fonctionnel de coordination, il faut envisager, en présence de désaccords, la recherche de positions communes, par un mécanisme de recherche d'entente que l'on s'efforce d'expliciter en précisant les modalités de coordination entre responsables.

Mais il y a là une limite : l'efficacité dans la coordination suppose aussi une certaine souplesse accordée aux différents acteurs dans l'application des règles. Une souplesse qui n'est pas sans importance et qui peut s'avérer dangereuse.

Dans ce champ, l'ambiguïté ou la versatilité interprétative des normes comporte en effet des aspects socialement et économiquement significatifs. Ce n'est pas seulement un problème de sémantique : c'est aussi l'enjeu d'un processus social. Par exemple, *l'incertitude sur la mesure des risques est très grande*, comme aussi l'incertitude sur les modalités adéquates d'établissement des garanties fondées sur les fonds propres ou l'incertitude sur les marges des sécurité qu'il faut se donner lorsque les risques ne sont pas strictement mesurables.

Cela favorise des migrations ou reports d'autorité entre les corps de contrôle et les organisations à contrôler. Parce que l'élaboration de compromis acceptables passe par la préservation d'une certaine souplesse dans les règles et leur interprétation, une part des opérations d'interprétation incombe aux organisations à contrôler.

Le flou des normes engendre alors des possibilités de migration de l'autorité, car chaque agent se saisit, de manière opportuniste, d'occasions de faire prévaloir son point de vue sur les interprétations à retenir.

5. Document disponible sur le site Internet du CEIOPS.

Opportunisme de propositions. Cela engendre une dilution ou un report des responsabilités, qui nuit à l'identification claire des enjeux du rôle des corps de contrôle. On risque alors de voir la thématique de l'opportunisme se décaler d'un degré : on passe de l'opportunisme dans l'action à l'opportunisme dans les propositions interprétatives (relativement aux principes de la régulation) et dans l'adaptation aux situations singulières des normes issues des initiatives de régulation.

Or, il est clair qu'un tel dispositif peut nuire à l'obtention des bénéfices recherchés dans les entreprises de régulation prudentielle en encourageant, outre l'opportunisme dans l'accréditation d'interprétations particulières des règles, l'opportunisme dans les initiatives professionnelles et, plus particulièrement, des formes d'opportunisme qui s'avèrent extrêmement risquées (et peut-être liées à des risques d'engendrement de crises systémiques). Il peut en résulter, par exemple, une tendance marquée à l'auto-limitation dans la mesure des risques, dans des cas où il serait collectivement utile que chacun adopte une démarche plus stricte dans l'évaluation des risques réellement encourus.

6.3.4 Régulation, familiarité institutionnelle et autorité

La régulation prudentielle abrite des formes complexes d'apprentissage des règles et de familiarisation des acteurs institutionnels les uns avec les autres. Cela apparaît nettement, me semble-t-il, dans un travail tel que le document de consultation n° 37 du CEIOPS, dans le domaine des assurances et de la préparation de la mise en œuvre du dispositif Solvabilité II. Le document vise la clarification de dispositions relatives à l'approbation de modèles internes des compagnies d'assurance. Les dispositions générales de référence sont celles du document dit de « niveau 1 » (art 112 de l'Approche générale de la proposition de directive Solvabilité II – texte adopté par le Conseil ECOFIN le 2 déc.2008).

Par rapport au texte général il s'agit d'entrer plus dans le détail, d'examiner des questions spécifiques et d'apporter plus de clarté (1.4) tout en préservant, ce qui est notable, la généralité des orientations. En substance, il s'agit de faire progresser tout à la fois une approche unifiée des modèles internes et l'estimation des risques. À travers les obligations de dotation en capital, on veut tenir compte de tous les risques quantifiables. Dans le processus d'interaction entre firme et régulateur qui est décrit, une décision cruciale est imputable au régulateur : l'adaptation du format d'évaluation à la nature, à l'échelle et à la complexité des activités des firmes considérées. Parallèlement, on note la recherche d'un point d'équilibre entre, d'une part, l'uniformisation (ou du moins l'harmonisation) des critères et l'adaptation aux spécificités des entreprises d'autre part.

Apprentissage des règles et expérimentation. Le document, dès la section 3.4, met en valeur une dimension d'apprentissage, en insistant sur le fait que la participation des firmes à Solvabilité II au stade du projet (en particulier dans les questionnaires d'étude d'impact) améliore leur préparation du

point de vue du passage ultérieur à la mise en œuvre effective des dispositions prudentielles. D'où l'idée d'une phase de pré-candidature pour la validation des modèles internes. Ce qui est à l'œuvre ici, c'est un processus de familiarisation mutuelle destiné à favoriser plusieurs choses : l'allocation des ressources administratives adéquates dans les autorités de supervision, les corrections utiles, la limitation des risques inutiles de rejet des candidatures à la validation des modèles internes (3.6). Cette familiarisation réciproque est une caractéristique remarquable de la forme de régulation que l'on entrevoit ici.

Les buts sont raisonnablement consensuels tandis que les moyens à utiliser ne sont pas clairement identifiés d'emblée. Il était alors prévisible d'après les analyses théoriques existantes (comme celles de Robert Matland [1995]) que le processus de mise en œuvre de cette politique fût appelé à réserver une place importante à l'expérimentation ; c'est bien ce que l'on observe ici. L'autoévaluation du bon développement du modèle interne doit se faire selon des critères qui sont appelés à évoluer avec l'expérience graduellement acquise par les autorités de supervision (3.8). On note, derechef en conformité avec des aperçus antérieurs issus d'autres domaines, que l'exercice de l'autorité régulatrice dans le dialogue réserve une place importante aux marques d'autolimitation ou de discipline de l'autorité qui est appelée à réaliser un encadrement des pratiques.

Tout se passe ainsi comme s'il devait y avoir coévolution des pratiques et des références de la firme et du régulateur ; donc aussi, adaptation réciproque. La régulation des comportements s'appuie sur l'endossement de certaines normes par les firmes : alors même que celles-ci subissent plus de contraintes, elles sont appelées à exercer sur elles-mêmes certains des pouvoirs de contrôle ou de discipline qui sont impliqués. Du côté des autorités régulatrices, l'accord peut être partiel ou sélectif (3.125).

Coévolution et migration de l'autorité. Il s'agit d'apprentissage, mais non pas d'apprentissage de règles qui seraient prêtes d'avance et rigides. Les règles évoluent en cours de route et, au demeurant, l'anticipation des changements de modèle interne fait partie du schème de maîtrise du risque qui se met en place (ces changements de cadre de référence doivent être en quelque manière anticipés par les firmes, les instructions du CEIOPS étant particulièrement techniques et détaillées en ces matières très complexes). On peut même observer que le type de consentement auquel il est fait référence ne se présente pas sous le format de la satisfaction de critères dont la clarté serait évidente : il s'agit pour la firme de se familiariser avec un « cadre d'approbation ».

Au moment même où il émerge ou se constitue, le pouvoir régulateur est partiellement délégué et la migration de l'autorité qui en résulte a évidemment de quoi inquiéter le public. À certains égards, les transitions dans l'autorité réellement exercée par différentes catégories d'acteurs sont incorporées dans le dispositif et donc anticipées, mais autour de problématiques limitées, comme l'expansion du champ d'application d'un modèle interne (3.157, 3.158). En tout état de cause, un rapport dialectique largement circulaire se met en place : le régulateur apprend auprès des firmes, qui elles mêmes apprennent à connaître

les attentes du régulateur et se fondent là-dessus pour évaluer et pour faire évoluer leur propre démarche.

Dans tout ceci, la dimension de la réflexivité normative est extrêmement forte : la régulation agit d'abord sur l'autoévaluation de la firme et sur la présentation aux autres de ce point de vue de soi-même sur soi-même (ainsi en 3.22.g sur la mobilisation projetée de critères tels que la pertinence, la précision et le caractère raisonnable des livrables d'un modèle interne, et ailleurs à propos des exigences de cohérence dans les évaluations). Il en va même d'une aptitude à rendre compte de l'objectivité des personnes élaborant le modèle interne (3.22.j).

Opportunisme rationnel contre rationalité des règles : c'est une division de la rationalité pratique qui doit être assumée en pratique, parce qu'elle est au cœur de l'idée de régulation dans des domaines tels que la finance et l'assurance, dans lesquels *il ne peut être question, pour les instances de régulation, de contrarier de manière décisive les propensions adaptatives des agents institutionnels.* C'est pourquoi l'on ne peut faire l'économie de processus d'apprentissage et de négociation de règles ; c'est avec de telles références que l'on peut ensuite, à propos des écarts non souhaitables par rapport à ce qui a fait l'objet d'engagements, caractériser le « mauvais » opportunisme qui peut appeler une démarche collective visant à le contenir ou à l'éradiquer.

Le cadre conceptuel requis pour aborder ces questions risque fort d'être assez complexe, mais il importe avant tout de repérer les grands mécanismes auxquels il faut faire droit. J'ai voulu mettre en relief le mécanisme sociopolitique par lequel la régulation, faisant intervenir la coordination autour de la qualification des situations (donc inévitablement l'interprétation des normes), abrite des processus d'apprentissage, de délégation et finalement de transition dans la répartition de l'autorité réelle[6].

6. Mention à préciser pour les références à cet article : Emmanuel Picavet, « Régulation financière et opportunisme rationnel », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 125-136.

Chapitre 7

Les autorités épistémiques de la normalisation financière

Grégory Vanel

7.1 La transformation des normes de la finance

La crise actuelle, plus encore que les précédentes, souligne de manière passablement caricaturale un phénomène majeur des dernières décennies[1]. Depuis une trentaine d'années, les flux financiers internationaux n'ont cessé de s'accroître, alors que de nouveaux acteurs, de nouveaux marchés et de nouveaux produits financiers ont fait leur apparition. La globalisation financière a en effet engagé une transformation profonde du système économique, consacrant un capitalisme à forte dominante financière, où l'individu donne de plus en plus de place à des critères d'ordre financier dans ses choix économiques, et où la répartition des revenus est de plus en plus tributaire de sa place dans l'ordre financier. Même la vision des acteurs s'est profondément transformée, notamment celle des banques. Désormais la finance est vue comme un secteur économique comme les autres, où l'acteur a pour unique objectif d'améliorer sa profitabilité, notamment à court terme, se percevant dans un univers concurrentiel par essence, et prenant ainsi part à la nouvelle industrie des « services financiers ».

Cette transformation a été très profonde et, quoiqu'on en dise, relativement rapide. Les économistes l'ont analysé à maintes reprises. Certains travaux se sont intéressés à la profondeur, à la nouveauté de l'intégration financière inter-

1. Ce chapitre est une version partiellement remaniée et actualisée d'un article paru dans le n. 3, automne 2008 de la *Revue de la régulation*. L'auteur remercie les éditeurs de la revue pour avoir autorisé cette seconde version. Il remercie également les auteurs du présent volume pour leurs remarques et suggestions et reste bien évidemment, comme c'est l'usage, seul responsable des erreurs et omissions.

nationale et à ces effets sur l'interdépendance économique des nations (Flandreau et Rivière [1999]), d'autres à ses effets plus ou moins contraignants sur les politiques économiques (Rodrik [1997]), et d'autres enfin à la hausse de l'instabilité financière et monétaire (Boyer, Dehove et Plihon [2004]) et aux moyens d'en limiter l'impact (Eichengreen [1999]). Même s'ils ne se limitent bien sûr pas à cette dimension, ces travaux sont souvent fondés sur l'idée que le progrès technique en général et les innovations financières en particulier ont été des facteurs majeurs de cette dynamique. De même, ils considèrent souvent que les institutions, tant au niveau national qu'international, doivent s'adapter à ces nouvelles contraintes, afin d'en limiter les effets néfastes mais aussi d'en maximiser les opportunités.

Les travaux d'Économie Politique Internationale (ÉPI par la suite) se sont plutôt, pour leur part, concentrés sur les dynamiques de pouvoir qui sont à l'origine ou qui découlent de cette transformation. Ils insistent notamment sur le rôle des États (Helleiner [1994] et plus récemment sur celui des États-Unis (Vanel [2005]). Ces travaux se sont aussi concentrés sur les compromis qui découlent de cette dynamique, entre les groupes sociaux mais aussi entre les États et les groupes sociaux. Ce nouveau compromis est en effet en rupture profonde avec la logique de « libéralisme enchâssé » de la période antérieure (Ruggie [1982]). Enfin, ces travaux se concentrent avec de plus en plus d'importance sur le rôle des acteurs non étatiques dans la gouvernance financière globale, qu'ils émanent ou non des marchés (Strange [1996]).

Toutefois, ces bouleversements menant à la situation actuelle n'ont pas eu que des effets sur les structures financières nationales, les dynamiques des systèmes financiers nationaux ou le système financier international. Ils ont aussi eu un impact décisif sur les cadres normatifs de la finance, notamment sur la manière de calculer la profitabilité des activités économiques. En particulier, la filière des chiffres, c'est-à-dire l'ensemble des acteurs dont la fonction est de produire, contrôler et rendre compte de la profitabilité des activités économiques, s'est elle-même très profondément transformée[2]. De nouveaux acteurs globaux sont apparus (agences de notation financière, institutions de normali-

2. Dans leur rapport au Conseil d'Analyse Économique, de Boissieu et Lorenzi [2003, p. 67] définissent la filière *du chiffre* comme « toutes les activités qui définissent, vérifient, diffusent ou utilisent l'information comptable à destination des marchés d'actions et des marchés d'obligations ». Cette définition » permet de regrouper toutes les structures économiques participant à la filière », notamment les agences de notation financière, « même si le département exerçant cette activité a un poids marginal au sein de son entreprise ». L'inconvénient de cette définition est 1- qu'elle ne tient pas compte de la transformation du cadre cognitif de la comptabilité, qui intègre des modèles de calcul du risque semblables à ceux utilisés dans le calcul des normes prudentielles bancaires, 2- qu'elle ne tient pas compte du rôle exercé par les agences de notation dans le dispositif prudentiel bancaire, et 3- qu'elle fait une séparation trop nette entre les activités de financement bancaires et de marché, n'incluant ni les banques ni leurs régulateurs dans cette filière. En incluant ces différents éléments on peut définir la filière *des chiffres* comme toutes les activités qui définissent, vérifient, diffusent ou utilisent l'information *financière* à destination des marchés d'actions et des marchés d'obligations. Cela permet alors de regrouper toutes les structures économiques participant à la filière, *qu'elles soient à but lucratif ou non lucratif*, même si le département exerçant cette activité a un poids marginal au sein de l'organisation à laquelle il appartient.

sation comptable internationales, firmes transnationales d'audit) et d'anciennes institutions financières internationales (notamment la Banque des Règlements Internationaux) ont vu leur rôle se modifier. Progressivement, à mesure que ces acteurs prenaient leur essor, de nouvelles normes se sont diffusées au sein de l'industrie financière, par l'intermédiaire des nouveaux acteurs de cette filière, ce qui a eu un impact considérable sur le comportement au jour le jour des individus et des entreprises et sur leur propre vision du monde économique[3].

De nouvelles autorités savantes ? Cette transformation des normes de la finance n'a pourtant pas été spontanée et ne s'explique pas uniquement par des facteurs de nature économique, y compris dans le cas des normes comptables (Chua et Taylor [2008]). Elle est le résultat contingent d'un ensemble de conflits, de choix et d'arbitrages complexes. Elle a d'une part été principalement produite par ces nouveaux acteurs non étatiques, émanant pour leur grande majorité des marchés eux-mêmes, alors que traditionnellement ce type de norme était plutôt une émanation des autorités publiques (Brian [1994]). Elle est d'autre part fondée sur une conception du monde économique singulière, où la marchandisation et le transfert du risque guident le comportement des acteurs (Franklin [2005]). Enfin, cette transformation, au premier abord d'ordre technique, modifie aussi les résultats obtenus et redéfinit les droits économiques qui découlent de la production capitaliste[4]. Il devient donc important de rendre compte de ce changement à partir du rôle exercé par ces acteurs privés investis d'une autorité particulière leur permettant de légitimer les nouvelles normes financières.

La gouvernance financière globale passe en effet par un type particulier d'acteurs hybrides (Graz [2005]). Ce sont des *autorités épistémiques, en raison du processus de légitimation et du contenu des normes qu'elles produisent.* Ces autorités épistémiques sont au fondement du renouvellement de l'hégémonie financière des États-Unis, dont le contenu et les modalités ont changé au cours des trente dernières années. Néanmoins, les nouvelles normes de la finance ne sont pas exemptes de problèmes et de contradictions, matérialisées par les résistances de nombreux acteurs à leur application, notamment en Europe continentale. On peut ainsi se demander si les transformations des normes de la finance et leur internationalisation n'aboutissent pas, *in fine*, à privilégier une certaine forme d'information, très nettement favorable à des catégories particulières d'agents économiques, alors que dans le même temps elles sont le produit d'autorités qui ne rendent compte qu'à elles-mêmes et qui émanent des marchés.

3. Certains travaux sociologiques récents insistent d'ailleurs sur cette nouvelle structure sociale de la finance. Voir en particulier Bourdieu, Heilbron et Reynaud [2003].

4. Les normes de la vie économique n'ont pas que des effets sur le sens et la rationalité de l'action économique. La sociologie économique (notamment Max Weber) a soulevé dès ses débuts l'importance des indicateurs et des conceptions de l'activité économique profitable sur la répartition et l'accès aux ressources économiques. Sur la question des normes sociales et de leurs effets distributifs, voir Demeulenaere [2003].

Aussi, après être revenu dans un premier temps sur la forme et le rôle de ces nouvelles autorités épistémiques de la finance, ce chapitre analysera plus en détail les processus ayant permis leur institutionnalisation depuis les trente dernières années. Puis il montrera que ces autorités véhiculent un cadre normatif de la finance très fortement marqué par les pratiques américaines et dans une plus large mesure anglo-saxonnes. Enfin, il insistera sur le fait que les nouvelles normes financières internationales posent de nombreux problèmes aux pays et acteurs dont les pratiques ne correspondent pas à ce modèle de capitalisme.

7.2 Les autorités épistémiques de la finance

7.2.1 Les États-Unis et le pouvoir de l'hégémon

Les travaux contemporains sur l'hégémonie des États-Unis peuvent être regroupés en trois grands sous ensembles (Vanel [2007]). D'un côté, on peut considérer que l'hégémon remplit une fonction stabilisatrice, notamment par l'intermédiaire de la fourniture de biens publics internationaux. Cette vision, fondée sur une approche interétatique, est très marquée par les travaux orthodoxes en Relations internationales (Gilpin [2001]), de sorte que le renouveau des États-Unis est assez souvent expliqué par leur capacité à générer du *soft power*, c'est-à-dire des instruments non contraignants permettant de faire le consensus au niveau international (Nye [2004]). Cette approche néglige cependant la diffusion du pouvoir à des acteurs non étatiques qui ne sont pas forcément instrumentalisés par les États et demeurent au moins partiellement autonomes (Strange [1996]). De même, en se focalisant sur les relations entre États dans une perspective essentiellement sécuritaire, elle explique difficilement l'autorité en dehors de l'État ou de la nation, alors que l'émergence des nouvelles autorités de la finance globale souligne cette nouvelle tension entre État et marché et entre national et international (Cutler [1999a, p; 73]).

D'un autre côté, on peut envisager le renouveau de l'hégémonie américaine comme l'approfondissement du projet politique néolibéral amorcé dès la fin de la seconde guerre mondiale. Cette approche va insister sur la vision portée par l'hégémon et soutenue par les classes sociales dominantes (Cox et Sinclair [1996]). Dans ce cadre, le compromis hégémonique transcende les conflits de classes et s'explique par la domination idéologique d'une classe sociale transnationale. Les groupes sociaux dominants, à travers la médiation de l'État le plus puissant, sont en mesure de rendre inévitable la formulation de politiques servant principalement leurs propres intérêts, eux-mêmes représentatifs de l'intérêt général et du sens commun. L'ordre hégémonique s'appuie alors sur les valeurs et les interprétations de ces groupes dominants. Le renouveau contemporain de l'hégémonie américaine est alors expliqué par deux phénomènes concomitants : par la consolidation de la classe transnationale des cadres au sein des firmes transnationales, alliée à la classe des capitalistes, qui permet de soustraire à la logique du marché une part importante de la production capitaliste, tout

en améliorant la profitabilité du capital (Van Der Pijl [2004]) ; et par l'avènement d'un régime juridique dont l'essence est la protection de l'investisseur (Gill [1998])[5]. Certaines analyses des autorités de la finance découlent de ce cadre (Sinclair [2000]). Mais cette intégration est partielle, du fait qu'il faut tenir compte des discontinuités et de la contingence dans les processus d'institutionnalisation, et d'une forte tendance à faire de la légitimité une route à sens unique, en insistant surtout sur le registre de la légitimité par proclamation.

Une troisième perspective peut enfin être mobilisée. Elle s'appuie sur l'idée que c'est par sa relation plus ou moins conflictuelle avec la société que l'hégémon est capable de générer son pouvoir structurel, c'est-à-dire la faculté de faire faire à autrui ce que l'on veut soi-même (Agnew [2005] ; Seabrooke [2006]). L'hégémonie est ainsi l'autorité d'un État qui lui permet, à partir des liens soutenus avec la société qu'il chapeaute, de générer des valeurs et des pratiques légitimes qui renforcent au niveau international sa capacité d'action. Ce type d'approche insiste beaucoup plus sur les effets de la politique économique nationale dans le processus de légitimation interne de l'État que sur sa capacité à générer des ressources matérielles tangibles, comme le ferait la première approche. De même, il insiste beaucoup plus sur l'effet des idées sur le comportement au jour le jour des acteurs que sur la vision du monde portée par les élites, comme le fait la deuxième approche. L'hégémonie est alors envisagée comme un processus de légitimation au quotidien, mais ce processus est à double sens, à la fois par le haut, c'est-à-dire par l'intermédiaire des idées des élites et des autorités, et par le bas, c'est-à-dire par les pratiques au jour le jour des acteurs.

7.2.2 La légitimation de la mesure américaine

Le renouveau de l'hégémonie financière américaine s'explique alors par l'impact de la politique financière des États-Unis, qui a profondément transformé le secteur financier, en collaboration parfois conflictuelle avec la communauté financière nationale, cela dans le but d'en améliorer la compétitivité mondiale (Seabrooke [2001]). Cette politique a été légitimée dans la population dans la mesure où elle lui a permis d'avoir un accès privilégié au crédit (Seabrooke [2007]), du moins avant le déclenchement de la crise dans le marché hypothécaire. *Les normes financières américaines, conformes aux pratiques des acteurs des marchés financiers américains, ont alors peu à peu été mises en avant*, à la fois par l'attrait qu'elles avaient pour les acteurs recherchant des financements aux États-Unis, mais aussi par la consolidation des autorités chargées de les élaborer. Même si le processus d'institutionnalisation de ces autorités n'a pas été linéaire et s'il n'a pas toujours été dans l'intérêt immédiat du gouvernement des États-Unis, il consolidé à terme leur hégémonie dans la finance globale, par l'intermédiaire des acteurs des marchés financiers et des autorités de la filière des chiffres.

5. La notion d'investisseur renvoie non pas à l'agent économique effectuant un investissement productif, mais à celui confiant une partie de son épargne à un autre agent par l'intermédiaire d'un marché d'actifs. Billaudot [2001, p. 276].

Les autorités hybrides de la filière des chiffres. Or, ces autorités sont particulières. Elles sont non étatiques[6] et transcendent les dichotomies politiques modernes (national/international, public/privé)[7]. Sans être pour autant nouvelles[8], leur principale caractéristique est de rompre avec le type moderne de souveraineté, qui permettait à l'État de réguler l'ensemble des activités socio-économiques sur une base territoriale clairement définie[9]. La définition du rapport entre ces autorités et l'État est alors décisive, tant du point de vue de l'efficacité des normes produites (Knill et Lehmkuhl [2002]), que de celui de leur légitimité. Sur ce dernier point, on peut remarquer que les autorités épistémiques de la finance globale, de par la nature publique de leur action, ont un souci constant de neutralité politique, ou du moins partisane, dans le but d'entretenir constamment la légitimité de leurs normes (Cutler *et al.* [1999, p. 334]). Cela ne signifie pas que celles-ci soient réellement neutres, puisqu'elles sont le produit de conflits et de compromis entre des groupes aux intérêts contradictoires et qu'elles s'inscrivent dans un agenda transnational privé (Sassen [2006]), mais que leur objectif est qu'elles soient perçues ainsi. Cette neutralité ne pouvant être garantie entièrement ni par le sceau de l'État ni par la pure logique, c'est alors exclusivement sur les autorités elles-mêmes que repose la légitimité des normes (Thirkell-White [2006]).

La forme que prennent ces autorités est alors très importante. Or, les auteurs qui s'intéressent à la question disposent bien souvent de typologies difficilement applicables. La typologie la plus courante (Cutler *et al.* [1999]) distingue surtout les autorités *privées* sans s'intéresser aux autorités hydrides. Elle distingue, selon le degré d'institutionnalisation, les pratiques et normes informelles de l'industrie, les firmes de service de coordination, les alliances de production, les cartels, les associations d'entreprises et enfin les régimes internationaux privés. Pourtant, il apparaît difficile de savoir si un degré d'institutionnalisation est plus efficace qu'un autre dans un domaine donné. De même, la redondance latente des catégories proposées ou l'absence de possibilité d'introduire le rôle de l'État dans la typologie rendent plus difficile la classification de certaines autorités[10]. Dans la même veine, certains auteurs ont cherché à élargir le champ

6. La littérature sur les autorités dans la mondialisation est à l'heure actuelle très féconde en ÉPI. Une liste exhaustive de tous les travaux traitant de la question serait hors de notre propos. Voir cependant, entre autres : Coen et Thatcher [2005] ; Cutler [1999a et 1999b] ; Cutler [2003] ; Cutler *et al.* [1999] ; Graz [2005] ; Biersteker et Hall [2002] ; Héritier [2002] ; Pattberg [2005] ; Sassen [2006] ; Sinclair [2005].

7. Toute la difficulté est alors de construire une théorie non fondée sur ces dichotomies. Cowles [2003].

8. On peut par exemple penser à la *lex mercatoria*, dont l'objet était de permettre à ceux qui pratiquaient le commerce au long cours d'avoir recours à un type d'ordre juridique en dehors du droit féodal et des particularismes locaux tout en respectant les spécificités de ce type de commerce. Cutler [2003].

9. Palan [2003] revient longuement sur cette question de la transformation de la souveraineté dans la mondialisation.

10. Par exemple, dans le cas des normes comptables, élaborées par l'*International Accounting Standard Board*, qui rentrerait dans le cadre du régime international privé, il apparaît que le rôle des firmes d'audit, entreprises de services de coordination, est aussi important que celui de certains États, qui ne peuvent pourtant pas rentrer dans le cadre d'analyse.

d'analyse en proposant une nouvelle classification des formes d'autorités privées (Hall et Bierstecker [2002]), qui distingue les autorités économiques, des autorités morales et illicites. Mais là aussi il est difficile de rendre étanche chaque type d'autorité, notamment entre les autorités morales et les autorités économiques[11].

L'objectivation des faits financiers. Ces typologies sont en fait trop orientées sur le caractère privé des autorités et ne font donc pas de lien avec leur conception du monde. Cela les rend plus difficilement utilisables dans l'analyse de la structure financière (Sinclair [2000, p. 488]). En effet, ces autorités hybrides déterminent les capacités d'accès au financement des acteurs sur la base de leur propre conception du monde économique. On peut donc dire qu'elles sont des autorités *épistémiques* (Herbst [2003]), en ce sens qu'elles produisent des normes dont l'objet est la formation d'une connaissance économique et financière telle qu'elle sera perçue comme valide et qu'en conséquence les acteurs économiques cesseront de rechercher une connaissance autre. De la sorte, ces autorités épistémiques définissent l'étendue de l'information financière légitime (en laquelle chacun peut avoir confiance) et factuelle (permettant de construire sa propre connaissance économique et financière).

Elles ont trois caractéristiques. D'abord, elles consacrent un type de gouvernance contraignante, en ce sens que le non respect des normes a un impact sur la capacité d'accès au financement et donc sur la capacité d'action des acteurs. Cela ne signifie pas que les normes en elles-mêmes sont contraignantes, mais qu'elles ont un degré performatif d'autant plus fort pour les acteurs qu'elles rompent avec leurs pratiques initiales. Ensuite, elles sont fondées sur l'expertise, donc sur la production d'une connaissance factuelle censée être neutre. Enfin, elles ont un fonctionnement réticulaire, tant du point de vue normatif, avec des normes qui se renvoient les unes aux autres sur la base du même cadre cognitif mais dans des sous-systèmes différentiés, que du point de vue fonctionnel, avec des acteurs qui participent de près ou de loin aux travaux de chacune d'entre-elles, ainsi qu'à leur financement. Or, ces trois caractéristiques ne sont pas le fruit du hasard. L'influence du comportement des acteurs économiques et de l'État fédéral américains a en effet été majeure, surtout dans les années 1990.

11. Difficile en effet de nier l'impact de la morale sur la conduite des entreprises (cas de l'entreprise socialement responsable), tout comme il est difficile de nier le rôle du financement des ONG ou des Églises dans leur comportement.

7.3 L'institutionnalisation d'une expertise financière réticulaire

Il existe une multitude d'activités qui prennent part à la filière des chiffres. Par exemple, on peut penser aux activités de régulation des marchés dérivés (Tsingou [2006]), ou à la normalisation des activités d'audit, d'assurance ou des bourses de valeur (Kerwer [2005]). Les trois activités privilégiées ici ont en commun d'être à des endroits stratégiques. La normalisation comptable internationale agit surtout sur le marché des actions, car la reddition des comptes sociaux influence les droits des actionnaires à percevoir le dividende. La notation des dettes obligataires agit sur le marché des obligations, donc sur le financement externe des activités économiques. La normalisation prudentielle internationale agit sur le marché du financement bancaire, c'est-à-dire l'autre source de financement externe des activités économiques.

L'institutionnalisation des autorités épistémiques de la finance tire son originalité dans le fait que ce sont pour la plupart des acteurs originaires des États-Unis qui ont pris une part décisive au processus. Cela ne signifie pas forcément que les normes dérivent exclusivement du système normatif américain [12], ou que seuls des acteurs américains en contrôlent la production. En revanche, les normes ainsi produites privilégient les pratiques financières américaines dans des domaines décisifs.

L'importance du réseau formé par ces acteurs est telle que l'on peut assimiler cette institutionnalisation à la construction d'un système d'expertise financière réticulaire, à savoir un ensemble cohérent « d'institutions ayant une forme spécifique d'autorité sociale parce qu'elles sont publiquement reconnues pour résoudre des problèmes, et que dans la plupart des cas elles agissent comme des experts désintéressés [...] et qu'elles valident institutionnellement des normes et des pratiques » (Sinclair [2001, p. 441]). Ainsi, dans chaque cas, on retrouve trois éléments. D'abord, ces autorités ont construit une image d'experts incontournables dans leur domaine. Ensuite, ce système fonctionne de manière réticulaire, car chacun est expert dans son domaine mais renvoie ses actions et décisions aux autres autorités épistémiques, et car les acteurs clés sont souvent les mêmes, notamment les grandes firmes d'audit formant le « big 4 » [13].

Enfin, ce système s'est progressivement construit par l'imbrication d'acteurs privés et publics, pour la plupart favorables aux pratiques américaines. Les acteurs privés ont d'ailleurs souvent eu recours au *forum shifting*, n'hésitant pas à utiliser des organisations intergouvernementales pour parvenir à leurs fins, comme l'Organisation Mondiale du Commerce (Arnold [2005]), mais ils ont aussi été encouragés par l'administration américaine, surtout dans les années 1990, et parfois même européenne depuis quelques années, de façon décisive

12. La controverse chez les juristes est vive en ce qui concerne la question d'une américanisation du droit. Voir : Kelemen et Sibbitt [2004], Levi-Faur [2005] et Kelemen et Sibbitt [2005].

13. Le lecteur trouvera une analyse intéressante de la transformation du métier de l'audit et de l'avènement du « Big 4 » dans Ramirez [2003].

dans le cas des normes comptables. Des conflits entre acteurs privés voire publics ont néanmoins jalonné ce processus, qui est loin d'avoir été inéluctable et linéaire (Martinez-Diaz [2005, p. 2]), mais leur issue s'inscrit dans la progressive emprise des pratiques de la finance originaires des États-Unis.

7.3.1 L'autorité de l'*International Accounting Standard Board*

L'IASB est l'autorité de normalisation internationale de la comptabilité. C'est une organisation de droit privé qui a établi les normes dites IAS avant 2001 (*International Accounting Standards*) et qui produit depuis un jeu de normes appelées IFRS (*International Financial Reporting Standards*) ainsi que des interprétations de ces dernières. Le projet de l'IASB est d'harmoniser les normes comptables afin d'offrir une information standardisée, prioritairement destinée aux investisseurs. Ses normes s'appliquent aux sociétés cotées, avec actuellement 85 pays qui les ont adoptées et 114 en tout qui les autorisent (notamment l'Union européenne, l'Australie, la Russie et même le Canada en 2011). Le nombre d'entreprises concernées est donc considérable.

Le degré d'influence de cette institution n'a cessé de croître depuis son origine, à mesure que son positionnement comme « organisme international indépendant » se renforçait (Chiapello [2005a, p. 373]), mais aussi qu'elle consolidait son expertise en proposant des solutions face à l'éventualité de blancs normatifs, notamment en Europe (Chiapello et Medjad [2007, p. 54]), et surtout à l'hétérogénéité des standards nationaux. Le tournant s'est produit durant les années 1990, engageant une stratégie d'alliances avec d'autres institutions, qui s'est accentuée par la suite (Donnelly [2007, p. 119-120]). D'abord, après un lent processus de négociation, l'Organisation Internationale des Commissions de Valeur (IOSCO en anglais) et l'IASC ont décidé en 1995 de faire un travail de mise au point d'un corpus de normes qui pourraient être recommandables pour les émissions et les cotations des entreprises transnationales sur les marchés financiers internationaux.

La *Securities and Exchange Commission* américaine, qui domine l'IOSCO, n'est pas étrangère à ce processus dans la mesure où les demandes d'harmonisation des standards comptables se sont produites suite à l'internationalisation de la place de New York mais aussi suite aux demandes de la part du Congrès américain[14]. Ensuite, l'Union européenne a choisi en 2002 de déléguer à cette institution l'harmonisation comptable européenne des sociétés cotées, par défaut et après l'échec de son propre processus d'harmonisation comptable entamé depuis plusieurs décennies. Les normes IAS-IFRS sont ainsi obligatoires

14. Les pressions sur la SEC émanant du *New York Stock Exchange* ont été très fortes pour que ce processus se mette en route. Le lobbying a porté ses fruits puisque en octobre 1996 fut voté le *National Securities Markets Improvement Act*, incluant une disposition exigeant que la SEC engage un tel processus. La SEC a pourtant été très réservée sur ce projet d'harmonisation, invoquant la supériorité des normes US GAAP (*US General Accepted Accounting Practices*), au moins jusqu'à la crise asiatique et surtout jusqu'au scandale Enron. Martinez-Diaz [2005, p. 15-16].

en Europe depuis le 1er janvier 2005. Enfin, depuis 2002, un lent processus de convergence entre l'IASB et le FASB américain (*Federal Accounting Standard Board*) se produit, rendu obligatoire par le législateur américain avec le passage de la loi Sarbanes-Oxley, et après que les scandales financiers ont définitivement montré certaines limites des normes américaines.

À l'origine, l'IASB fut crée en 1973 sous le nom d'IASC (*International Accounting Standard Committee*) par les représentants des associations de professions comptables libérales des pays développés sous l'impulsion du normalisateur comptable anglais, soucieux de maintenir le principe de l'autorégulation face à la mise en place d'un processus d'harmonisation contraignant en Europe (Chiapello [2005a, p. 377]). Dans les années 1980, le *Board* de l'IASC accueille le FASB en tant qu'observateur, ce qui nourrit les critiques quant à sa légitimité et révèle un conflit pour son contrôle entre comptables nationaux et professionnels transnationaux de l'audit.

On reprochait à l'IASC la sous-représentation des utilisateurs des comptes, un déséquilibre géographique défavorable à l'Europe et aux pays en développement, et surtout l'absence des autres normalisateurs nationaux. Dès 1992, l'idée d'une réforme se profile, aboutissant à la scission de l'IASC en 2001, avec d'un côté la création de l'*IASC Foundation*, organisme de droit privé basé au Delaware qui, de l'autre, finance l'IASB, institution privée localisée à Londres et ayant le mandat de produire les normes comptables internationales.

Cette nouvelle structure, depuis la réforme de 2001, est une « copie presque parfaite » du FASB américain (Chiapello [2005a]). Mais alors que le contrôle politique sur ce dernier est très important (et en dernier ressort celui du Congrès américain), l'influence des grandes firmes transnationales d'audit (les « Big 4 ») et, d'une manière générale, du monde anglo-saxon[15], est très importante, tant au niveau du financement, de l'origine des personnes membres de l'IASCF (les *Trustee*) et du *Board* de l'IASB, que du contrôle effectif des travaux effectués (Chiapello et Medjad [2007]).

Même l'un des organismes chargés de surveiller les travaux de l'IASB pour le compte de l'Union européenne, l'EFRAG (*European Financial Reporting Advisory Group*)[16], est majoritairement influencé et financé par ces mêmes grands cabinets et grandes firmes transnationales, de sorte que l'adoption de certaines normes a initialement été biaisée tant l'absence de réserves initiales était flagrante (Brackney et Witmer [2005]). La privatisation de la production

15. Notamment américain. L'influent Paul Volcker a d'ailleurs été le premier *chairman* de l'IASC Foundation, et ce jusqu'en décembre 2005. Il fut remplacé par Tommaso Padoa-Schioppa, qui deviendra très vite, le 17 mai 2006, ministre italien des finances du gouvernement Prodi II. Jusqu'à fin 2007, le *chairman* était Phil Laskawy, ancien *chairman* et CEO de la firme d'audit Ernst et Young. Depuis le 1er janvier 2008, cette fonction est confiée à Gerrit Zalm, ancien ministre des finances de Hollande et surtout ancien consultant pour PricewaterhouseCoopers.

16. L'Union européenne, ne pouvant avoir de représentation officielle au sein de l'IASB, a mis en place une double structure de surveillance, composée de l'EFRAG, censé représenter l'expertise technique, et l'ARC (*Accounting Regulation Committee*), où siègent des représentants des États membres.

des normes comptables est d'ailleurs telle que l'IASB a décidé d'améliorer la transparence de ses travaux par l'intermédiaire d'un processus de consultation (le *due process*), censé améliorer leur légitimité, mais qui là encore révèle l'importance du secteur privé (Perry et Nölke [2005, p. 6]).

L'emprise de l'IASB sur la comptabilité dans le monde va d'ailleurs croissant[17]. La sous-traitance décidée par l'Union européenne en 2002 y est très certainement pour quelque chose, mais l'appui de l'administration américaine et notamment de la SEC durant les années 1990 ainsi que le processus de convergence avec le FASB ont été décisifs. Cela peut sembler paradoxal, dans la mesure où ceux-ci souhaitaient plutôt que les normes comptables américaines deviennent *de facto* les normes comptables internationales. Mais dans le même temps, comme nous le verrons, les normes produites incorporent de plus en plus d'éléments fortement favorables à la conception américaine de l'activité profitable.

7.3.2 L'autorité des agences de notation

Les agences de notation financière (Moody's, Standard et Poor's)[18] jouent un rôle tout à fait unique sur les marchés obligataires mondiaux (Sinclair [2005]). Justifié par l'existence d'asymétries d'informations sur la capacité à rembourser des émetteurs d'obligations, leur activité commerciale est en effet fondée sur la recherche d'information financière les concernant et sur l'établissement d'une note permettant aux investisseurs d'orienter leurs achats.

Elles agissent donc sur le financement des entreprises émettrices d'obligation et sur les autres émetteurs, comme les États ou les entités subétatiques. En ce sens, elles sont des autorités épistémiques majeures de la finance globale, puisqu'elles ne font pas que renseigner sur la capacité de remboursement des emprunteurs, mais émettent un jugement global et définitif sur leur modèle économique.

L'histoire du développement de cette activité de *rating* est profondément liée à l'histoire financière des États-Unis, et notamment à celle de ses crises. Les premières entreprises ayant ce type d'activité naissent après la crise financière de 1837, et progressivement cette activité acquière une grande importance. Suite à la crise financière du début des années 1930, le régulateur américain oblige les banques à faire la distinction entre des obligations ayant un statut spéculatif (*speculative grade*) et celles ayant un statut plus sécuritaire (*investment grade*), créant alors le premier marché captif de cette industrie du *rating*. Cette activité de *rating* n'est donc pas nouvelle aux États-Unis, et correspond

17. Voir par exemple le cas de l'Australie, reconnue auparavant comme ayant un jeu de normes suffisamment efficaces pour ne pas nécessiter l'adoption des normes IFRS. Godfrey et Langfield-Smith [2005].

18. On pourrait aussi indiquer l'agence parisienne Fitch, d'origine européenne et détenue par Fimalac. Son rôle est toutefois secondaire face aux « big 2 ». Ces dernières sont en effet créditées de meilleures qualités techniques et relationnelles par les acteurs. Voir sur ce point : Duff et Einig [2009a] et Duff et Einig [2010].

à une vieille pratique de plus d'un siècle, et très spécifique au système financier américain.

Les agences de notation américaines, malgré leur rôle de chien de garde, ont même des liens financiers très étroits avec le monde des affaires aux États-Unis[19]. SetP est par exemple la propriété du groupe de presse Mc Graw-Hill, et ce n'est que depuis l'année 2000 que Moody's est devenue juridiquement indépendante[20]. Enfin, on peut remarquer que cette activité de *rating* n'est pas leur seule activité, mais qu'elle est devenue très récemment de très loin la plus lucrative pour ces deux agences[21].

Plusieurs facteurs expliquent la progressive montée en puissance des agences de notation américaines dans la finance globale. En premier lieu, elles se sont construites une réputation d'impartialité inégalée, par l'amélioration constante de leurs méthodes d'analyse, mais surtout par une culture du secret solidement établie et des réseaux très implantés dans le milieu des affaires[22]. Ce n'est que très récemment que ces agences ont entrouvert leurs secrets méthodologiques mais de façon très prudente, car c'est *in fine* leur seul capital intrinsèque[23].

Ensuite, elles ont bénéficié de la création et du développement de nouveaux marchés, comme celui des créances à court terme dans les années 1970, suite à la faillite de la *Penn Central Transportation Company* (premier transporteur américain à l'époque), celui des *junk bonds* ou celui de la titrisation des créances bancaires dans les années 1980. Par ailleurs, l'activité des agences de notation a été massivement incorporée dans la réglementation financière aux États-Unis depuis les années 1970. En particulier, la règle 15c3-1 de la SEC créa dès 1975 une barrière à l'entrée importante en obligeant les *brokers* qui garantissent les émissions obligataires à avoir un certain pourcentage de leurs titres en réserve, sauf si ceux-ci sont notés par deux « organisations de notation statistiquement reconnues nationalement » (statut NRSRO - *Nationally Recognized Statistical Rating Organizations*) où ce pourcentage est plus faible, renforçant *de jure* le duopole de SetP et de Moody's, sans pour autant définir très clairement ce statut NRSRO[24].

19. Ces deux agences ont même des liens historiques très étroits. Sinclair [2005, p. 25].

20. Elle est quand même contrôlée de près par Warren Buffet à travers Berkshire Hathaway, qui détient 16 % du capital social, et par les banques Goldman Sachs et Barclays, qui détiennent respectivement 7 % et 3 % du capital social. Csikos [2005, p. 27].

21. Par le passé, leurs revenus provenaient essentiellement des publications et des bases de données qu'elles avaient progressivement constituées. Actuellement, près des trois quarts de leurs revenus proviennent exclusivement de l'activité de notation, services payant pour l'émetteur d'obligation. Csikos [2005, p. 32].

22. SetP est aussi l'entreprise qui publie l'indice SetP 500.

23. La divulgation des méthodes utilisées pourrait alors permettre de nouveaux entrants sur ce marché très lucratif, mais surtout pourrait permettre leur remise en cause plus facilement. Il n'est qu'à voir le tout récent débat suscité par la nouvelle méthodologie adoptée par Moody's, contrainte à un retour en arrière au printemps 2007 afin de contenter ses grandes banques clientes qui voyaient d'un très mauvais œil l'augmentation massive des notes obtenues par des banques concurrentes plus petites.

24. L'administration américaine a été extrêmement active à ce propos. Pas moins de 11 modifications successives décisives furent adoptées pour renforcer ce duopole entre 1975 et 1999, voir Sinclair [2005, p. 42-43]. Ce phénomène a aussi été très marqué au niveau du

Enfin, les agences ont bénéficié de l'incorporation dans les législations étrangères du *rating*, et ont pu s'internationaliser par le rachat d'agences de notation dans les autres pays, notamment dans les pays en développement. L'activisme du gouvernement américain a été sur ce point très important. Par exemple, l'activité de *rating* a été introduite au Japon suite aux négociations avec les États-Unis de l'accord yen-dollar de 1984 (McCall Rosenbluth [1989, p. 81]). La consécration des agences de notation est survenue avec la réforme du ratio Cooke. Le nouveau dispositif prudentiel prévoit notamment que les banques ne pouvant utiliser une méthode interne de calcul du risque peuvent avoir recours aux agences de notation pour évaluer la pondération des titres. Or, les critères de sélection des agences sont tels qu'ils favorisent à nouveau SetP et Moody's (Vanel [2006, p. 45]).

Les agences de notation américaines sont ainsi devenues des autorités épistémiques de la finance globale, à tel point qu'elles ont un comportement surérogatoire, s'autorisant des notations non sollicitées par les émetteurs[25]. Or, ces notations sont bien souvent moins bonnes que celles qui ont été sollicitées par l'émetteur (Poon et Firth [2005] ; Poon, Lee et Gup [2009]). Tout comme pour le cas de l'IASB, l'emprise américaine dans leur activité est décisive, dans la mesure où elle a *de facto* un impact sur le cadre conceptuel de l'activité profitable.

7.4 La victoire du cadre conceptuel américain

7.4.1 Changement du cadre normatif de l'action

Les autorités épistémiques de la finance globale, compte tenu de leur emprise actuelle, ont un effet important sur le cadre normatif de l'action capitaliste efficace, c'est-à-dire sur la conception qu'ont les acteurs économiques de leur comportement rationnel (De Goede [2003]). En effet, la transformation à l'œuvre prend une double forme : d'un côté, les normes sont performatives, en ce sens qu'elles servent à fonder le jugement et déterminent alors sans ambiguïté le comportement rationnel de l'acteur ; de l'autre, elles introduisent une nouvelle culture du risque, qui a émergé au sein de l'industrie financière américaine au cours des dernières décennies.

législateur américain. Entre 1979 et 1992, sur 600 lois votées en moyenne par session du Congrès, près de 34 concernaient le système financier. Durant les sessions républicaines sous l'ère Clinton, seules 293 lois furent votées en moyennes mais 94 concernaient le système financier en moyenne, soit une hausse de 5 % à 25 % du nombre relatif de lois. Martin [2002, p. 28].

25. Par exemple, Moody's annonça en 1996 qu'elle allait émettre une note non sollicitée sur la dette publique égyptienne, incitant le gouvernement égyptien à mandater alors l'agence de façon officielle, qui ne voulait pourtant pas lever des fonds sur les marchés obligataires. De même, cette agence dégrada la note du Japon en 1998, alors que celui-ci n'avait pas sollicité de nouvel emprunt obligataire, mais cela pesa fortement en 2000 lors d'une nouvelle souscription. Sinclair [2003, p. 154].

Performativité des normes. D'une part, les autorités épistémiques agissent directement sur les connaissances des acteurs économiques[26]. En tant que régulateur contraignant, c'est-à-dire dont les normes sont incorporées dans les régulations publics (Kerwer [2005, p. 461-466]), elles produisent une connaissance particulière qu'elles cherchent à *objectiver*[27] par l'intermédiaire d'une méthode scientifique (De Goede [2004]). Cette méthode conduit à un jugement binaire réducteur, guidant les comportements d'achat ou de vente sur les marchés financiers (Sinclair [2000]). Soit le comportement de l'agent économique est jugé conforme aux attentes, soit l'inverse. De ce fait, la possibilité qu'il existe un continuum de confiance s'amoindrit, ce qui limite les capacités d'interprétation du résultat de l'activité économique, notamment pour tous ceux qui la financent. L'information ainsi véhiculée provoque alors pour les fournisseurs de capitaux soit le maintien de la confiance, soit sa disparition, de sorte que l'agent cherchant un financement de ses activités économiques doit nécessairement tenir compte de l'exacerbation de la capacité de retrait des investisseurs. En ce sens, on peut assimiler les nouvelles normes de la finance globale à une institutionnalisation du néolibéralisme, non pas sous sa forme de projet politique, mais sous sa forme disciplinaire (Cutler [1999b]).

Réduire l'incertitude par le calcul. On peut remarquer d'autre part que ces nouvelles autorités épistémiques de la finance globale introduisent cette culture du risque au sein même de la production des connaissances économiques, par l'intermédiaire de leur méthode de production des informations. *L'objectif est de rendre calculable, classifiable et mesurable l'incertitude qui découle de l'activité de financement* (De Goede [2004]). Les nouvelles normes de la finance n'introduisent donc pas réellement de meilleures connaissances économiques, mais des connaissances économiques autres. En Europe, les premiers travaux traitant de l'effet des normes IFRS sur l'information à disposition des marchés montrent ainsi que celle-ci est surtout modifiée en ce qui concerne l'évaluation des actifs intangibles (Beisland et Knivsflä [2009]) ou dans les pays aux traditions comptables éloignées des pratiques anglo-saxonnes, comme les pays scandinaves, la France ou l'Allemagne (Landsman, Meydew et Thornock [2009]). De surcroît, ces nouvelles normes nécessitent non pas de l'expérience mais un processus d'apprentissage coûteux qui peut s'avérer extrêmement dissuasif[28]. *Par l'intermédiaire des modèles mathématiques sous-jacents fondés sur des outils quételésiens, ces normes introduisent un traitement social de l'ignorance particulier, qui la rend mesurable* (Strulik [2006]). Cela permet dès

26. On pourrait faire ici l'analogie avec la notion de communauté épistémique. Mais ces dernières ont surtout une influence sur les décideurs politiques et les organisations intergouvernementales. Bruner et Abdelal [2005, p. 208].

27. D'où l'importance politique de l'expertise et les dérives partisanes qui peuvent l'accompagner lorsqu'il s'agit du domaine public. Saurugger [2002].

28. Les nouveaux venus dans les salles de marchés ont d'ailleurs parfois du mal à tenir compte des informations financières obtenues par l'expérience de leurs collègues plus âgés, en se focalisant principalement sur les modèles mathématiques appris lors de leurs études. Voir sur ce point : Taleb [2007].

lors au jugement binaire énoncé plus haut de s'opérer. Cette innovation rend les métiers des acteurs de la filière des chiffres indispensables à l'accomplissement de toute action économique rationnelle, et débouche sur une commercialisation du risque sans précédent (Germain [2007, p. 82]).

7.4.2 Principaux effets conceptuels

Ces normes ont ainsi des conséquences importantes sur les catégories conceptuelles du capitalisme contemporain. Premièrement, pour le cas des normes comptables, le cadre conceptuel devient particulièrement favorable à l'investisseur, en se focalisant sur ses besoins de manière exclusive[29]. Les études montrent ainsi que les normes comptables internationales ont plutôt tendance à se diffuser là où l'on considère que la protection de l'investisseur est insuffisante (Hope *et al.* [2006]). Avec ces normes, la valeur de l'entreprise n'est plus celle qu'elle crée dans son activité économique par la combinaison du travail des hommes et des machines, mais celle qu'elle crée pour l'actionnaire minoritaire (Lordon [2000]). Cela implique une transformation radicale des concepts et des pratiques comptables, qui se rapprochent des pratiques américaines contemporaines, sans pour autant les reprendre en totalité (Chiapello [2005a, p. 365])[30]. Cette tendance s'est fortement accélérée durant les années 1980, lorsque l'IASC a cherché à réduire les possibilités d'interprétation des opérations économiques.

Une profitabilité à court terme. Le premier principe mis en avant par les nouvelles normes comptables internationales est celui de *juste valeur* (Perry et Nölke [2006]), c'est-à-dire la valeur de revente sur le marché, notamment pour les normes concernant la valorisation des actifs ou les instruments de couverture mais aussi celles qui concernent la comptabilisation du chiffre d'affaire (Biondi [2004] ; Hernández [2004])[31]. Cette conception de la valeur est née aux États-Unis (Walton [1996]) et suppose l'utilisation de modèles mathématiques sophistiqués pour tenir compte de l'actualisation du prix mais aussi pour évaluer les actifs, financiers et non financiers, dont il n'existe pas d'élément objectif permettant d'en donner le prix[32]. Le deuxième principe est celui

29. Cette tendance est d'ailleurs incorporée dans la législation aux États-Unis depuis les années 1970. Par exemple, en 1974, le vote de la loi ERISA (*Emplacement Retirement Income Security Act*) consacre exclusivement l'intérêt du retraité en tant qu'investisseur.

30. Le lecteur trouvera une étude intéressante de cet effet sur les pratiques des comptables, consacrée à la Chine, dans : Peng *et al.* [2008].

31. Les normes les plus emblématiques sont les normes IAS 32 et IAS 39 sur l'évaluation des actifs et passifs financiers. Ce sont aussi les plus controversées.

32. La comptabilité s'appuie nécessairement sur une conception particulière de l'entreprise. Il existe en particulier deux représentations de l'entreprise. Selon l'approche statique, l'entreprise n'est ni plus ni moins qu'un instrument qui sert à valoriser le patrimoine de ses créanciers. Elle n'est pas une entité particulière partiellement autonome et ses actifs ne sont évaluables qu'en tant qu'éléments susceptibles d'être liquidés à n'importe quel moment, permettant ainsi le remboursement de ses dettes. En conséquence, la valeur d'un actif ne peut être que sa valeur de marché au moment même de sa liquidation ou, plus souvent, au moment de l'inventaire. À chaque inventaire, doit donc être intégrée dans la comptabilité une

de la révélation des risques. En particulier, suivant la tradition anglo-saxonne, les normes comptables mettent en avant la *prééminence de la substance sur la forme*. L'idée est qu'il faut révéler les transferts d'avantage ou de risque. Si une transaction implique une prise de risque pour l'entreprise, comme par exemple une vente en crédit-bail, la comptabilité doit être en mesure de quantifier celle-ci. Cette prise en compte de la prééminence de la substance implique aussi de tenir compte de tous les montages financiers déconsolidants, dès lors que l'entreprise « contrôle » une autre entité. D'autres principes se voient aussi déclassés, comme par exemple le principe de prudence, stipulant que seules les moins-values latentes doivent être comptabilisées et provisionnées. Avec l'introduction de la comptabilisation des plus-values latentes, les actionnaires minoritaires sont ainsi en mesure, à la lecture du bilan de l'entreprise, de donner une image précise de la valeur de marché actuelle de *leur* entreprise[33].

Il ne faudrait pourtant pas en conclure que les nouvelles normes comptables internationales reprennent telles quelles les normes américaines. On assiste plutôt à un processus d'hybridation complexe, mêlant pénétration des modèles anglo-saxons au sein des modèles d'Europe continentale et rapprochement entre les modèles anglais et américain (Chiapello [2005b, p. 147]). Ce processus d'hybridation s'est même accéléré depuis le début de la crise, avec la mise en place d'un calendrier précis de convergence entre les normes comptable américaines et les normes IFRS, devant débuter pour sa première phase à l'automne 2009 (Tribunella [2009]), même si tous les acteurs ne sont pas encore tous convaincus, notamment du fait des différences constatées entre les résultats obtenus (Henry, Lin et Yang [2009]). Leur forme correspond plutôt au modèle anglais, avec la mise en avant de grands principes, alors que les normes US GAAP mettent en avant des règles extrêmement précises[34]. Mais du côté de la substance, le cadre conceptuel sous-jacent de l'action économique se rapproche des pratiques américaines. Les nouvelles normes comptables institutionnalisent une conception de l'entreprise née aux États-Unis durant la seconde moitié du XX^{e} siècle. Cette conception fait de l'entreprise un ensemble de composants liquidables à tout moment, pour peu qu'il existe un marché de l'élément à revendre (Mangenot [2005, p. 159]). Elle permet de faire apparaître le profit en début de cycle, par l'intermédiaire des plus-values latentes ou des

évaluation des dépréciations ou des gains potentiels, de même que ne peuvent pas faire partie de l'actif du bilan certaines dépenses non liquidables (publicité, etc.), ce qui influence le résultat de l'entreprise sans que son activité productive ne soit en cause. Selon l'approche dynamique, la comptabilité doit tenir compte du fait que l'entreprise est une entité partiellement autonome dont l'élément essentiel est la coordination interne qu'elle instaure entre les producteurs. Autrement dit, n'aura de valeur que ce qui est réellement utilisé et transformé par cette action collective et donc que ce qui sera « activé » par celle-ci. Dès lors, l'évaluation de la valeur ne peut tenir compte que du coût historique et ne peut pas varier en fonction d'éléments extérieurs à l'entreprise. Le concept de « juste valeur » peut donc s'apparenter à une forme altérée de l'approche statique. Richard [2003].

33. D'où la possibilité des extractions de *cash*, comme il a été observé par les organisateurs de la réunion de novembre 2009 qui a abouti à ce volume.

34. La seule exception concerne précisément la norme sur les instruments financiers (IAS 39), qui est une reprise presque à l'identique de la norme produite par le FASB américain.

techniques d'actualisation, de même qu'elle introduit la performance de l'environnement et des marchés financiers dans l'évaluation de sa profitabilité. En somme, elle fait de l'entreprise une marchandise comme les autres.

Une solvabilité à court terme. Deuxièmement, cette tendance à la marchandisation de l'entreprise se trouve elle-même renforcée par l'activité des agences. En effet, tout comme la transformation de la notion de profitabilité est au cœur des nouvelles normes comptables internationales, celle de la notion de solvabilité est au cœur des critères d'évaluation des agences de notation (Sinclair [2005]). Le métier de ces agences est en effet justifié par les risques que prennent les prêteurs, ce qui nécessite la détermination, pour ces derniers, d'indicateurs simples et cohérents permettant de fonder leur jugement. L'indicateur que vont privilégier les agences a ainsi deux particularités : il est le fruit d'un processus scientifique plus ou moins transparent d'évaluation de la « capacité à rembourser », et il introduit une possibilité de jugement binaire.

D'une part, la note est déterminée par les rencontres que font les agences avec les dirigeants de l'entité emprunteuse, mais surtout par une méthode scientifique s'appuyant sur des modèles mathématiques et des critères considérés comme objectifs. En particulier, cette méthode scientifique va chercher à déterminer les « fondamentaux » de l'entité émettrice d'obligations, sans forcément tenir compte des spécificités locales ou sectorielles de celle-ci. Or, ces fondamentaux sont évalués à partir des critères de rentabilité à court terme, d'ailleurs plus facilement identifiable à l'aide des nouvelles normes comptables, et des pratiques financières que l'ont retrouve aux États-Unis, ce qui a un effet disciplinant important, notamment lorsque l'entité émettrice est un organisme public (Sinclair [2005, p. 93-118]).

D'autre part, la note introduit un jugement binaire sur l'entité émettrice d'obligations. Il y a certes une échelle de note assez large, allant du AAA au D pour SetP et du Aaa au C pour Moody's, mais l'élément essentiel pour le prêteur concerne surtout le *grade* de l'obligation, c'est-à-dire le statut qu'elle donne à l'emprunteur. Ainsi, toute note inférieure à un certain grade (BBB- pour SetP et Baa3 pour Moody's) aura, conformément à la réglementation introduite dès les années trente aux États-Unis, un statut dit spéculatif, alors que toutes les notes supérieures auront le statut d'investissement. Dès lors, les émetteurs d'obligation ayant une note au grade spéculatif voient le coût de leur emprunt augmenté d'une prime de risque, ce qui les incite à modifier leur comportement et donc à transformer leur modèle économique dans le sens souhaité par les agences de notation. Ils peuvent bien sûr chercher d'autres sources de financement, mais ce processus peut s'avérer plus coûteux et surtout plus risqué.

Un risque à court terme. Troisièmement, la transformation des normes prudentielles, par la mise en place du ratio Mc Donough (Vanel [2006]), va elle-même avoir tendance à renforcer le cadre cognitif décrit plus haut. D'une

part les agences de notation sont désormais intégrées dans le processus institutionnel, par l'intermédiaire de l'approche dite « standard », ce qui va avoir un impact sur la majorité des banques concernées par son application. D'autre part, le dispositif intègre une nouvelle catégorie de risque, le risque dit opérationnel[35], qui intègre des informations nouvelles, comme la qualité du système d'information, des contrôles internes, la possibilité de fraudes, ou encore l'impact de catastrophes non anticipées, dont l'évaluation ne peut pas reposer sur des indices observables mais sur des scénarios probables. Enfin, le dispositif introduit la possibilité pour les banques d'utiliser leurs propres méthodes de notation des crédits, pour peu qu'elles en préviennent leur superviseur national et que celui-ci soit d'accord. Ces méthodes de notation, dite « interne », s'appuient sur un calcul utilisant des modèles VaR (*Value-at-Risk*). Ces modèles sont fondés sur le calcul du pourcentage de capital réglementaire nécessaire en fonction de la probabilité de défaut et des pertes en cas de défaut à un degré de risque prédéterminé[36]. Ils permettent de décomposer les risques pris par les emprunteurs, dans la même veine que les normes comptables internationales[37].

Ainsi, le nouveau cadre conceptuel de l'action capitaliste profitable a transformé la conception de la valeur, celle de la solvabilité et celle du risque, dans le sens des normes et des pratiques américaines, même si paradoxalement les États-Unis revendiquent haut et fort leur exceptionnalisme et préfèrent appliquer leurs propres règles comptables et prudentielles pour le moment (Ampofo et Sellani [2005] ; De Lange et Howieson [2006]). Il n'empêche, ce nouveau cadre conceptuel et les nouvelles normes ont un impact considérable sur les agents économiques et les nations, impact bien souvent problématique, précisément parce qu'il est disciplinant.

7.4.3 Des normes aux effets aporétiques

Les critiques des autorités épistémiques de la finance globale ne manquent pas. On peut en effet se rendre compte que l'application des normes qu'elles produisent a des effets aporétiques, en ce sens qu'ils viennent contredire les fondements mêmes de l'action des autorités épistémiques. En particulier, les normes de la finance globale posent deux problèmes, l'un sur la stabilité économique et l'autre sur la répartition des richesses.

35. Il conviendrait de préciser en français « risque associé aux opérations elles-mêmes », c'est-à-dire aux actes des salariés comme le suggère Christian Walter.

36. En fait, les agences de notation ont encore un rôle à jouer, car dans la méthode NI dite « fondation », la banque n'est supposée fournir qu'une information sur la probabilité de défaut à un an, alors que le superviseur national doit fournir tous les autres paramètres. Or, ces paramètres sont souvent produits par les agences de notation.

37. Les nouvelles normes comptables font aussi partie du dispositif de prévention des crises financières dans les pays émergents et en développement. Le Fonds Monétaire International et la Banque Mondiale les intègrent désormais dans leurs processus d'observation préventive (les *Reports on Observance of Standards and Codes* - ROSC). Voir : Donnelly [2007].

Le problème de la procyciclité. Le premier problème concerne la procyclicité des nouvelles normes. Quelle que soit l'autorité en question, on peut se rendre compte que son action augmente potentiellement la fragilité du système financier. Dans le cas des normes comptables, l'introduction de la juste valeur et son corollaire, l'abandon du principe de prudence, ont certes pour effet de mieux faire coïncider la valeur comptable et la valeur de marché de l'entreprise. Mais dans le même temps, elles ont introduit des méthodes de calcul de l'actif ou du passif à partir des marchés lorsque ceux-ci sont suffisamment liquides (*marked to market*) ou à partir de modèles économiques (*marked to model*) lorsque les marchés concernés le sont trop peu[38]. Ainsi, « la volatilité introduite dans les bilans avec la réévaluation régulière des actifs et des passifs en fonction d'une valeur de marché ou d'une estimation instantanée de cette valeur de marché entre en contradiction avec le temps long de l'exploitation. Cette contradiction est d'autant plus violente que les marchés financiers sont, en l'absence de réformes profondes, foncièrement instables [...] » (Aglietta et Rebérioux [2004, p. 171]). Autrement dit, *cette méthode introduit l'ensemble des difficultés d'évaluation de la valeur au cœur même du mécanisme de comptabilité*, ce qui rend les évaluations procycliques et *engendre une incertitude fondamentale sur le degré de confiance* que l'on peut accorder aux résultats obtenus. Le problème de la pertinence des résultats est donc posé, d'autant que bien souvent les dirigeants des entreprises utilisent tous les moyens pour « embellir » les comptes des entreprises, comme le cas Enron l'a démontré.

Les agences de notation ont le même problème. Elles sont accusées d'avoir un biais en faveur de l'inflation des notes, notamment si leurs revenus proviennent principalement de cette activité (Mathis, McAndrews et Rochet [2009] ; Stolper [2009]). Mais surtout, l'absence de considération du risque systémique renforcerait la procyclicité des comportements, notamment pour tous les instruments de crédits structurés (Sy [2009]). Enfin, en ce qui concerne le ratio Mc Donough, on peut remarquer que la procyclicité est introduite dans le pilier I principalement, à travers le numérateur (le capital réglementaire) et le dénominateur de la formule de calcul (les actifs pondérés). La procyclicité introduite par le numérateur est la même que celle du ratio Cooke. Elle s'explique par le fait que, lors de la phase baissière du cycle, les profits baissent et sont parfois négatifs. Dans ce dernier cas, cela réduit les fonds propres et nécessite alors de réduire l'encours des crédits accordés. Cet effet est néanmoins limité, alors que celui du dénominateur semble très important. En effet, le ralentissement de l'activité économique a nécessairement pour résultat de faire baisser la qualité courante de l'emprunteur *via* sa notation qui se dégrade, ce qui provoque alors une hausse de sa pondération et, fatalement, une hausse du montant d'actifs pondérés alors que le capital n'a pas augmenté. Dans ce cas-là, la banque n'a d'autre choix, si son capital économique n'excède pas son capital réglementaire, que de réduire l'encours de ses crédits.

38. Pour le cas des États-Unis, la norme SFAS 133 autorise l'usage de ces deux méthodes. Au niveau international, voir la norme IAS 39 pour les instruments financiers et les normes IAS 16 et IAS 38 pour les immobilisations.

Cet effet serait différent selon le type d'approche choisi par la banque (Catarineu-Rabell, Jackson et Tsomocos [2003]). En particulier, le choix de l'approche standard serait moins dommageable que le choix d'une des deux approches NI (Notation Interne). Les études économétriques disponibles montrent une corrélation positive entre les pertes en cas de défaut et les probabilités de défaut et un lien négatif entre les premières et le cycle économique (Altman *et al.* [2003]). De plus, la concurrence entre les banques et l'origine quasi identique des données historiques ont un effet homogénéisant important qui pousserait au même type d'évaluation des probabilités de défaut, menant alors à des comportements moutonniers. Enfin, la procyclicité pourrait même être introduite via la notation elle-même. Les trois méthodes de notation interne ont en effet tendance à être elles-mêmes procycliques (Béranger et Teïletche [2003], alors que l'application des modèles VaR pourrait augmenter, sous certaines conditions, les risques pris par les banques (Alexander et Baptista [2006]).

Il semble aussi que le choix de l'approche standard a aussi une influence sur la procyclicité du ratio. Les agences de notation, malgré leur capacité à obtenir une information fine sur les entreprises et leur tendance à vouloir s'affranchir du mieux que possible des effets du cycle économique, semblent en effet elles aussi surréagir aux changements de situation économique. Certaines études montrent que le changement de note est amplifiée ou amoindri par la situation macroéconomique globale (Bangia *et al.* [2003] ; Vaaler et McNamara [2004]). Ce phénomène, conjugué à la lenteur des modifications des notes (Löffler [2005]) peut alors donner une information erronée aux investisseurs, comme lors de la crise asiatique (Ferri, Liu et Stiglitz [1999]).

Toutefois, les nouvelles normes de la finance ne posent pas que des problèmes de fragilisation des systèmes financiers. Elles ont surtout d'importants effets discriminants, au premier rang desquels la possibilité pour les investisseurs de transférer les risques sur les autres acteurs de l'entreprise, par exemple en favorisant l'apparition rapide du profit dans le cycle et sa réalisation sous forme de dividende ou de remboursement de prêt. Une firme peut alors faire un profit opérationnel considérable et dans le même temps réduire le nombre de ses employés, précisément dans l'objectif de réaliser ce profit déjà distribué dans la phase suivante du cycle productif.

Le modèle anglo-saxon de capitalisme. Un autre effet concerne le modèle économique privilégié. La grande firme transnationale ou la grande banque à vocation internationale sont manifestement avantagées par l'ensemble des normes de la finance globale : elles seules ont les capacités financières suffisantes pour s'attacher, dans le cas des entreprises, les services comptables permettant d'optimiser l'application des normes IAS-IFRS mais aussi pour s'offrir les services d'agences de notation, et dans le cas des banques, pour adopter l'approche NI dite « avancée » (la plus sophistiquée donc la plus coûteuse[39]).

39. Les estimations de la BRI pour la mise en place de la méthode avancée sont comprises entre 100 et 200 millions d'euros, ce qui constitue une barrière à l'entrée importante.

Dans le cas du ratio Mc Donough, les secteurs d'activité bancaire vont aussi être concernés par des distorsions de concurrence importantes (Vanel [2006]) : certains marchés vont bénéficier du changement de calcul, comme celui des particuliers (-49 %), et notamment de l'habitat résidentiel (-58 % de capital exigé), celui des très petites entreprises (-31 %) ou celui des grandes entreprises (-13 %). Les banques spécialisées dans ces marchés auront alors un avantage décisif au détriment de celles plus généralistes ou spécialisées dans d'autres secteurs, comme les financements spécialisés (+31 %).

Ces distorsions de concurrence introduites par la mise en place du nouvel accord seront plutôt favorables aux grandes banques américaines, et plus généralement aux banques des pays anglo-saxons, dont les systèmes financiers sont fondés sur la finance directe, et où les ménages sont très endettés et les entreprises financent leur activité sur les marchés.

Cette tendance met alors sur le devant de la scène un deuxième effet des normes : leur très fort biais en faveur du modèle anglo-saxon de capitalisme (Wigger et Nölke [2007]). Le modèle rhénan, et plus largement les modèles de capitalisme fondés sur l'efficience de long terme et sur le partenariat, vont se voir fortement entravés du fait du modèle économique privilégié par les agences de notation, mais aussi du fait des effets de distorsion des normes prudentielles bancaires.

Ce biais sera même exacerbé par l'application des normes comptables en Europe continentale. D'un côté, le prélèvement de l'impôt va être plus difficile, dans la mesure où la comptabilité a d'abord été prévue dans ce but en Europe, notamment en France. De l'autre, la privatisation des services publics va être facilitée, dans la mesure où le principe de juste valeur exige de tenir compte des transferts de risques ou d'avantages aux clients[40].

Enfin, ces normes posent des problèmes encore plus importants aux pays en voie de développement. Les normes comptables internationales ne sont pas adaptées à leur situation (Chand et White [2005]), ni même les critères d'évaluation des agences de notation[41]. Ces pays ont alors tendance à anticiper la réaction des agences en ayant des politiques qui ne vont pas forcément dans le sens du développement (Datz [2004]).

Même les normes prudentielles bancaires posent problèmes, dans la mesure où leur application implique une hausse du coût des emprunts bancaires, alors que les emprunts obligataires sont déjà renchéris par les primes de risque liées aux notes des agences. Les agents économiques des pays en voie de développement seront ainsi très largement pénalisés, que ce soit dans le coût ou dans la volatilité de l'accès au crédit (Claessens, Underhill et Zhang [2003]).

40. Voir le cas d'EDF. La cotation implique *ipso facto* l'application des nouvelles normes comptables. Or, ces dernières vont faire baisser les capitaux propres de l'entreprise, nécessitant une ouverture du capital plus importante, pouvant mener à une privatisation *de facto*. En effet, les régimes de retraite spéciaux impliquent un avantage qui doit être pris en compte et provisionné. Chiapello [2005a, p. 370-1].

41. C'est d'autant plus problématique que le régime politique lui-même ne paraît pas avoir d'impact sur la note, voir Archer, Biglaiser et DeRouen [2007]. Pourtant la perception de la corruption paraît en avoir un, voir Mellios et Paget-Blanc [2006].

En conclusion, l'objet de ce chapitre a été de rendre compte du rôle des nouvelles autorités épistémiques de la finance globale. Nous avons en particulier retracé le processus complexe de leur institutionnalisation, en insistant sur le caractère réticulaire de l'expertise qu'elles incarnent, mais en insistant aussi sur l'imbrication consubstantielle entre les acteurs publics et privés. Nous avons aussi insisté sur leur rôle dans la formation du cadre conceptuel du capitalisme contemporain, de plus en plus proche des pratiques en cours aux États-Unis. Les normes produites se sont à tel point diffusées dans le monde que même les résistances les plus fortes peinent à en limiter l'impact.

Or, dans le même temps, les structures économiques se recomposent et s'adaptent à ces nouvelles normes, au bénéfice principalement des investisseurs, mais aussi des agents économiques américains et plus généralement des pays anglo-saxons. En conséquence, c'est bien à une prise de pouvoir de la conception américaine à laquelle on assiste, d'autant plus forte qu'elle repose sur l'idée que ces normes découlent d'acteurs axiologiquement, et donc politiquement, neutres.

La légitimité de ces nouvelles normes est pourtant remise en cause constamment, tant par le monde académique, qui voit dans leur diffusion le terreau fertile de l'instabilité financière ou la disparition des modèles nationaux de capitalisme alternatifs, que par le monde politique, qui perçoit, notamment en Europe, toutes les implications qu'elles ont en termes de marges de manœuvre politiques. Les autorités qui les émettent tendent alors à n'être que des acteurs dont l'unique fonction est de justifier, par le recours à la connaissance, un type de politique et de normes favorables à une groupe social en particulier, alors qu'un fort débat a lieu[42].

Mais là encore, les processus d'institutionnalisation limitent la capacité des démocraties à en contrôler le résultat, tant le rôle des acteurs privés est majeur, et tant les États éprouvent, pour la plupart, des difficultés à en saisir les enjeux concrets[43]. Dès lors, la question de savoir si ces normes sont plus efficaces que les anciennes est très largement secondaire par rapport à celle de savoir si les autorités qui les produisent peuvent le faire sans rendre de comptes. En effet, il ne faudrait pas réduire le débat en cours à la seule question de la responsabilité de ces autorités dans le déclenchement et la brutalité de la crise actuelle, notamment celle des agences de notations.

Toujours est-il que cette transformation des normes de la finance nous incite à une relecture de l'histoire de la globalisation financière et de ses effets sur les politiques mais aussi sur le comportement des acteurs. Car au fond, c'est dorénavant bien plus « l'instrument de mesure qui fait la politique » (Chiapello [2005a, p. 371]).

42. On retrouve le même type de processus dans le cas des politiques d'immigration en Europe. Voir sur ce point : Boswell [2008].

43. La seule exception semble être là encore celle des États-Unis, qui ont décidé semble-t-il, après le sommet du G20 de Londres, de relâcher certaines règles comptables. Ils avaient aussi décidé de renforcer le contrôle des agences de notation dès 2006, avec le *Credit Rating Agencies Reform Act*.

Négliger leur importance serait ainsi nier l'impact des processus d'institutionnalisation de la finance globale sur la régulation du capitalisme contemporain. Ce serait, en quelque sorte, prendre la conséquence pour la cause, c'est-à-dire faire de la globalisation financière un *deus ex machina* commode de tous les maux contemporains, alors qu'elle est bien plus la conséquence de conflits sociopolitiques profonds ayant leurs racines dans l'économie américaine de la fin du XX^{e} siècle[44].

44. Mention à préciser pour les références à cet article : Grégory Vanel, « Les autorités épistémiques de la normalisation financière », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 137-159.

Chapitre 8

L'illusion prudentielle

Jacques Sapir

8.1 Régulation ou réglementation ?

La crise actuelle, survenant après celles de 1998, l'éclatement de la bulle Internet et les scandales Enron et Parmalat a suscité un nouvel élan pour la « régulation » (réglementation) des marchés. L'introduction de nouvelles règles et le durcissement des règles anciennes ont été discutés.

Cependant, les efforts ont été jusqu'à présent peu couronnés de succès, à l'exception d'un durcissement des règles concernant les « paradis fiscaux » ainsi que d'une volonté de limiter certaines rémunérations. L'absence d'un cadre commun aux principaux pays laisse apparaître la possibilité d'un accord global qui sera largement insatisfaisant.

Il ne fait cependant aucun doute que l'absence d'une réglementation efficace a joué un rôle dans la crise actuelle, même si on a tendance probablement à en exagérer les effets. Cela fait depuis plus de 20 ans que l'*International Organization of Securities Commissions* (IOSCO) a établi une liste des objectifs et des principes de la réglementation des marchés[1]. Une étude de 2007, soit antérieure au déclenchement de la crise, notait néanmoins les limites de cette réglementation[2].

S'il est clair que le cadre réglementaire peut et doit être amélioré, il nous semble illusoire d'en attendre une prévention effective des crises et encore plus leurs gestions dans un cadre et un contexte qui soit efficace. En fait, nous sommes en présence de ce que l'on peut appeler « l'illusion prudentielle », qui consiste à croire qu'une régulation complète, au sens où elle tiendrait compte

1. IOSCO, *Resolution on the Regulation of Securities Market*, Avril 1983 ; IOSCO, *Objectives and Principles of Securities Regulation*, septembre 1998. OICV-IOSCO, *Methodology for Assessing Implementation of the IOSCO Objectives and Principles of Securities Regulation*, Madrid, Octobre 2003.

2. Carjaval et Elliot [2007].

de toutes les possibilités, et parfaite, au sens où elle pourrait s'adapter à toutes les intensités de crise, soit possible.

Pourtant, cette illusion prudentielle est relativement répandue. Son extension est concomitante à la disparition – ou tout au moins à l'effacement relatif, des autres réglementations, et en particulier des réglementations prohibitives[3]. En fait, on parle d'autant plus de cette forme de réglementation, qui est une réglementation interne aux marchés, que l'on a progressivement abandonné, sous la pression idéologique de ces trois dernières décennies, le principe de réglementation extérieures au marché, qui en organisent la segmentation soit par activité soit par type d'agents.

Les dispositifs de la régulation prudentielle, en admettant qu'ils puissent être conçus dans des cadres dégagés de la pression d'intérêts particuliers, sont en effet régulièrement en retard sur le développement de l'innovation financière. Ceci provient de la logique dite *backward looking* qu'ils adoptent et qui prend comme base l'expérience des crises passées.

En admettant qu'ils puissent être améliorés, et qu'un accord international soit possible à ce niveau, ils ne seraient efficaces que contre une crise répétant strictement les erreurs des crises antérieures. Par ailleurs, la multiplication des signaux auxquels le régulateur est confronté, alors que ce dernier opère dans ce cadre *backward looking*, est une condition suffisante pour obtenir au mieux sa saturation cognitive et au pire des décisions inadaptées. Ceci constitue l'illusion prudentielle *ab exertitio* ou provenant des conditions d'exercice de cette réglementation.

Cependant, l'illusion prudentielle peut être aussi dite *absque titulo* en ceci que toute réglementation inclut des clauses de rationalité de la part des agents, qu'il s'agisse du régulateur ou des « régulés ». Ceci est d'autant plus vrai que, par construction, une réglementation prudentielle doit pouvoir être admise par la majorité des agents d'une place, voire de plusieurs places.

La mise en place de ces réglementations s'appuie donc, implicitement ou explicitement, sur un système d'incitation. Ce dernier, pour pouvoir être conçu, implique que l'on homogénéise les structures des préférences des agents, que ce soit dans l'espace ou dans le temps.

Or, l'instabilité des préférences individuelles est un phénomène aujourd'hui suffisamment bien décrit pour qu'il ne soit plus contestable dans une perspective réaliste. Il conduit à postuler non pas *une* rationalité, mais des rationalités qui sont toutes situées et contextuelles. Au vue de l'impossibilité de prévoir *a priori* tous les contextes possibles et imaginables, la réglementation sera toujours imparfaite et incomplète.

Dans ces conditions, une partie des espoirs actuellement mis dans le renforcement des réglementations apparaît comme mal fondée. Seule une réglementation se manifestant sous la forme d'interdictions, et limitant en cela le cadre des possibles, est susceptible de réellement limiter la prise de risque sur ces marchés.

3. Réglementations qui interdisent légalement certains placements ou certaines opérations financières, comme les « règles de placement » des compagnies d'assurance ou des OPCVM.

8.2 Les changements du système prudentiel

La réglementation prudentielle a pris une importance croissante sur les marchés financiers depuis le début des années 1980. Elle n'est cependant pas un fait complètement nouveau. Depuis le XVII^e siècle, on connaît l'existence de réglementations de place qui ont cherché à organiser les marchés financiers lors de leur émergence ainsi qu'à protéger les opérateurs contre des opérations délictueuses. Ces réglementations étaient à l'origine un ensemble de normes et de règles communes adoptées par les opérateurs[4]. Elles se sont développées dans un contexte de crises financières répétées, marqué en particulier par la « Bulle de la Mer de Chine du Sud » à Londres en 1720[5].

Cependant, c'est bien avec la fin du XIX^e siècle et le début du XX^e siècle que ces réglementations ont pris une importance sans cesse croissante. Leurs effets ont cependant été limités. La nécessité de réglementations extérieures aux marchés s'est cependant imposée avec la crise de 1929. Pour une part, ces réglementations sont venues appuyer les réglementations internes pour en renforcer l'effet, en particulier contre des opérations qui furent considérées comme délictueuses[6]. Pour une autre, ces réglementations ont pris la forme de réglementations prohibitives, qui ont visé à limiter l'innovation financière en en limitant les effets par la limitation des marchés sur laquelle elle peut s'exprimer et par la limitation du nombre des acteurs susceptibles d'intervenir sur ces marchés.

La réglementation prudentielle a connu un nouveau développement à partir de la fin des années 1970. Cette réglementation, qui correspond au concept anglais de *market regulation*, a pour objectif la stabilité de marchés financiers qui sont de plus interdépendants. Elle doit être distinguée des réglementations prohibitives qui, par l'interdiction de certaines opérations ou de certains agents, ont visé à une administration des marchés ainsi qu'à leur stabilité. La distinction entre les deux types de réglementation est ici importante et doit être rappelée.

8.2.1 De la prohibition à la prudence

Les crises financières résultent en effet de l'accumulation puis de la dissémination de créances douteuses dans l'ensemble du système financier. Sans un phénomène d'accumulation de créances douteuses il ne saurait y avoir de crises. Sans leur dissémination, cette crise resterait localisée. Ce phénomène est un moment essentiel dans la crise car il permet de comprendre la contamination qui se développe dans les principales places financières de la planète[7].

Si, aujourd'hui, tout le monde admet que la finance est devenue « folle » pour reprendre une expression souvent utilisée, elle le doit à un processus de

4. Bagehot [1917].

5. Carswell [1961].

6. Voir le cas des *bucket shops* qui furent interdits par la *Security and Exchange Commission* en 1933. Washburn et DeLong [1932] et Sread [1938].

7. Minsky [1986].

destruction institutionnelle parfaitement identifiable qui a visé les réglementations prohibitives et qui n'a laissé en place que les réglementations purement prudentielles. Et pourtant, « Bien que ce soit folie, cela ne manque pas de méthode[8] ». C'est bien dans ce processus de déréglementation que l'on doit chercher les origines de la prédominance de la valeur financière et comptable sur tout autre forme de valeur. En un sens, la finance ne s'est pas « dévoyée », mais on l'a dévoyée.

Un processus international. Ce processus est le produit des différentes étapes de la déréglementation bancaire et financière depuis 1980. Aux États-Unis, il a commencé en effet avec le *Depository Institutions Deregulation and Monetary Control Act* de 1980 qui a entamé le démantèlement des cadres réglementaires issus de la crise de 1929. Il a culminé avec le *Gramm-Leach-Bliley Act* de 1999[9] qui annulait le *Glass-Steagll Act* de 1933[10] et ouvert la porte à la fusion entre banques et assurances, au plus grand profit de CitiCorp. Il faut ici signaler que ce processus de déréglementation a été largement le produit d'un consensus bipartisan aux États-Unis. Le premier *Act* de 1980 avait été préparé durant la Présidence Carter (1976-1980) et le dernier de ces *Acts* le fut sous le second mandat Clinton (1996-2000). D'autre part, il faut aussi signaler des situations de collusion à très haut niveau. Ainsi, le Secrétaire au Trésor de l'Administration Clinton, Robert Rubin, qui se fit le plus vibrant avocat de ce changement, trouva dès 2000 un poste de conseiller auprès du Président de CitiCorp...

Un processus analogue a eu lieu en Europe, trouvant son origine dans la déréglementation de la City de Londres, bientôt imitée en France sous l'impulsion du Ministre des Finances socialiste de l'époque, Pierre Bérégovoy et renforcée en 1993 sous le gouvernement conservateur d'Édouard Balladur. Ces pratiques ont été consolidées à l'échelle européenne par diverses directives et renforcées par les principes adoptés au sein de la Zone Euro.

On rappellera ici que Nicolas Sarkozy avait demandé en 2005 une modification de la loi française sur les hypothèques afin de pouvoir imiter le régime américain des *subprimes* et du *Home Equity Line of Credit*, qui a été au cœur du déclenchement de la crise[11]. Plus généralement, depuis la fin des années 1990, on donnait en exemple aux Français coupables de se refuser à capituler

8. « Though this be madness, yet there is method in it ». W. Shakespeare, *Hamlet*, Acte II, scène 2.

9. *Federal Trade Commission* : http://www.ftc.gov/privacy/privacyiitiatives/financial rules.html (*Gramm-Leach-Bliley Act*).

10. Le *Glass-Steagall Act*, qui fut voté le 16 juin 1933, était typique de ce que l'on a appelé la réglementation prohibitive. Il organisait le système bancaire américain en distinguant soigneusement les activités de « crédit » des activités de « marchés » en réaction aux désordres financiers qui avaient provoqué la crise de 1929. Ses deux auteurs ont été le Sénateur de Virginie Carter Glass, qui en tant que secrétaire d'État au trésor avait créé la Réserve Fédérale en 1913, et le Représentant de l'Alabama, Henry B. Steagall, alors Président du Comité aux Affaires Bancaires et Monétaires de la Chambre des Représentants.

11. Déclaration de Nicolas Sarkozy du 17 mars 2005 faite à la Convention sociale de l'UMP, « Pour une politique de justice et de responsabilité », www.u-m-p.org/site/index.php/ump/

devant les sirènes de l'Euro-libéralisme les économies financiarisées comme la Grande-Bretagne, l'Espagne ou l'Irlande. Ce sont elles qui, aujourd'hui, sont les grandes malades de l'Europe. Par décence, on avait oublié de nous conseiller d'imiter l'Islande...

Pour autant, le processus de déréglementation continue, et il a aujourd'hui comme cadre principale l'Union européenne. En fait, le processus de déréglementation s'est renforcé en raison de la volonté de divers pays de se doter d'une place financière de stature internationale. Pour réaliser ce projet, il est clair qu'il convient de créer l'environnement le plus permissif possible aux activités bancaires. Cependant, l'intérêt d'avoir une place financière internationale est douteux pour la plupart des pays, à l'exception peut-être de petits pays, voire de micro-États. L'impact de Wall Street sur l'économie américaine, ou de la City de Londres sur l'économie britannique n'apparaît pas comme nécessairement positif.

Il faut ici rappeler que la déréglementation de la finance, qui se manifesta de manière pratiquement simultanée dans toutes les économies occidentales, conduisit rapidement à une première crise financière importante, le krach d'octobre 1987. Il fut suivi de la crise des caisses d'épargnes américaines, les *Savings and Loan*, qui a directement résulté des effets de la déréglementation[12]. Cette crise apparaît, sous un certain angle, comme un « prototype » de la crise actuelle. Même si elle fut cantonnée aux États-Unis, car elle survint avant que le phénomène de la titrisation des dettes ait eu massivement lieu, les atermoiements du gouvernement américain ont abouti à un coût très élevé pour stabiliser le système[13].

Une plus forte séparation de fait entre système financier et économie réelle. Ces mesures de déréglementation ont en effet permis le mélange des métiers de la finance et un développement incontrôlable de l'innovation financière et de la titrisation et une circulation des capitaux à court terme sans limites. Ce modèle se caractérise aussi par une trappe à spéculation induite par la finance déréglementée qui capture les profits et les éloigne de l'investissement productif. Cette trappe à spéculation rend illusoire toute tentative pour accroître l'investissement en comprimant les revenus salariaux. L'accroissement du taux de profit qui en résulte disparaît immédiatement dans la trappe spéculative, qui est le « trou noir » des économies réelles après avoir été le trou noir de la pensée des partisans des « réformes » de l'économie française.

Le vieil, et par ailleurs inexact, adage « les profits d'aujourd'hui sont les investissements de demain et les emplois d'après-demain » s'avère alors une illusion dangereuse. La complexification croissante des nouveaux instruments financiers a entraîné une opacité de plus en plus grande des transactions, sans que l'on puisse démontrer que ceci ait eu un impact positif sur l'investissement et le développement des entreprises non financières[14]. Ainsi, le développement

12. Barth [1991], White [1991].
13. Curry et Shibut [2000].
14. Le FMI indique ainsi : « ... some complex and multilayered products added little eco-

des institutions permettant aux banques de sortir de leur bilan un certain nombre d'opérations, s'il s'est avéré certainement profitable pour les dirigeants de ces banques et de ces institutions, n'a pas eu l'effet positif que l'on en attendait que ce soit pour les actionnaires ou de manière plus générale sur l'efficacité du système de crédit [15].

Elle a été aggravée par les nouvelles règles comptables (*Mark to Market*). Elle se traduit par des incertitudes sur la solvabilité des établissements et sur une détérioration de leur position générale. Le fait que ces règles établissent en principe une « juste valeur », définie par rapport à un marché « normal » [16], montre bien l'existence d'un problème conceptuel majeur dans ces règles. Supposées aider à stabiliser le marché et ses anticipations, elles ne peuvent fonctionner que si le marché est déjà stable, faute de quoi l'on ne peut discerner ce qu'est la « juste valeur ». Or, la condition de la stabilité du marché est, justement, que les titres se négocient à cette « juste valeur ». La confiance dans l'information qui détermine cette juste valeur suppose qu'elle soit réalisée sur le marché, qui ne peut cependant fonctionner qu'à cette juste valeur [17]. Cette logique de la circularité du raisonnement est typique du mode de pensée libéral d'inspiration néoclassique. Le caractère tautologique de la « Valeur Fondamentale », qui n'est qu'un autre des noms de la « Juste Valeur », a été montré par Édouard Challe [18]. Ceci n'est en rien nouveau et la limite de ce raisonnement, à la fois incapable d'appréhender le réel et se construisant en rupture avec tous les principes de la méthode scientifique, a été analysée par ailleurs dans un ouvrage plus ancien [19]. Le FMI, que l'on ne peut guère suspecter d'hétérodoxie économique, a signalé que ce concept de la « juste valeur » conduisait à accroître les risques d'instabilité financière [20].

C'est bien dans ce vide que sont venues les réglementations prudentielles, même si leur origine est antérieure, et même si elles ont pu cohabiter avec des réglementations prohibitives pour de nombreuses années. Elles découlent du double constat que d'une part le bon fonctionnement d'un marché « local » nécessite des réglementations adaptées et que, d'autre part, l'intégration de ces marchés financiers au niveau mondial pose de nouveaux problèmes aux autorités en charge de la réglementation [21]. La réglementation prudentielle a, régulièrement, été mise en défaut dans les crises qui se sont succédé depuis celle de 1987. On l'a encore vu dans les heures les plus brûlantes de la crise de septembre et d'octobre 2008.

---

nomic value to the financial system. Further, they likely exacerbated the depth and duration of the crisis », IMF, *Containing Systemic Risks and Restoring Financial Soundness*, Global Financial Stability Report, avril 2008, Washington DC., p. 54.

15. Il s'agit de ce que l'on appelle des *Special Purpose Vehicle*.

16. Financial Accounting Standards Board, "FASB InterprÉtation n°46. Consolidation of Variable Interest Entities", FIN 46R, Norwalk, Conn. Décembre 2003.

17. Brian et Walter [2007].

18. Challe [2007].

19. Sapir [2000].

20. FMI, *Containing Systemic Risks and Restoring Financial Soundness*, op.cit. p. 64, box 2.4. et p. 65.

21. OICV-OISCO, *Objectives and Principles...*, op.cit, mai 2003, p. 2.

Vers l'impuissance de fait des réglementations prudentielles. L'autorité des marchés financiers de Londres décida alors, devant la montée des risques, d'interdire provisoirement les ventes à découvert (*short selling*). Ce mouvement fut imité dans la nuit par la SEC de Wall Street[22], qui fournit alors une liste de 800 sociétés concernées par cette interdiction[23]. Rapidement, on assista à une course effrénée des grandes sociétés américaines pour figurer sur cette liste, qui constitue une garantie contre l'action des spéculateurs[24]. Cette mesure fut ensuite reprise par les autorités de surveillance des marchés financiers en Australie, Irlande, Suisse et France dans les heures qui suivront. Ainsi, au cœur de la crise, il se confirme que les autorités n'ont de cesse de réintroduire – ne serait-ce qu'à court terme – des réglementations prohibitives.

Ceci permet de pratiquer rétrospectivement une lecture critique des compliments qui furent longtemps adressés à la politique monétaire américaine. Bons spécialistes de la question, Michel Aglietta et Laurent Berrebi écrivaient ainsi en 2007 :

> « La loi FDICIA (*Federal Deposit Insurance Corporation Improvement Act*) a tiré les leçons des crises bancaires américaines des années 1980, dont la résolution a été très coûteuse pour les finances publiques (...). L'action correctrice précoce s'appuie sur une information exigeante fournie par les banques pour détecter les déviances par rapport aux performances normales. Toute alerte déclenche des inspections inopinées sur site. (...) C'est donc une démarche anticipatrice, intrusive et administrative »[25].

Devant un tel tableau idyllique, qui permettait aux deux auteurs de poser l'exemple américain en norme à suivre pour l'Europe[26], on s'étonne de ce que la crise ait pu avoir lieu. Avons-nous donc tous rêvé ? Et si les autorités américaines ont dû intervenir, catastrophe après catastrophe, dans une dramatique réédition des pathologies de la défense linéaire, que reste-t-il donc de cette « action correctrice précoce » et de la dimension « anticipatrice » de la démarche ?

La mythification des capacités prudentielles du système américain, que le déroulement des « folles journées » de septembre 2008 vient cruellement démentir, ne découle pas de l'ignorance. Aglietta et Berrebi connaissent fort bien le système qu'ils décrivent, et Michel Aglietta n'en est pas à son coup d'essai dans l'analyse des logiques du capitalisme financier. La confiance exagérée, et en réalité indue, dans le pouvoir des règles prudentielles découle d'une confiance plus globale dans le fonctionnement des marchés financiers. Ce n'est pas un

22. S. Kennedy, « SEC bans short selling hundreds of financial stocks. Regulator says ban is needed to protect market integrity; banking stocks soar » sur *Market Watch*, le 19/09/2008

23. La liste est consultable à cette adresse : http://www.marketwatch.com/News/Story/list-us-companies-whose-shares/

24. Alistair Barr « Companies try to scramble aboard SEC lifeboat. GE, CIT ask to be on list of stocks that can't be shorted, Amex may ask too » sur *MarketWatch* 19/09/2008

25. Aglietta et Berrebi [2007, p. 121].

26. *Id.*, p. 127.

hasard si Michel Aglietta a considéré, dès le début des années 1990, que la globalisation financière était une « aventure obligée » [27].

8.2.2 Critique de la régulation

C'est dans ce contexte international qu'il faut jauger la création de l'IOSCO. Cette dernière a certainement été un « moment fort » dans la sphère financière. Si le premier des défis auxquels l'administration en charge de la réglementation est confrontée est bien celui d'établir un cadre cohérent, ce dernier ne peut en réalité fonctionner dans la situation de globalisation des marchés financiers que nous connaissons que si une certaine coordination est assurée.

C'est pour faire face à ce deuxième défi que l'IOSCO, l'organisation regroupant les principales instances de réglementation au niveau international, a été créé. Son activité s'est étendue progressivement de la réglementation des marchés obligataires à celle des différentes activités financières, hors le fonctionnement des banques [28]. Cependant, ces documents ont été pour un temps réservés aux instances en charge de la réglementation dans les pays membres de l'IOSCO. Cette dernière n'a commencé à publier des documents qu'en 1989 [29]. Cette pratique s'est depuis systématisée.

Les objectifs de la réglementation prudentielle selon l'IOSCO. Les objectifs de la réglementation établie par l'IOSCO ont été de trois ordres et leur présentation dans les documents officiels révèle une priorité implicite :

- protection de l'investisseur (ou de l'acheteur d'un service financier) ;
- assurer que les marchés sont « justes », efficaces et transparents ;
- réduire le risque de système.

Ces objectifs ont ceci en commun qu'ils supposent tous que les marchés financiers puissent être efficients (au sens de Fama [30]) et que le rôle de la réglementation prudentielle est d'en assurer les conditions de bon fonctionnement de ces-dits marchés. Elles ne considèrent le risque de système que comme le troisième de leur objectif. Il y a pourtant fort à dire dans l'ordre des priorités établies par l'IOSCO.

La protection de l'investisseur (au sens de l'apporteur de capitaux) joue sur une confusion des termes. Si l'investisseur « réel », celui qui engage à la fois son capital mais aussi sa crédibilité et son savoir faire dans le développement d'une activité, peut être protégé à juste titre, en va-t-il de même avec qui vient engager un capital qui n'est souvent pas le sien dans l'espérance de surprofits ? Dans cette confusion, on met sur le même plan un investisseur et

27. Aglietta, Brender et Couderc [1990].

28. La première résolution de l'IOSCO date de 1983. IOSCO, *Resolution on the Regulation of Securities Market*, avril 1983.

29. IOSCO, *International Equity Offers - Summary of Report*, Report of Technical Committee, septembre 1989.

30. Fama [1970], Fama et French [1988]. Pour une analyse critique du concept, Walter [1996].

un spéculateur. Par ailleurs, même dans le cas d'un investisseur à long terme, les effets de l'activité qu'il développe sont susceptibles d'une telle diffusion, à la fois positive et négative, qu'il est tout à fait excessif de vouloir le faire bénéficier exclusivement de la totalité de la protection.

La seconde des priorités de l'IOSCO est tout aussi critiquable. Elle ne prend sens que si l'on part de l'idée que les marchés financiers sont normativement efficients, et que l'on pourrait au moindre coût transformer cette efficience normative en une situation réaliste. Le rôle de telles réglementations est en effet de redresser des asymétries d'information qui pourraient exister entre l'émetteur de la dette et son acheteur, à s'assurer que les informations fournies sont de bonne foi et que les opérations comptables ainsi que les mécanismes de règlement sont à même de fournir des transactions efficaces et sûres dans des cadres légaux qui sont stables et dont l'évolution est prévisible[31]. Dans le même cadre, elles doivent permettre de repérer rapidement les opérations frauduleuses afin de les interdire et de prévenir leur renouvellement. Enfin, ces réglementations doivent viser à assurer la possibilité pour des opérateurs d'entrer et de sortir du marché au moindre coût. Ceci est supposé renforcer la confiance des investisseurs et permettre le développement des marchés financiers.

Mais, que se passe-t-il si la transparence ne peut progresser à la même vitesse dans les différents compartiments du marché ? La recherche à tout prix de cette dernière est susceptible d'engendrer de nouvelles asymétries d'informations. Ces dernières seront d'autant plus redoutables qu'elles ne seront (et ne pourront) pas être perçues comme telles. La discipline de marché ne prend sens que si elle peut s'appliquer également pour tous les acteurs de ce marché. Si l'on considère, de manière réaliste, que l'égalité du marché est un mythe, alors il nous faut abandonner le principe de la discipline de marché comme principe régulateur de ce dernier. En fait, l'histoire même des spéculations et des crises, depuis la fameuse « folie » des tulipes jusqu'à la présente crise[32], montre l'inanité du recours à la « discipline du marché » comme formule salvatrice, dans la mesure où le moteur de cette dernière, la concurrence, est ce qui produit l'incertitude et les comportements déstabilisateurs.

Enfin, la notion de risque systémique qui apparaît en troisième position, mérite aussi d'être discutée. Tout d'abord, il conviendrait de définir ce qu'est le risque systémique. Est-il dans la crise de liquidité, telle que nous l'avons connue à la suite de la faillite de Lehman Brothers en septembre 2008 ? Ou bien réside-t-il dans une crise généralisée de solvabilité, qui toucherait plusieurs grands établissements bancaires dans le même temps ?

Par ailleurs, comment dissocier d'une part la solvabilité des ménages – qui est la base fondamentale de l'activité économique – du fonctionnement du système de crédit – qui peut constituer à certains moments un « bien public » – mais aussi de la solvabilité de certains grands établissements bancaires ? Ainsi, dans la crise actuelle, Dean Beaker a mis en avant la solvabilité des ménages comme étant l'objectif prioritaire sur lequel devaient porter les efforts des poli-

31. Black [2001].
32. Voir Gravereau et Trauman [2001].

tiques[33]. Malheureusement, comme l'a montré Howard L. Rosenthal dans une « lettre aux rédacteurs » de *The Economists' Voice*[34], les Républicains se sont toujours opposés à toute politique d'annulation des dettes. Howard L. Rosenthal indique pourtant que les fondements théoriques à une telle opposition ne sont pas vérifiés[35]. Historiquement, cette opposition ne fut surmontée durant le New Deal que grâce à la majorité massive dont disposaient les Démocrates au Congrès, puis aux changements au sein de la Cour Suprême dans le cours du second mandat de F. D. Roosevelt.

Cet exemple montre que l'objectif de prévention d'une crise systémique soulève un problème d'interprétation. Si on ne peut qu'être d'accord à un niveau très élevé de généralité, dès que l'on entre à un niveau plus proche de la réalité concrète sa mise en œuvre sera problématique. En fait, cet objectif peut être détourné de son sens initial si le rapport des forces s'y prête. On peut en effet aboutir à la garantie de la rente et des rentiers du système.

Les principes de la réglementation prudentielle. C'est donc à partir de ces trois objectifs que l'IOSCO décline une liste de 30 principes qui doivent être appliqués par les instances en charge de la réglementation prudentielle. La présence, dès le second titre de ces principes, de « l'autoréglementation » confirme bien que l'on est en présence d'un cadre qui se veut compatible avec toutes les pratiques de marchés. Or, cette autoréglementation va faire la part belle à la fois à l'expérience – et c'est ici que l'on aura le mécanisme de *backward looking* – et aux rapports de forces entre les agents.

Il faut cependant ici noter que, lorsqu'elles sont appliquées de concert avec des réglementations prohibitives dont l'objectif est bien de limiter la logique des marchés financiers, de telles réglementations ont bien leur intérêt. Les réglementations prohibitives, en organisant la segmentation des marchés et des acteurs, ont pour effet à court terme de limiter les risques de contagion, et à long terme d'encadrer et de canaliser l'innovation financière. Mais, quand elles restent les seules réglementations en vigueur à la suite du processus de déréglementation que l'on a indiqué plus haut, de telles mesures ne peuvent qu'avoir des effets très limités. De fait, dans l'ensemble des crises que la finance a connu depuis la crise de 1990 aux États-Unis, on a constaté l'incapacité de ces réglementations prudentielles à stabiliser les marchés et à prévenir ces crises. Dans le rapport du FMI déjà cité, un certain nombre de limitations ont été par ailleurs notées. Ainsi, le manque de pouvoir des instances de réglementation prudentielle y est souligné. C'est en particulier le fait qu'elle ne dispose pas des moyens juridiques d'une intervention immédiate et directe qui est ici visé. Ceci est particulièrement important dans le cas d'actions de la part du régulateur qui seraient à la fois rapides et réellement dissuasives, tel le retrait de licence, quand des opérateurs ne respectent pas les réglementations.

33. Baker [2008].
34. Rosenthal [2008].
35. Bolton et Rosenthal [2002].

Au-delà, même quand ces instances disposent d'un tel pouvoir juridique, la conduite des opérations de surveillance pose de redoutables problèmes en raison de l'explosion, tant quantitative que qualitative, des instruments financiers utilisés dans les différentes transactions. Nous avons là les effets d'une saturation cognitive que vient renforcer un processus de capture de l'autorité émettant les réglementation par l'agent qui doit normalement les appliquer. La complexité de certaines de ces opérations défie en réalité les moyens de supervision qui sont disponibles pour l'instance en charge de ces réglementations[36]. Il lui faudrait être partie prenante du commerce qu'elle entend ainsi réglementer. Il convient de préciser que le processus de complexification des opérations est directement le produit du démantèlement des réglementations prohibitives. On a ainsi ouvert un espace sans cesse plus grand et sans cesse plus libre à l'imagination des praticiens de l'ingénierie financière. L'évaluation de la liquidité des actifs soulève aussi un redoutable problème. Si on laisse le marché faire cette évaluation, on est confronté aux cas où la liquidité se retire totalement de ces marchés et des actifs, normalement liquides, perdent toute cotation et toute valeur.

Le problème de la contagion. Les observations qui ont été faites par les chercheurs du FMI viennent rejoindre des travaux théoriques qui montrent le risque de la contagion, et ce en dépit de toutes les réglementations prudentielles. Si un marché peut être, en effet, considéré comme un mécanisme permettant la diversification des risques[37], la possibilité de contagions s'y exprime avec une virulence toute particulière même si certains auteurs ont tendance à confondre diffusion et contagion[38]. On peut ici parler de contagion quand, à la suite d'un choc, on a une brutale corrélation positive entre les retours de divers investissements. Dans le cas où ces retours deviendraient négatifs ou simplement orientés à la baisse, on peut entrer dans un processus qui fut décrit par Minsky comme la *debt-deflation*[39].

Dans ce cas, l'effondrement d'un marché provoque l'effondrement d'autres marchés à travers un mécanisme qui mobilise alors la baisse des cours liée aux ventes massives des agents à la recherche de la liquidité. Ces ventes provoquent une sous-évaluation des actifs qui provoque d'abord une accélération de ces ventes quand on se rapproche du seuil de solvabilité de la firme, puis qui entraîne la défaillance de cette dernière. La faillite produit alors la dévalorisation d'une nouvelle chaîne d'actifs, et le processus peut se répéter, si ce n'est à l'infini, du moins tant qu'il existe des agents encore solvables sur le marché.

Si l'on a d'abord attribué ce phénomène de contagion à des « rumeurs »[40], dont la propagation était censée suivre les voies de la rationalité, on s'est rendu compte que, même dans un marché « parfait », un tel processus pouvait aussi

36. Carjaval et Elliot [2007, p. 11].
37. Herring et Santomero [2000].
38. Allen et Gale [2000], Nier, Yang, Yorulmazer et Alentorn [2007].
39. Minsky [1982].
40. Calvo et Mendoza [2000].

avoir lieu[41]. Dès lors, la contagion peut aller d'une institution financière vers d'autres sans que l'on ait à faire d'hypothèses particulières sur la nature du marché[42]. En fait, c'est bien une réaction dite rationnelle des agents individuels, qui cherchent, bien entendu, à diversifier leurs contacts et leurs sources de liquidité pour partager les risques, qui induit cette contagion qui risque de les emporter tous ensemble[43]. Très clairement dans ce type de situation, ce n'est pas sur la réglementation prudentielle que l'on peut compter mais, bien sûr, l'intervention discrétionnaire des États.

Si l'on ne saurait contester que la réglementation prudentielle soit nécessaire, et qu'elle doit être améliorée constamment, ceci conduit à douter de son efficacité ultime dans le cas d'une crise majeure ou dans celui de sa prévention. C'est pourquoi on peut parler d'une *illusion prudentielle* pour *qualifier les politiques qui veulent, en permanence, renforcer les cadres de cette réglementation et qui négligent ce faisant les réglementations prohibitives.* Cette illusion prudentielle peut affecter tout autant l'instance en charge de valider cette réglementation – en lui donnant l'illusion qu'elle contrôle tout – que l'agent opérant sur ce marché. Dans ce cas, cet agent sera induit à prendre d'autant plus de risque qu'il estimera – mais à tort – être protégé des conséquences de ces derniers. L'illusion prudentielle peut alors produire les mêmes effets que l'aléa moral.

Ce n'est pas en gommant toutes les imperfections d'un marché et en tentant de se rapprocher le plus possible du marché parfait des modèles que l'on évitera la crise, en raison des problèmes liés à l'exercice de ces réglementations. C'est ce que nous appellerons l'illusion prudentielle *ab exertitio.*

Par ailleurs, l'idée même d'un marché parfait où se déploierait une rationalité unidimensionnelle est très certainement à rejeter. La rationalité des agents, qui est normalement le moteur même de ces réglementations prudentielles, est en réalité changeante suivant les contextes. C'est ici que se place la seconde forme de l'illusion prudentielle, celle qui croit que tout irait mieux si nous nous rapprochions de cette perfection. C'est l'illusion prudentielle que nous appellerons *absque titulo.*

8.3 Les deux formes de l'illusion prudentielle

La crise de 1998 et ses développements à Wall Street (la faillite de LTCM notamment), puis les crises ultérieures ont mis en lumière les déficiences des cadres prudentiels dans les marchés qui, pourtant, passent pour les mieux réglementés du monde. Notre hypothèse est ici qu'il ne s'agit pas simplement, ou même principalement, d'erreurs ou d'imperfections. Si les réglementations prudentielles ont ainsi failli, c'est parce qu'il ne pouvait pas en être autrement. Elles sont en effet radicalement insuffisantes à contrôler les marchés financiers

41. Goldstein et Pauzner [2004].
42. Cifuentes, Ferruci et Song Shin [2005].
43. Gallegati, Greenwald, Richiardi et Stiglitz [2008].

et, ce qui est peut-être pire, elles donnent à leurs opérateurs un faux sentiment de sécurité qui peut très bien fonctionner comme une incitation à prendre des risques supplémentaires.

L'illusion prudentielle fonctionne ici aussi bien pour l'instance chargée de cette réglementation, qui peut croire qu'elle contrôle réellement la situation, que pour les agents soumis à ces règlements et qui peuvent croire qu'ils sont garantis contre tous les risques possibles. C'est bien cette double face de l'illusion prudentielle qui la constitue comme l'une des illusions de marché les plus dangereuses.

8.3.1 L'illusion prudentielle *ab exertitio*

Il existe dans la littérature une puissante métaphore de cette illusion prudentielle dans l'un des romans de Joseph Conrad : *Typhon*. Le capitaine du navire se refuse à croire son baromètre et à détourner son bateau devant une aggravation brutale des conditions météorologiques car, dit-il, comment justifierait-il devant l'armateur le surcroît de carburant consommé pour éviter une tempête qu'il n'a pas affrontée ? Continuant ainsi sa route, il se heurte à un typhon terrifiant dont la description est l'une des pages d'anthologie de la littérature maritime, et la littérature tout court.

Le premier problème que pose donc l'établissement de toute réglementation prudentielle est donc qu'elle se construit sur l'image des crises du passé et non de celles de l'avenir. Qu'un événement réellement inattendu survienne et elles seront alors prises au dépourvu. Ainsi, le développement des « quasi-banques » que sont devenus les fonds d'investissement et les SPV a-t-il modifié radicalement la donne dans les années 1990 et après. La réglementation prudentielle encadrait bien les banques de crédit mais non les banques d'investissement et surtout pas les nouveaux acteurs de la finance. Ces derniers sont les produits de l'innovation financière telle qu'elle s'est développée depuis la fin des années 1980. En admettant que, aujourd'hui, la régulation s'adapte à cet état de fait, elle ne fera qu'encadrer les activités telles qu'elles étaient à la veille de cette crise, en 2007, et non de la prochaine.

Ce problème vient alors rencontrer celui de l'information à partir de laquelle ces réglementations sont censées être mises en œuvre. Si l'on fixe, comme le fait l'IOSCO, à la réglementation prudentielle la fonction d'établir des gardes fous dans le fonctionnement des marchés pour que ces derniers restent « efficaces », alors se pose la question de savoir à partir de quand le fonctionnement d'un de ces marchés diverge-t-il avec la norme établie, et ce quelle qu'elle soit. C'est donc sur la capacité des autorités assumant cette fonction de réglementation prudentielle à identifier correctement à travers les informations qui leurs parviennent la situation, et à agir dès lors en conséquence que doit se concentrer notre attention.

Ceci soulève immédiatement la question de la nature de l'information et des processus informationnels. On constate que la réduction de l'information au signal est porteuse d'une lourde aporie positiviste. Quand bien même cette

réduction n'est pas faite, et que l'on admet que le signal doit être traité pour en extraire l'information, c'est la nature de ce processus qui pose problème. La part donnée au connaissances dites « objectives » ne permet pas de mesurer l'ampleur du subjectif. C'est surtout son mélange indissoluble avec ce que l'on appelle « l'objectif » qui interdit de considérer que les décisions peuvent être prises uniquement sur la base d'informations dites « objectives ».

Limites informationnelles. En profondeur, ces réglementations s'appuient sur l'idée que l'information « vraie », car ayant des bases d'objectivité, est l'information « juste ». Or, l'information est, avant tout, la *combinaison d'un signal et des conditions matérielles et psychologiques de sa réception.* Un exemple, emprunté à l'histoire militaire, le prouve.

L'exemple en question n'est autre que celui, bien connu, de la détection, le 7 décembre 1941, par un radar des avions japonais se préparant à attaquer Pearl Harbor et de l'absence de prise en compte de cette « information »[44]. Nous savons aujourd'hui que les opérateurs de l'un des 6 radars appartenant à l'Armée (l'aviation américaine étant à cette époque rattachée à l'Armée de Terre) détecta de 6 h 45 à 6 h 58 l'hydravion de reconnaissance catapulté depuis un des croiseurs japonais escortant les porte-avions (le IJN *Tone*). Cet appareil venait confirmer la présence de la flotte américaine à sa base. Puis, de 7 h 02 à 7 h 40 le trajet de la formation composant la première vague de l'attaque japonaise fut suivi au radar, sans cependant que les opérateurs ne soupçonnent la réalité et la gravité de la situation[45]. Ceci demande à être expliqué, et il nous faut alors entre dans les détails des événements.

L'opérateur radar communiqua à deux reprises ses observations à l'officier de garde au quartier général, mais sans que ce dernier ne déclenche une alerte générale. L'un des responsables de la commission d'enquête, l'Amiral King, devait conclure à :

> « Un sentiment injustifié d'une immunité quant à une attaque... qui semble avoir pénétré tous les grades à Pearl Harbor, de la Marine comme de l'Armée »[46].

L'historien américain Samuel Eliot Morison remarque, quant à lui, que les tentatives de sous-marins de poche japonais de pénétrer dans la rade de Pearl Harbor avaient été détectées dès 6 h 00 du matin. Rien, dans ces conditions, ne peut légitimement justifier l'inaction des officiers de garde. Pourtant, la dé-

44. De nombreux ouvrages traitant de l'attaque de Pearl Harbor relatent cette anecdote de manière plus ou moins romancée. Les sources utilisées ici sont d'une part le vol. III de l'histoire des opérations navales américaines dans le second conflit mondial, S.E. Morison, *History of United States Naval Operations in World War II - Volume III - The Rising Sun in the Pacific*, Boston, Little, Brown & company, 1988 (première édition 1948), p. 136-9 et d'autre part Joint Congressional Investigating Committee, US Congress, *Pearl Harbor Attack*, US-GPO, Washington DC, 40 vol., 1946, et en particulier part. 1, p. 39-40 et part. 25.

45. Un croquis représentant les observations radars se trouve dans S.E. Morison, *The Rising Sun...*, *op.cit.*, p. 137.

46. *Idem*, p. 138.

construction de la séquence des événements permet de mieux comprendre ce qui s'est passé. Si l'on met de côté pour l'instant l'incident relatif aux sous-marins, la séquence à la forme suivante:

1. Un opérateur détecte non directement un avion mais ce que l'on nomme en argot technique un « écho » ou un « blip ». Cet opérateur a cependant suffisamment confiance en son radar pour attribuer cet « écho » à un objet matériel et non à un dysfonctionnement du système. Le premier signal humainement perçu a ainsi été traité par une connaissance technique pour aboutir à une information quant à la détection d'un ou de plusieurs avions. C'est cette information là qu'il va transmettre (par téléphone) à l'officier de garde.
2. Pour ce dernier, l'appel constitue à nouveau un signal et non point une information. De plus, ce signal est indirect car il ne voit pas matériellement l'écran radar et doit s'en remettre à la description que lui en fait l'opérateur. Pour traiter ce signal, il fait appel à des connaissances dont certaines sont de nature objective et d'autres relèvent de sa subjectivité. Les éléments objectifs à sa disposition sont alors :

   (a) Les radars sont, aux États-Unis, des instruments nouveaux, réputés fiables mais testés depuis peu de temps. Leur précision est peu connue et leur usage est loin d'être entré dans les mœurs.
   (b) Des bombardiers américains B-17 se dirigeant vers les Philippines doivent faire escale à Pearl Harbor. Ils sont attendus à peu de choses près dans la tranche horaire qui correspond à la seconde détection. De fait, ces B-17 arriveront bien en plein au milieu de l'attaque japonaise mais en suivant une route un peu différente de celle de la première vague des attaquants.
   (c) Comme l'essentiel de ses camarades, cet officier est persuadé que la Marine Japonaise est incapable de mener des opérations loin de ses bases. Il est par ailleurs de connaissance commune que les Japonais s'apprêtent à attaquer la Malaisie et sans doute les Philippines. Une action contre les îles Hawaï est donc exclue...
   (d) L'officier de garde est seul – on est dimanche matin – et de grade peu élevé. Il sait qu'il sera relevé par des officiers de grade supérieur dans quelques minutes (la relève est prévue pour 8 h 00 et, de fait, les officiers de la relève se présenteront vers 7 h 50). Il décide donc de s'en remettre à l'opinion de ses supérieurs.

L'élément subjectif de la connaissance de l'officier de garde va donc modeler son attitude quant aux éléments « objectifs ». Ainsi va-t-il privilégier l'hypothèse que l'écho radar correspond aux B-17 attendus. Mais, cet élément subjectif est lui-même influencé par deux éléments objectifs : la solitude de l'officier de garde en ce dimanche matin (il doit prendre sa décision seul, sans en débattre avec un autre officier) et son peu de familiarité avec la technique nouvelle du radar. En particulier, il en mesure mal le pouvoir de discrimination et semble

avoir pensé que les informations de distance et d'azimut étaient formulées dans des termes très généraux, ce qui n'était pas le cas. Aussi, la divergence cognitive implicite entre le message de l'opérateur, qui indique que l'écho radar est situé au nord de l'île et sa connaissance personnelle que les B-17 vont venir de l'Est, n'est-elle pas relevée.

Quant à l'opérateur, ce matin-là un simple soldat en train de s'entraîner au maniement du radar, il lui est psychologiquement impossible d'aller contre l'avis d'un officier supérieur qui se réfère par ailleurs à une connaissance d'ordre secrète (l'arrivée prochaine des B-17 n'était connue que d'un nombre restreint d'officiers). Il est probable que lui-même partage ce fameux « sentiment d'immunité ». De même, le premier écho radar repéré, qui correspond à l'hydravion d'observation envoyé par un des croiseurs de la flotte japonaise ne donne pas lieu à un rapport. L'opérateur radar a pensé qu'il s'agissait de l'un des nombreux vols de patrouille et d'entraînement que la flotte américaine réalisait dans cette période. Ainsi, la décision de l'officier de garde satisfait-elle tous les agents concernés par cette « boucle » informationnelle. Tous ont alors le sentiment qu'une réponse rationnelle a été fournie à leurs questions. Mais une réponse rationnelle n'est pas nécessairement une réponse juste...

Ces éléments objectifs se mêlent à des éléments subjectifs. Les responsables militaires présents à Pearl Harbor, s'ils s'attendaient à une ouverture prochaine des hostilités avec le Japon[47], étaient convaincus que les opérations seraient concentrées sur les Philippines et sur la Malaisie. En effet, la Marine Américaine ne créditait la Marine Japonaise que de la capacité à monter une, voire deux, grandes opérations dans le même temps. Cette erreur sur les capacités des forces japonaises s'est cependant accompagnée d'une erreur quant aux intentions des Japonais. La détection de convois japonais depuis le 5 décembre confirmait la forte probabilité d'actions japonaises vers les Philippines mais aussi vers la Malaisie. L'idée d'une attaque sur le territoire américain fut donc écartée, à la fois parce que les informations disponibles épuisaient les capacités supposées des forces japonaises mais aussi parce qu'une telle attaque fut rejetée pour des raisons essentiellement subjectives. Il est clair que l'on a ici à la fois un élément de nature « objective » (la détection des convois donnait une idée assez précise de leur nombre et de leur destination probable) et un élément de nature subjective (ce que l'on prête aux Japonais comme capacités d'action). Le mélange entre les deux niveaux est ici suffisamment subtil pour qu'il ne soit pas perceptible. Le commandement américain a donc eu le sentiment qu'il prenait ses décisions sur une base « objective ».

Pour sa part, l'officier a eu aussi le sentiment de prendre sa décision sur des éléments objectifs. La connaissance de l'arrivée des B-17 justifiait dans son esprit sa réponse à l'opérateur radar et ce, alors même qu'il incluait dans sa décision des éléments subjectifs. L'idée d'une attaque sur Pearl Harbor, même si elle avait été évoquée dans plusieurs exercices menés dans les années 1930,

47. Le Chef d'État-Major de la Marine américaine avait ainsi envoyé le 27 novembre 1941 un message « d'avertissement de guerre », Joint Congressional Investigating Committee, US Congress, *Pearl Harbor Attack*, op. cit., part. 14, p. 1406.

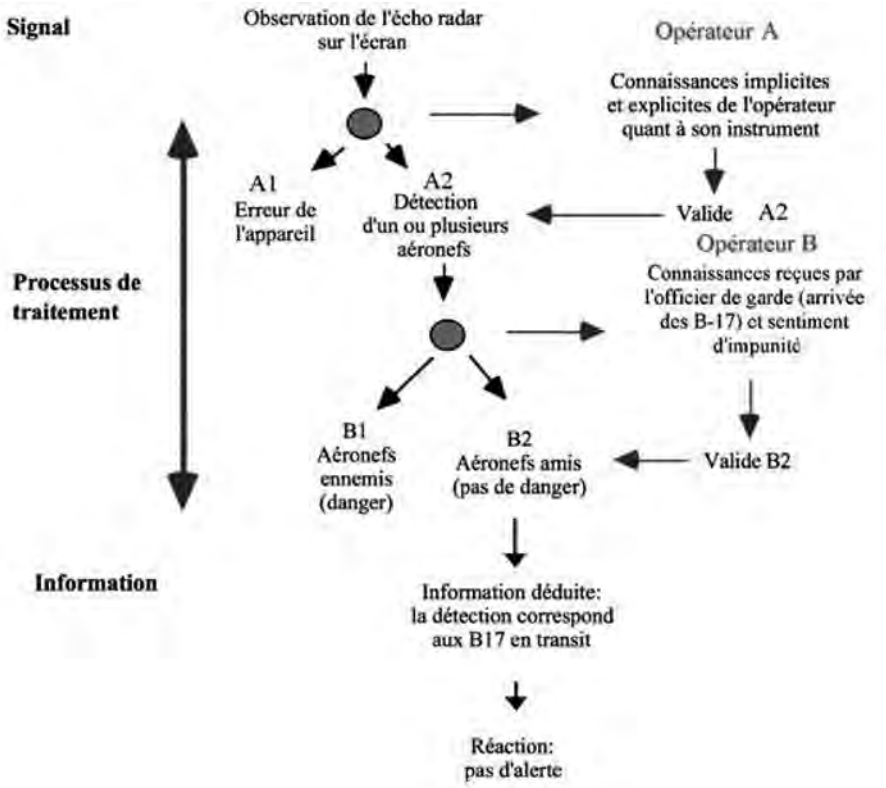


FIG. 8.1 – *Schéma du cheminement du signal à la connaissance.*

était progressivement tombée en désuétude en raison des signes évidents de la préparation d'une attaque japonaise massive sur les Philippines. C'est ici que joue le sentiment de supériorité des officiers américains, qui s'enracine d'ailleurs sur un préjugé de type raciste, et que l'on retrouve le « sentiment d'immunité » que dénoncera l'Amiral King.

La formulation de l'information est elle-même perturbée par le jeu des dits et des non-dits. Les croyances des acteurs ne sont pas seulement affectées par les sources externes (qui fournissent des signaux et non des informations) mais par le mouvement de remise en cause des ordres de croyances qu'induisent les signaux.

L'importance de la subjectivité des acteurs est donc essentielle pour comprendre le déroulement des chaînes cognitives. Cette subjectivité est influencée par la situation personnelle de ces acteurs, mais aussi par le système de croyances au sein duquel ils opèrent. Il est ainsi rare que ces agents veuillent prendre le risque de s'opposer à un système de croyance, ou du moins à l'un de ces croyances qui, à un moment donné, fait convention. En ce sens *l'approche cognitive est partie prenante du paradigme subjectiviste* où l'on retrouve autant Keynes, celui du *Traité des Probabilités* comme celui de la *Théorie Générale* et de la métaphore du concours de beauté, que Shackle[48] ou Hayek[49].

La première leçon qu'il nous faut donc tirer est qu'il est, si ce n'est impossible, du moins très difficile de faire abstraction de l'ensemble des croyances qui imprègnent le milieu dans lequel on opère. Même quand ceci est possible, il est rare que l'on trouve un agent qui prendra le risque d'affirmer une position radicalement différente de celle de la majorité.

Ainsi peut-on comprendre pourquoi les signaux avant-coureurs des crises sont-ils presque systématiquement ignorés, du moins à l'intérieur de la communauté la plus menacée. Supposer donc que la réception d'un signal soit équivalente à la maîtrise d'une information, c'est-à-dire à l'acquisition du renseignement qu'elle contient et son intégration aux connaissances existantes, est une erreur grave. Cette erreur procède de la croyance en la nature « objective » de l'information, qui elle-même procède d'une assimilation entre monde réel et objectivation de ce monde qui serait susceptible de nous permettre un accès « direct » à la réalité[50]. C'est l'erreur positiviste, qui ici révèle toute sa nocivité.

La surprise et l'invalidation des connaissances acquises. Supposer donc que la réception d'un signal soit équivalent à la maîtrise d'une information, c'est-à-dire à l'acquisition du renseignement qu'elle contient et son intégration aux connaissances existantes, est une erreur grave.

Les modifications de l'environnement, qui sont « réelles » au sens maintenant où elles traduisent l'existence de mouvements qui sont indépendants de notre compréhension et de nos perceptions, émettent quant à elles des signaux.

48. Shackle [1949].

49. Un bon résumé de l'approche de l'école autrichienne dans le domaine de la connaissance se trouve dans l'article de Lachman [1976].

50. Voir Lawson [1989].

Nous pouvons être insensibles à ces derniers comme nous pouvons les remarquer. Mais par définition nous ne pouvons prendre en compte que ceux que nous remarquerons, soit directement soit par l'intermédiaire d'appareils. Le lien entre le signal et le mouvement qui lui a donné naissance doit alors être reconstruit, et il ne peut l'être qu'à partir de savoirs déjà existants, qui sont alors validés ou invalidés. Quand, dans le langage courant, nous recourons à la formule de « fait » ou de l'information « objective », nous ne faisons que supposer l'existence d'un lien admis par tous et faisant alors partie d'une connaissance commune à l'ensemble des agents concernés. Cela ne veut pas dire que le processus d'interprétation du lien entre signal et ce mouvement du monde réel qui va constituer l'information n'ait pas eu lieu, mais qu'il a été automatique, voire inconscient. Surtout, il peut aboutir à une mauvaise interprétation sans que nous en ayons conscience.

Il résulte de ceci que toute information est le produit d'une interprétation, et que cette interprétation ne peut se faire que sur la base des connaissances existantes. Que ces dernières correspondent effectivement à un état de la science ou bien qu'elles constituent des conjectures dépendantes de l'idéologie dominante à cet instant, ce que l'on appellera une convention, importe peu. Or, l'événement qu'indique le signal peut très bien correspondre soit à quelque chose de radicalement nouveau, soit à quelque chose qui n'est pas pris en compte dans l'idéologie ou dans la représentation dominante. Dans le premier cas, la base « scientifique » de notre connaissance se trouve être incomplète. Dans le second, ce sont nos représentations qui vont se trouver invalidées. Ces deux cas cependant correspondent à une surprise radicale, qui ne peut être traitée par des règles préexistantes mais qui va exiger de l'acteur un réel travail d'innovation.

C'est ici que toute la force du raisonnement tenu par G. Shackle dès 1949 se révèle. Il soutenait qu'il y avait une différence fondamentale entre un événement plausible mais peu probable (le *counter-expected*) et un événement imprévu (l'*unexpected*). Le premier ne fait qu'invalider l'ordre que nous avions fixé aux différents futurs. Le second vient réellement invalider notre conception du futur et nous confronte à l'incertitude radicale[51]. Or, c'est bien à cela que l'on reconnaît une véritable crise. On peut ici redessiner les contours d'une théorie des crises par la séparation entre le « normal » (il arrive ce qui était prévu), « l'anormal » qui correspond à un événement plausible mais peu probable et qui serait alors l'équivalent de ce que, dans la théorie de la régulation, on a coutume d'appeler une « petite crise », et « l'imprévu » qui correspond alors à la crise au plein sens du terme[52].

En fait, le décideur potentiel ne se livre pas à une comparaison minutieuse de toutes les options disponibles, il tend à se focaliser sur la meilleure et la plus mauvaise des hypothèses qu'il peut formuler. Cela le conduit à réfuter l'idée d'un ordonnancement précis des préférences, d'une échelle transitive et stable, dès que la décision implique des critères multiples[53]. Cette multiplicité,

51. Shackle [1949].
52. Lordon [2002].
53. Shackle [1986, p. 283].

ce qu'on a appelé ici la « multi-dimensionnalité » est alors associée chez Shackle à la complexité du monde réel opposée à la vision du monde néoclassique. De cette complexité découle alors le fait que *la décision n'est pas seulement un processus délibératif mais une forme d'engagement moral*. Dans ces conditions, l'opérateur peut être amené à opérer des *sauts qualitatifs* dans son processus de décision, ce qui *invalide radicalement la notion de fonction continue*[54]. Dans le domaine financier, c'est bien cette irruption de l'imprévu qui va déclencher la préférence absolue pour la liquidité et qui peut conduire à l'effondrement du système.

Toutes les réglementations prudentielles cherchent à prévoir le futur et, pour cela, regardent le passé parce qu'il n'est pas d'autres moyens. En cela, elles font œuvre utile en temps normal. Mais, elles vont s'avérer par nature déficientes dès qu'il s'agira de répondre à l'imprévu (l'*unexpected*). Elles peuvent même contribuer à aggraver la situation, que ce soit par le sentiment de sécurité indue qu'elles confèrent aux agents et qui va contribuer à des représentations qui seront nécessairement décalées par rapport à l'importance de la crise, ou que ce soit par leur mise en œuvre qui risque, dans certains cas, de rendre cette dernière encore plus grave. C'est bien ici le premier de ces effets qui est le plus préoccupant. Les réglementations prudentielles sont susceptibles d'encourager si ce n'est une paresse du moins une moindre réactivité en raison du sentiment de sécurité qu'elles induisent et qui n'est nullement justifié.

La saturation du système cognitif de l'agent et l'illusion de la réduction statistique. L'accès en temps réel à des signaux de plus en plus complexes et au contenu potentiellement surprenant fait brutalement surgir de nouvelles opportunités qui n'avaient pas nécessairement été prises en compte au début du processus de spéculation. Nous sommes bien ici dans le domaine de l'incalculable.

Seules des règles heuristiques peuvent avoir une quelconque valeur. Le renforcement des éléments susceptibles d'être mobilisés ex-post pour contester une décision accroît la pression sur le décideur de manière asymétrique. L'accroissement des moyens de collecte, de transmission, et de stockage des signaux que permettent les moyens informatiques peut aboutir à une forme perverse du contrôle. L'illusion de transparence qui se met en place est contre-productive tant du point de vue du contrôleur (le Principal) que du contrôlé (l'Agent).

De fait, un des grands théoriciens contemporains de la stratégie, Martin van Creveld a montré l'existence de « pathologies informationnelles » que les systèmes de transmission et de commandement peuvent engendrer[55]. Comme le flot de signaux que l'on peut collecter est difficile à analyser en dehors de tout traitement initial, il se produit alors une forte tendance à vouloir transformer ces signaux en statistiques. Le coût cognitif de la réduction d'éléments qualitatifs en éléments quantitatifs est généralement sous-estimé :

54. *Idem*, p. 286.
55. Van Creveld [1985, p. 252 et ssq].

> « Les statistiques, même quand elles sont précises, ne peuvent se substituer à une connaissance en profondeur d'un environnement (...). Son absence tend à transformer de réels problèmes militaires ou politiques en de faux problèmes techniques. Quoique les assemblages de chiffres qui sur une imprimante d'ordinateur puissent sembler exhaustifs et précis, leur signification est souvent ambiguë : par exemple une baisse du nombre d'incidents peut signifier (entre autres choses) soit que l'ennemi est en passe d'être défait soit que les forces amies ne sont pas heureuses dans leurs tentatives pour le localiser et le forcer à se battre. Comme le modèle qui est l'objet de l'analyse statistique ne devient perceptible qu'à un niveau relativement élevé de la hiérarchie, la confiance en une telle analyse est en elle-même une contribution à la centralisation et à la pathologie informationnelle dont la centralisation peut être la cause« [56].

Martin Van Creveld écrivait ces réflexions à partir de son analyse de la guerre du Vietnam. Michael Schrage aboutit en 2003 à des conclusions identiques, à partir de sa comparaison entre la faillite du fond spéculatif LTCM en 1998 et les formes de commandement développées dans l'armée américaine lors des opérations au Kosovo (1999) et en Afghanistan (2001/2002) [57]. Le risque de centralisation excessive, avec son effet de pathologie informationnelle, a été plutôt renforcé qu'amoindri par le développement et la diffusion des moyens informatiques qui s'étend désormais aux niveaux les plus bas de la hiérarchie.

Le tableau comparatif que dresse Van Creveld des guerres de 1967 et 1973 au Moyen-Orient est aussi extrêmement instructif. En 1967, dans une armée israélienne qui n'avait pas encore été inondée par le flot matériel de l'aide américaine, le recours à l'information humaine, au contact direct, permit aux commandants en chef des principaux secteurs de se doter d'un « télescope directionnel » [58]. Ce terme signifie la capacité de concentrer la collecte de signaux sur certaines sources au détriment d'autres, qui sont délibérément ignorées. Le Général Gavish considérait ainsi « rien ne remplace le fait de regarder un subordonné dans les yeux, à entendre le son de sa voix » [59]. Ainsi, des éléments implicites peuvent s'avérer plus importants que des éléments explicites.

Van Creveld montre ainsi comment durant les deux premiers jours de la guerre de 1973, les structures de commandement israéliennes furent noyées dans une mer de signaux, souvent discordante et difficile à interpréter. L'accès à des moyens radio bien plus sophistiqués qu'en 1967 accentua l'effet pervers de cette masse. Ceci aboutit à nier le progrès technique que représentaient ces moyens modernes de communication. Le fait qu'un officier supérieur tenta (et réussit) une reconnaissance aérienne en hélicoptère pour essayer de se faire une idée

56. *Idem*, p. 253.
57. Schrage [2003, p. 7-8].
58. Van Creveld [1985, p. 197-202].
59. Van Creveld [1985, p. 199].

plus précise de la situation établit ici un parallèle saisissant avec la fameuse reconnaissance aérienne faite par le général Weygand en juin 1940. Dans les deux cas le commandement se trouve pris dans un « brouillard informationnel ». Ceci montre que l'accroissement des moyens de collecte quantitative des signaux ne diminue pas l'incertitude contrairement à ce qui est couramment affirmé. En fait, comme le soulignait Herbert Simon :

> « Dans un monde où l'attention est une ressource rare, l'information peut être un luxe coûteux, car elle détourne notre attention de ce qui est important vers ce qui est secondaire. » [60]

Or, ceci est d'autant plus vrai que la situation laisse le choix « ouvert ». Ici encore, on peut donner la parole à Herbert Simon :

> « Si les possibilités dans une situation de choix ne sont pas données mais doivent être découvertes ou inventées, et si le nombre des possibilités est très élevé, alors un choix doit être fait avant que toutes les possibilités aient été examinées. » [61]

Il est extrêmement intéressant de constater que l'histoire de la spectaculaire faillite en 1998 du fond spéculatif LTCM contient des éléments convergents avec l'analyse militaire sur ce point. La structure de LTCM était basée sur l'hypothèse d'une maîtrise supérieure du marché des titres obligataires par la combinaison de l'expérience de son fondateur, John Meriwether, et des techniques d'analyse quantitative développées par les deux Prix Nobel, Robert Merton et Myron Scholes, qui étaient ses associés. LTCM était certainement la firme la mieux équipée, techniquement et intellectuellement, pour collecter les signaux émis par le Marché Financier Global résultant des diverses dérégulations des années 1980. Le problème, bien identifié par Ian Kaplan – un spécialiste des logiciels de finance quantitative – est que ces instruments sont incapables de prévoir les changements de régimes qui surviennent dans les marchés financiers [62]. L'analyse fournie par David Schireff du *Risk Institute* n'est pas différente [63].

Il est donc trop facile de se cacher derrière l'argument de l'irrationalité des marchés ou celle des acteurs durant une crise spéculative. Cette « irrationalité », ou du moins ce qui paraît tel aux yeux des économistes « objectivistes » est connue depuis longtemps et aurait dû être prise en compte. Ensuite, cette irrationalité n'est qu'un mot qui recouvre, sans le décrire parfaitement, une situation où les structures mentales des acteurs sont brutalement déstabilisées. Elles peuvent l'être du fait de la saturation cognitive qu'induit le flux des informations, et qui va les pousser à prendre des décisions « conventionnelles ». Elle

60. Simon [1978, p. 13].
61. Simon [1972, p. 168].
62. Kaplan [2000].
63. Voir « Lessons from the collapse of hedge fund Long-Term Capital Management » : risk.ifci.ch/146490.html

peuvent aussi l'être parce qu'ils maîtrisent mal les instruments censés les aider dans la décision, et se retrouvent, comme l'officier de garde à Pearl Harbor, prisonnier d'une connaissance imparfaite et d'un système de préjugés.

Elles peuvent l'être enfin à la suite d'une surprise qui a confronté les décideurs avec un événement qu'ils considéraient comme incalculable. Si l'on ajoute à cela le fait que les règles sont constituées sur la base des expériences passées, on comprend alors mieux pourquoi l'interaction règles/acteurs qui est centrale dans toute réglementation prudentielle est alors prise en défaut dans le cas d'une crise relevant de l'incertain et non de l'imprévu [64]. Cette interaction peut se révéler par ailleurs efficace tant que l'on reste dans un environnement dit « normal » voire dans un environnement imprévu. Et c'est d'ailleurs même la relative efficacité de l'interaction règles/acteurs dans ces cas qui va créer l'illusion de son efficacité générale, que viendra alors brutalement démentir l'incertitude.

Dans ces conditions, un acteur sera particulièrement sensible à un signal discordant. Il pourra soit l'occulter complètement, soit au contraire lui donner une priorité de traitement, suivant les circonstances [65]. Pour comprendre ce possible basculement, il faut alors faire appel à la notion de dissonance cognitive [66].

Cette dissonance, qui se manifeste par exemple sous la forme de la surprise, joue un rôle décisif dans le comportement de l'agent. Il peut refuser la dissonance en refusant de percevoir le signal ou en refusant les interprétations du signal qui conduisent à l'interprétation impliquant la dissonance. En fait, on assiste, suite à un événement qui constitue une « surprise » au sens donné par Shackle à ce terme, à l'émergence d'un nouveau contexte au sein d'une communauté d'opérateurs. Ce nouveau contexte modifie brutalement la structure des préférences individuelles, substituant une priorité à une autre.

8.3.2 L'illusion prudentielle *absque titulo*

Ceci nous permet d'aborder une seconde critique portée aux réglementations prudentielles. Dans leur forme actuelle, qui exclut pour l'instant toute réglementation prohibitive sur les marchés, elles reposent sur l'hypothèse de rationalité des agents. Il faut en effet supposer une rationalité de type optimisatrice ou procédurale (mais pas les deux) pour pouvoir mettre en œuvre le système d'incitation (qui comporte bien entendu aussi des incitations négatives) sur lequel vient se fonder une règle prudentielle.

En ceci, la réglementation prudentielle est conforme à la prescription de Robert Lucas qui disait il y a près de trente ans que « là où on ne peut plus calculer s'arrête l'économie » [67]. Ce calcul peut être celui de la maximisation, comme il peut être celui de la satisfaction. On conçoit bien que s'il n'est pas nécessaire de spécifier la rationalité de l'agent, il est néanmoins indispensable

64. De Groot [1965].
65. Simon [1976, p. 135].
66. Chapanis et Chapanis [1964], Akerlof et Dickens [1972].
67. Lucas [1981].

qu'il ne puisse changer de modèle de rationalité dans le cours de l'exercice. Or, c'est pourtant exactement ce qu'ils font. Ainsi, le modèle même de rationalité qui est employé ici qui se révèle extrêmement douteux.

Critique de la rationalité utilitariste. Il s'avère en effet que les fondements de la théorie standard de la rationalité utilitariste sont testables, et en particulier les hypothèses de cohérence, d'invariance et de transitivité des préférences sur lesquelles s'appuient les réglementations prudentielles pour fournir leurs effets. Or, les études expérimentales ne confirment pas ces différentes hypothèses[68]. La question du renversements des préférences est bien connue. Elle exploite la piste ouverte par le Paradoxe d'Allais[69]. Mais les résultats de ces expériences vont bien plus loin, ce à quoi les économistes ont peu prêté attention. Ils permettent de souligner l'existence de structures répétées de comportement violant systématiquement la totalité des hypothèses retenues par la théorie standard. En fait, c'est toute l'interprétation de la décision sous risque, telle que l'avons héritée des travaux de Bernoulli[70], qui est ici en cause[71]. La maximisation de « l'Utilité Espérée » ne peut servir de base au raisonnement.

À la fin des années 1960, deux psychologues et économistes, Paul Slovic et Sarah Lichtenstein, ont systématiquement testé la stabilité des préférences dans une série d'expériences où les participants se voyaient offrir des solutions à faibles gains mais forte probabilité et à gains et risques importants, mais faibles probabilités. Chaque solution étant issue d'un jeu standard (la roulette de casino), les probabilités étaient parfaitement connues des participants. Au lieu de dégager deux stratégies, aussi rationnelles l'une que l'autre, une stratégie de maximisation de l'utilité espérée et une stratégie de minimisation du risque, Slovic et Lichtenstein ont été confrontés à des renversements des préférences, des basculements imprévisibles d'une stratégie à l'autre[72].

Ces résultats ont été reproduits dans différentes configurations[73]. Ils sont cohérents avec l'hypothèse développée par Slovic et Lichtenstein, que nous utilisons des processus cognitifs différents selon que nous évaluons (une utilité ou un prix) et selon que nous choisissons[74]. La stabilité de ces résultats, le fait que la répétition des expériences n'entraîne pas de diminution significative des renversements des préférences, indiquent bien que l'on est en présence d'une véritable structure comportementale. Celle-ci viole un certain nombre d'axiomes clés, en particulier la transitivité et la continuité. On doit à Amos Tversky, Daniel Kahneman et leurs collaborateurs, une présentation rigoureuse de ces effets, qui peuvent ainsi être rangés dans deux catégories.

68. Camerer [1994], Payne, Bettman et Jonhson [1992].
69. Sapir [2005], chapitre 1.
70. Bernoulli [1738].
71. D. Kahneman parle ainsi d'une « erreur de Bernoulli » dans l'exposé qu'il fait à l'occasion de la remise de son prix Nobel. Kahneman [2002].
72. Lichtenstein et Slovic [1971].
73. Lichtenstein et Slovic [1973].
74. Slovic et Lichtenstein [1983].

La première correspond à ce qui a été appelé par Amos Tversky et Daniel Kahneman le *framing effect* et que nous traduirons ici désormais par « effet de contexte » (ou « effet de présentation »). Cet effet montre que la manière de présenter les termes d'un choix en détermine les réponses[75]. Ainsi, comme le montre une étude célèbre[76], quand on présente à deux groupes de malades souffrant d'un cancer du poumon le choix entre deux traitements, mais si l'on donne au premier groupe les résultats en termes de taux de survie et au second en termes de taux de décès, les choix sont fortement divergents entre les groupes. Dans un cas 18 % seulement des malades choisissent l'opération et dans l'autre 44 %. D'autres études, plus récentes, confirment cette dépendance entre le choix et les conditions de présentation[77]. Cet effet de contexte viole à l'évidence l'hypothèse d'une indépendance de l'ordre des préférences par rapport aux conditions de choix.

Le second n'est autre que l'effet de dotation ou *endowment effect*. Il consiste en des changements dans la structure et la hiérarchie de nos préférences en fonction de modifications, réelles ou supposées telles, dans notre dotation en facteurs. C'est ainsi qu'on peut expliquer le phénomène, désormais bien connu, des renversements d'ordre de préférence en fonction des conditions de présentation des choix[78]. L'une des causes de ces renversements semble résider dans la plus ou moins grande compatibilité entre les attributs de l'attente ou de l'espérance chez les joueurs et la nature de la réponse. Ainsi, quand un choix doit concerner la richesse, les options directement mesurables en monnaie sont elles surévaluées[79]. De même, dans le contexte donné d'un choix, le fait de devoir expliciter formellement des préférences induit un ordre différent de celui qu'on obtiendrait si l'explicitation n'était que suggérée, ou simplement indirecte[80].

On peut rattacher à un phénomène du même type les ruptures de transitivité. Ainsi, quand on présente tout d'abord un choix entre deux objets, et que l'on introduise un troisième objet ressemblant à l'un des choix initiaux mais de moindre valeur, la répartition des choix change brutalement[81]. On peut ainsi montrer expérimentalement que les préférences sont directement dépendantes des contextes et que les échelles de préférence *se construisent à travers le processus du choix*. Ainsi, au lieu d'être à la fois préexistantes et invariantes comme le soutient la théorie standard[82], elles sont directement affectées par les contextes, les dotations en facteurs et leurs changements. La rupture de l'hypothèse d'invariance est ici systématique.

75. Tversky [1996, p. 187].
76. McNeil, Pauker, Sox Jr. et Tversky [1982].
77. Tversky et Kahneman [1986, 1991].
78. Lichtenstein et Slovic [1971, 1973].
79. Tversky, Sattath et Slovic [1988], Slovic, Griffin et Tversky [1996].
80. Kahneman et Ritov [1995].
81. Simonson et Tversky [1992].
82. *Idem* et Tversky [1996, p. 195].

Remise en cause de l'hypothèse de la Rationalité. Ce résultat permet de passer de la notion de d'effet de contexte à celle de « connaissance contextualisée » qui fut évoquée par Geoffrey Hodgson (même si ce dernier ne fait pas référence à ces travaux)[83]. Un problème clé pour la théorie standard des choix, qu'ils soient économiques ou autres, réside dans la manière dont on peut obtenir non intentionnellement une convergence des opinions. Les hypothèses de cohérence sont ici centrales. Sans elles, la théorie standard des choix ne peut plus passer du niveau de l'individu à celui de la collectivité par simple agrégation des préférences ou des fonctions d'utilité.

À partir de ces résultats, on peut s'interroger sur la pertinence des hypothèses permettant de généraliser la théorie de la rationalité maximisatrice pour en faire la base de la théorie utilitariste moderne. On en vient donc à tester les hypothèses d'intégration et de monotonicité temporelle des préférences qui sont nécessaires à une généralisation dynamique. Or ces deux hypothèses, qui portent sur la relation entre l'utilité et le temps de l'expérience, ne sont pas vérifiées ; en particulier on vérifie au contraire que les individus sont plus sensibles à des variations qu'à des niveaux sur des expériences de durée similaire[84].

Ce résultat est systématiquement reproduit dans le cas de choix entre des protocoles différents d'examens médicaux. Les évaluations rétrospectives de la pénibilité d'un examen par les patients peuvent être très différentes des évaluations faites en temps réel[85]. En conséquence, il est impossible de montrer une quelconque amélioration du choix lors de répétitions de l'expérience tant que l'on reste dans un cadre supposant que les individus doivent réagir spontanément et individuellement[86]. Pour obtenir une convergence des choix ou des anticipations, il faut soit que les organisateurs interviennent directement, en faisant prendre conscience aux participants de ces expériences des fautes de choix commises (ce que font Y. Chu et R. Chu[87]), soit que les organisateurs provoquent un débat explicite parmi les participants au terme duquel ces derniers entament un processus interactif de révision de leurs préférences et des ordres qui y sont associés.

Il nous faut donc *abandonner le modèle de rationalité utilisé dans l'économie standard et sur lequel sont fondées, en matière d'incitation et de préférence, les réglementations prudentielles.* On ne saurait discerner la raison d'un choix en dehors de la construction de ce dernier. On peut dans le même temps rejeter l'hypothèse d'irrationalité qui est faite pour expliquer ces situations par ces mêmes économistes standards. En fait, la rationalité des agents est multiple, et ils peuvent basculer très brutalement et très subitement d'un modèle à un autre. Tel agent qui adoptera un comportement de maximisation à un moment donné, et dans un contexte donné, pourra subitement basculer vers un comportement de satisfaction. Ses échelles de préférences pourront se modifier tout

83. Hodgson [1988, p. 5-6].
84. Kahneman, Frederickson, Schreiber, Redelmeier [1993].
85. Redelmeier et Kahneman [1996].
86. Kahneman [1994]; Varey et Kahneman [1992].
87. Chu et Chu [1990].

aussi brutalement. Pour autant, il agira toujours avec une bonne « raison », que celle-ci soit fondée sur des faits objectifs (ce qu'il croira dans la plupart des cas) ou que celle-ci soit fondée sur l'interprétation subjective de faits qui ne sont que partiellement connus.

Ce passage de l'un à l'autre des modèles possibles de rationalités, de l'un à l'autre des états des préférences individuelles, n'implique nulle irrationalité, mais empêche toute prédiction en dehors du champ couvert par l'un de ses modes de rationalité. La capacité d'une réglementation prudentielle sera donc toujours prise en défaut en ceci qu'elle suppose une invariance de comportement là où les travaux de la psychologie expérimentale nous décrivent en réalité des comportements qui sont *variables en fonction du contexte et de l'état de dotation de l'agent.*

Si cette variabilité constitue bien une qualité interne à l'agent, elle est mise en action par des changements qui, eux, sont exogènes. Il en découle donc que toute tentative visant à endogénéiser les comportements dans le cadre d'un marché donné ne saurait aboutir. Les comportements sur un marché donné sont le produit de la combinaison de chocs exogènes à ce dernier et de la mutabilité endogène des comportements. Dès lors, tenter de normer le comportement d'un agent n'a de sens que dans le cadre extrêmement restreint d'un contexte particulier (ou d'un état de sa dotation en facteurs) cadre où l'invariance de comportement est effectivement respectée. Ceci permet de comprendre pourquoi les réglementations prudentielles nous donnent l'illusion d'avoir une efficacité en période normale, pour s'avérer inopérantes quand on en a réellement besoin, soit dans des périodes qui sont justement caractérisées par des variations de contexte ou de l'état de la dotation en facteurs des agents.

Parce qu'elles supposent un comportement unique de la part des agents face à des incitations et des contraintes, les réglementations prudentielles font fi des connaissances que nous avons accumulées depuis maintenant une trentaine d'années. Elles reposent sur l'hypothèse de la Rationalité des agents alors qu'il nous faut supposer des rationalités qui ne sont que locales et contextuelles. Ceci constitue bien la critique la plus radicale qui puisse être émise contre ces réglementations.

Le phénomène de l'illusion prudentielle peut ainsi prendre des formes diverses, qui peuvent se combiner. Il trouve ses racines dans la croyance, au sens religieux du terme, en des marchés parfaits, ou plus précisément en des marchés qui pourraient se rapprocher de la situation de marchés parfaits. Cette croyance mobilise alors des croyances annexes comme celle de la vision positiviste de l'information ou de l'invariance des comportements des agents. Il en découle la prétention à endogénéiser tous les états futurs possibles de ces marchés, prétention qui se heurte tout autant à notre incapacité radicale à prévoir ce qui n'est jamais survenu et la dépendance des comportements humains vis-à-vis des contextes et des dotations en facteurs.

Cette prétention induit l'illusion prudentielle. Cette dernière peut affecter tout autant l'autorité en charge de la réglementation et les agents réglementés.

L'illusion prudentielle apparaît comme un phénomène à la fois particulièrement sévère dans ses formes et particulièrement redoutable dans ses conséquences quand survient une crise qui combine l'incertitude (l'effet de surprise évoqué par Shackle) et des changements significatifs dans les contextes et les dotations. Supposant que l'on pourrait trouver un point fixe dans les comportements humains, la réglementation prudentielle se retrouve brutalement en porte-à-faux quand il faut bien prendre acte que l'invariance supposée n'existe pas. Si les imperfections sont en réalité intrinsèques aux marchés, et en particulier aux marchés financiers, et si les comportements peuvent varier très brutalement, il devient alors indispensable de *réduire l'incertitude par la réduction du nombre de configurations que le futur est susceptible de prendre.*

C'est donc bien vers ce que l'on a appelé des réglementations prohibitives, c'est-à-dire des réglementations limitant l'espace de liberté laissé à l'innovation financière et aux agents, qu'il faut désormais se tourner. Ces réglementations sont les seules à même de réduire l'incertitude radicale qui plane sur ces marchés. Les réglementations prudentielles, telles qu'elles existent aujourd'hui, en sont parfaitement incapables en situation de crise, même si on peut leur reconnaître une certaine valeur pour les situations que nous avons ici qualifiées de « normales » et « d'anormales ». Cependant, elles produisent l'illusion prudentielle qui se révèle particulièrement dangereuse en situation de crise réelle. C'est dans la combinaison de ces réglementations prohibitives avec des réglementations prudentielles plus classiques, que l'on peut espérer trouver une nouvelle stabilité sur les marchés financiers.

« This time is out of joint » [88]

88. William Shakespeare, *Hamlet*, Acte I, scène 5.

Mention à préciser pour les références à cet article : Jacques Sapir, « L'illusion prudentielle », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 161-188.

Troisième partie

Que demander aux normes financières ?

Chapitre 9

Aléas, normes sociales et limites de la performativité

Éric Brian

Si les chapitres précédents ont permis de saisir l'importance des aspects proprement aléatoires à l'œuvre dès que l'on considère le degré de régularité des phénomènes financiers, il reste à cerner ce que l'on peut attendre de nouvelles normes en la matière et, par suite, à formuler les recommandations que suggère la confrontation des différentes approches mobilisées tout au long de cet ouvrage. Dans ce chapitre, il s'agit de cerner en quoi l'adoption de normes peut répondre à la logique effectivement stochastique des phénomènes qu'elles sont supposées encadrer. Pour aller plus loin, il importe d'adopter un point de vue à la fois sociologique et épistémologique qui permet de saisir d'un même coup d'oeil les aspects institutionnels, ceux propres aux calculs et les facteurs moraux et cognitifs qui vont de pair.

9.1 Normes et performativité sociales

9.1.1 La question sociologique des normes

Il importe tout d'abord de préciser que de ce point de vue, il faut distinguer la norme au sens réglementaire ou juridique de la norme au sens plus général que lui donne la sociologie. Dans le premier cas, la *norme réglementaire*, il s'agit d'abord d'un texte qui vise à circonscrire des pratiques et à fixer des sanctions en cas d'inobservance. De ce point de vue réglementaire, il y a tout d'abord un temps pour la définition d'une norme et ensuite un autre pour sa mise en œuvre, étant entendu bien sûr que, dans le premier temps, il s'agit d'un processus complexe de définition et que, dans le second, on observe toujours des écarts aux normes qui font l'objet (ou non) d'action de contrôle.

La *norme au sens sociologique* n'est pas considérée du point de vue du normalisateur, mais d'abord dans sa mise œuvre, quitte à observer que des effets attendus à ce stade effectif aient été pris en considération à l'avance par les agents dans des périodes plus particulièrement dévolue à la définition normative. Pour l'essentiel ici, la distinction entre un temps pour l'élaboration et un temps pour l'application n'a guère de sens aussi nécessaire que la croyance dans cette distinction soit au régulateur pour mener à bien son action. Tout l'intérêt de cette position du problème est qu'elle offre le moyen de saisir comment dans la mise en œuvre d'une norme, cette norme est toujours tant soit peu renégociée par les acteurs, et comment lors des périodes d'élaboration, les différentes parties prenantes interviennent afin d'influer sur la définition de cadres qui, une fois admis, seront plus difficiles à remettre en cause.

Dans ces conditions une norme relève de plusieurs niveaux d'analyse[1]. Il y a bien sûr le *texte* de la règle qui désigne et combine un ensemble de choses en leur procurant une double légitimité, au sens juridique (telles sont les pratiques conformes, telles sont les pratiques non conformes et par suite éventuellement condamnables) et au sens social, ou pour le dire d'une autre manière « symbolique » (les choses désignées ont lieu d'être, les choses disqualifiées sont marquées d'infâmie, les choses absentes du texte sont abandonnées à l'ignorance ou à la clandestinité). Parmi les règles qui nous intéressent ici, les règles de calcul tiennent une place particulière : si une norme définit un mécanisme de fixation formel de valeur, une chose désignée et nécessairement incertaine prend l'aspect d'un prix justifié ce qui n'est pas sans incidence sur les arbitrages et les transactions possibles.

Un autre niveau d'analyse est celui des *institutions* : c'est par exemple la distinction de catégories comptables ou la définition de formes de compétences. Un troisième niveau, enfin, est celui des *usages* qui, on l'a dit, offrent une certaine latitude par rapport aux textes, aux calculs et aux institutions.

Le propre de l'approche sociologique est de considérer que chacun de ces trois registres – les textes, les institutions, les usages – opère tout à la fois à l'« extérieur » et à l'« intérieur » des agents. Les textes et les règles de calculs sont à l'état d'écrits, d'ouvrages et de bibliothèques mais aussi à l'état de compétences et de mémoire collective des experts. Les institutions sont aussi bien des murs que des traits intériorisés diversement par tout un chacun. Les usages présentent des régularités plus ou moins observables par tous, comme ils procèdent de conditions cognitives.

Par suite une norme au sens sociologique peut être plus ou moins intériorisée, et si elle l'est complètement, partagée par la plupart des agents, ou tout au moins par les plus autorisés d'entre eux, il ne sera pas même question de l'expliciter sous quelque forme de norme réglementaire que ce soit.

1. La question des normes sociales est l'une des plus discutées en sociologie générale. Cet article livre quelques points de repère qu'il est facile de rattacher à des travaux associés aux noms d'Émile Durkheim, Max Weber, Marcel Mauss, Maurice Halbwachs ou Pierre Bourdieu. Pour un approfondissement, voir Brian [2009].

Cela étant posé, aucun des partages qui viennent d'être discutés n'est uniforme, qu'il s'agisse d'une part de la discussion entre les règles, les institutions et les usages, ou d'autre part du degré d'intériorisation dans chacun de ces trois registres : les agents sociaux se différencient et se distinguent selon des logiques analysables et systémiques. L'objet de la sociologie en la matière commence avec l'étude des configurations de ces trois registres et des degrés de l'intériorisation des normes pour chacun d'eux. La plupart des fautes de raisonnement consistent alors à escamoter, sans y prendre garde, l'un ou l'autre de ces critères d'analyse.

9.1.2 Le cas des normes financières

Considérons maintenant une chose matérielle comme la teneur d'un alliage en or par exemple. Une norme consistera à établir par convention la qualité d'un tel alliage et ses usages économiques[2]. On songe par exemple à la question des monnaies à l'époque médiévale ou moderne : la règlementation de leur fabrication (les textes), l'organisation de l'Inspection des Monnaies (les institutions), les pratiques de fonte et d'échange (les usages). Le registre des règles de calcul n'est pas moins important ici. Des savants tels Newton ou Condorcet eurent en leurs temps à s'en occupper pour le compte de leurs gouvernements, et la chose engage une connaissance de type scientifique et technique qui relève de la chimie et des instruments de mesure idoines.

Les auteurs du présent ouvrage, aussi divers que soient les éléments d'analyse qu'ils apportent, considèrent que l'incertitude doit être prise comme une chose et non pas ignorée, ni conjurée[3]. Et il vrai que, comme une telle chose, l'incertitude est un objet de science depuis le XVII^{e} siècle et la formation des diverses types de calculs des probabilités[4].

Mais l'incertitude faite chose, quoiqu'objet de science, n'est pas tout à fait la même chose qu'un métal. On dispose en effet de l'alliage et on en mesure le carat, certes plus ou moins rigoureusement. Mais on ne dispose pas de ce qui est incertain ou inconnu, alors même qu'on sait calculer sur cette incertitude ou cette méconnaissance... Ce trait – qu'il est fréquent aujourd'hui encore de voir mécompris – avait déjà suscité la « stupéfaction » de Pascal dès 1654, et il nous faut bien suivre.

Par suite, il nous faut considérer la question des normes financières non seulement en prenant au sérieux les trois registres des textes (y compris les textes savants et les calculs), des institutions et des usages (registres où il importe de distinguer chaque fois le degré d'intériorisation de ces composantes d'une norme) mais encore en prenant tout autant au sérieux que le domaine d'application de ces normes n'est pas simplement celui de choses connues et plus

2. L'étude de la formation des critères de qualité des produits est un domaine important du renouvellement actuel de l'histoire économique, voir Margairaz et Minard [2006].

3. Ni même instaurée en divinité absolue face à laquelle nous serions impuissants comme le laisse penser Taleb [2005] et [2008]. Pour une critique, voir Brian [2009, p. 4-7].

4. Pour une esquisse de l'histoire de ce calcul, voir Brian [2009, p. 7-13].

ou moins bien mesurées, mais celui de choses inconnues que l'on ne peut saisir que par des propriétés sur leur caractère plus ou moins mesurable, propriétés qui sont l'objet du calcul mathématique des probabilités.

9.1.3 Le mot d'ordre de la performativité sociale

Depuis quelques années un thème paraît fédérer de nombreux travaux de sociologie économique, celui de la performativité des sciences économiques[5]. Cette problématique provient de l'influence des travaux de sociologie des sciences sur la sociologie économique.

> « La notion de "performativité", empruntée à la pragmatique du langage, met en évidence le fait que les sciences en général, sociales en particulier et économiques dans le cas examiné ici, ne se limitent pas à représenter le monde : elles le réalisent, le provoquent, le constituent aussi, du moins dans une certaine mesure et sous certaines conditions.[6] »

Le concept puissant de performativité a été élaboré par le philosophe et linguiste John L. Austin [1962] pour rendre compte de ce que certaines expressions produisent, à proprement parler, les effets qu'elles désignent, comme c'est le cas pour une parole d'autorité telle « je déclare la séance ouverte », à la différence d'une phrase plus banale « je dis que ce mot est écrit » (c'est à dessein qu'ici l'exemple joue sur la lecture du présent article).

Austin a ouvert un vaste champ de recherches. Il a conduit à des développements divers. La performativité au sens d'Austin n'implique pas que toute phrase soit à considérer comme exclusivement performative, comme si, dans l'exemple précédent, le fait que le mot soit écrit ou non était uniquement induit par l'énoncé. Le recours à l'idée de performativité ne gouverne donc pas si simplement une ontologie de la création de ce qui est désigné.

Du point de vue de la sociologie générale et de la sociolinguistique, contruire une théorie sociale qui prenne acte de tels effets n'est pas chose élémentaire. Searle [1970] et Bourdieu [1982] s'y sont essayés, non sans rencontrer de véritables difficultés[7]. Ces deux auteurs ont ainsi opté pour des cadres théoriques qui ne sont pas réductibles l'un à l'autre : Searle a défendu des hypothèses que Bourdieu a considérées comme subjectivistes (le monde social serait le produit de la seule intersubjectivité des agents) ; Bourdieu pour sa part a proposé une économie des biens symboliques (position délicate pour notre propos du fait de la circularité de la référence à l'économie). Ce n'est pas le lieu d'entrer ici dans ces débats, mais seulement de constater que la généralisation du concept d'Austin vers une théorie sociale rencontre de véritables difficultés.

5. L'ouvrage de référence est ici MacKenzie, Muniesa et Siu [2007]. Voir à ce sujet l'article de Callon [2007] et la discusion synthétique de Muniesa et Callon [2008/2009], parue dans Steiner et Vatin [2009].

6. Muniesa et Callon [2008/2009].

7. Voir par exemple, sur ce sujet délicat, les indications d'Encrevé [2003].

Ainsi par exemple, pour Austin la performativité présuppose l'intention de l'acte et l'identification des récepteurs du message. La phrase « je déclare la séance ouverte » ne porte les effets analysés par le philosophe, en l'occurrence l'ouverture solemnelle d'une réunion, que si elle est prononcée délibérément par la bonne personne au bon moment face à l'audience idoine. La même phrase que je prononcerais à table lors d'un repas familial prendrait un tout autre sens, celui d'une plaisanterie grandiloquente, et elle ne produirait en rien l'effet de solemnité réel propre à l'occurrence précédente.

Si l'on passe à un locuteur collectif (ici la « science économique ») sans préciser le récepteur (ici, on imagine, la « société » en général) sans préciser l'objet de l'énoncé performatif (ici... quoi ? l'efficience du marché ?), il est clair que le mot de *performativité* opère comme une métaphore et non comme le concept initialement formé par Austin, ou bien que le concept a été profondément remanié.

9.1.4 Critique de la performativité sociale

Mais si le thème de la performativité sociale marque les esprits, c'est sans doute parce qu'il touche plusieurs niveaux d'interprétation qui méritent attention dans le questionnaire de la sociologique économique.

Le premier est un truisme : rien de l'activité économique n'existerait sans action humaine. Il faut donc bien que la société, ou tout au moins certaines de ses composantes (et parmi les plus visibles ceux qui incarnent les activités économiques et leur connaissance) « fabriquent l'économie ».

Nous sommes ici au niveau de l'hypothèse sociologique la plus générale, cent fois discutée dès Durkheim ou Weber, mais donnée de manière si vague qu'il n'est pas possible d'y gagner un effet innovation théorique. Il est aisément concevable que des annalyses conduites selon des hypothèses très diverses aboutissent à ce socle commun général, aussi inattendue que la chose puisse apparaître à qui méconnaitrait ce point de départ de la socologie.

Dans les chapitres précédents et notamment dans les textes de Christian Walter, il a été question de martingalisation des marchés financiers. Cette conclusion rejoint celle de l'historien des techniques de calcul, Donald MacKenzie [2006], qui, sans en passer par une analyse interne comparable de la théorie financière récente, constate sur le terrain que les modèles mathématiques ne photographient pas les marchés, mais qu'ils les animent : « *an engine, not a camera* ».

C'est par cette voie que MacKenzie en vient à la question de la performativité. Le philosophe Wolfgang Pircher [2000] a formulé un constat semblable à propos de l'histoire de l'argent, le considérant finalement comme une machinerie sociale. Cette fois la métaphore de la machine, au demeurant conforme à l'idée que pouvait en avoir un économiste au XVIII^{e} siècle, remplace la référence implicite à un acte de langage, avec pour bénéfice, sans doute, une meilleure attention portée aux formes concrètes des échanges et à celle des théories économiques.

Au fond, en aval de tout choix théorique particulier, l'ensemble de ces constats conduit à prendre au sérieux ce que la sociologie a à dire de l'économie comme l'avaient déjà proposé Weber, Mauss et Simiand [8].

Un autre niveau d'interprétation de la performativité sociale est l'affinité entre ce mot d'ordre et d'autres travaux de sociologie des sciences. Mais, ici encore, ou bien on reste dans le vague en découvrant que toutes ces choses qu'on croyait aller de soi relève en fait d'une approche sociologique, ou bien on entre dans des choix qu'il faut expliciter. Ainsi par exemple, un courant important de sociologie des sciences est caractérisé par une démarche d'enquête selon laquelle il faut mettre en suspens la connaissance scientifique [9]. Sur ce point délicat, force est de constater que le débat fait rage parmi les spécialistes. N'est-il pas en effet trop commode d'écarter le sens et la consistance de la connaissance savante au moment même où on prétend l'étudier [10] ?

En distinguant les textes, les institutions et les usages, et en prêtant attention parmi les textes aux énoncés savants, nous nous situons nous-mêmes dans le camp de ceux qui renoncent à escamoter la connaissance des divers objets de sciences. Nous distinguons par exemple les propriété chimiques d'un alliage métallique des propriétés mathématiques d'un titre boursier.

Il est clair que le seul mot clé « performativité » ne permet pas de préciser comment on se situe à cet égard. Il faut ici ajouter qu'un préjugé fort répandu exclut les objets de l'économie de la classe des objets scientifiques légitimes... et que nombre d'auteurs, s'il ne se prononcent pas quant à la science en général, se contentent de croire que la sociologie des sciences leur permet de ne pas prendre au sérieux les objets discutés dans une discipline qu'ils mettent en doute implicitement ou explicitement.

Rien de tout cela ne peut nous satisfaire, car – on l'a vu dans plusieurs des articles précédents – la question que nous avons à traiter impose d'entrer dans la matière même des mathématiques et de la théorie financière. Par suite, il n'est pas satisfaisant de s'abandonner aux prénotions des scientifiques les uns à l'égard des autres (les sociologues à l'encontre des économistes, les mathématiciens à l'encontre des sciences économiques et sociales, les économistes à l'encontre des sciences sociales et des mathématiques pures...), ou bien des profanes à l'égard des diverses sciences, préjugés qui expriment au fond des règlements de comptes entre spécialistes quant aux bien-fondés ontologiques des objets des diverses sciences.

Un troisième registre qui porte le succès de l'idée de performativité sociale des sciences économiques est sa rencontre avec des doctrines économiques qui placent au centre de l'analyse les systèmes de représentations, les croyances et les conventions [11]. Aussi nécessaire qu'elle soit y compris dans une démarche

8. Steiner et Vatin [2010].

9. L'ouvrage de référence est ici Latour [1995]. Les travaux de Callon s'inscrivent dans cette lignée.

10. Sur cette question et ses enjeux, voir Brian [1998] et [2002], Bourdieu [2001], Shinn et Ragouet [2005] et encore récemment Gingras [2010].

11. Par exemple la théorie des prophéties autoréalisatrices, Azariadis [1981], ou celle du mimétisme, Orléan [1986]. Pour ce qui touche à la valeur fondamentale, voir Orléan [2008].

proprement sociologique, la critique de la *doxa* économique – de même que la critique de la *doxa* scientifique – se contente trop souvent d'hypothèses bâties pour conforter l'idée que l'économie (respectivement la science) n'est pas ce que l'on croit. Les auteurs forgent ainsi en quelque sorte des « demi-sociologies » *ad hoc* qui appellent la discussion dès qu'on les approche du point de vue de la sociologie générale[12].

Un dernier aspect de l'idée de performativité sociale s'avère, enfin, particulièrement délicat s'il faut songer à établir de nouvelles normes financières. C'est l'illusion de toute puissance que procure parfois – ce n'est pas le cas de tous les auteurs, il est vrai – l'idée de la production de la société par elle-même, comme si la société et plus particulièrement l'économie étaient maléables, comme si cette autoproduction ne rencontrait pas de formes de résistances propres[13]. Une telle conception de la construction sociale flatte l'illusion de toute puissance du politique : il n'y aurait qu'à s'emparer du levier performatif... S'il est vrai que la conscience que procure la connaissance sociologique peut concourir à éclairer l'action publique, le sociologue n'a pas d'autre voie que d'appeler l'attention de ses lecteurs sur le simplisme de telles conclusions : les phénomènes qu'étudient la sociologie et l'économie comportent des résistances propres et constater qu'ils sont le produit de l'action humaine n'implique en rien qu'ils puissent être transformés à volonté.

Ainsi, l'idée de performativité des sciences économiques comporte-t-elle une série d'ambiguïtés. On enfonce la porte ouverte de l'approche sociologique (oui, c'est bien l'action humaine socialement organisée qui produit les formes sophistiquées d'échanges que nous connaissons aujourd'hui). On escamote la distinction des objets de sciences en faisant mine d'en parler (la chose est ici d'autant plus préoccuppante que nous avons eu besoin de distinguer un alliage d'une variable aléatoire par exemple). On est porté vers des conceptions économiques particulières où bouclent des hypothèses demi-sociologiques laissées dans l'implicite (il n'y a qu'un pas de la performativité au conventionnalisme). Enfin on est tenté de se bercer d'illusion quant à la portée des actions à entreprendre (or ici, il est question de contribuer à la réflexion sur la normalisation).

L'affaire est donc délicate, et l'on sent bien qu'il serait facile de s'en tenir à un débat d'écoles... Il est préférable de procéder à une épreuve empirique. Nous allons la construire en adoptant une perspective historique[14].

12. C'est l'objet de Brian [2009].

13. Cette illusion de puissance induite par le seul recul que procure l'objectivation est une sorte d'aberration épistémique. Elle alimente des conceptions théoriques très diverses, prométhéennes, libérales ou, en creux, fatalistes. C'est là une discussion très classique qui nous entraînerait hors de notre propos. Sur les enjeux actuels de ces difficultés dans un autre domaine, celui de l'histoire sociale des populations, voir Rosental [2006].

14. Nous reprenons dans la suite divers résultats publiés Brian [2009]. Ce livre pose le cadre théorique. Le présent article en est une application à la question des effets sociaux des normes appréciés dans une perspective historique longue.

9.2 Perspective historique

9.2.1 Trois régimes de régulation des marchés

Dès qu'on prend au sérieux, à différentes époques, le raisonnement des spécialistes de la rationalisation des transactions économiques, on constate d'une part qu'ils ont eu à tenir compte des cadres institutionnels et des effets induits sur l'information économique et, d'autre part, qu'ils ont eu recours à des calculs et à des analogies où l'incertitude importait.

De cette panoplie proviennent les règles, plus ou moins systématiques, admises par les agents pour rendre raison de la transaction. Elles sont intériorisées par eux, cette culture économique là offrant l'intuition d'une nature économique de leurs actions particulières. Elles sont inscrites dans les institutions porteuses de l'information économique et dans les procédés de calculs nécessaires à leur rationalisation.

Elles opèrent le plus souvent implicitement, parfois par le jeu de la mémoire collective spécialisée (un rappel à l'usage, une comparaison pertinente, un adage), plus rarement au moyen d'un arsenal théorique abstrait. Sauf à renvoyer l'échange à un univers d'idéalités, il n'est pas de transaction qui ne soit ainsi réglée par de telles conditions sociales de possibilité.

On peut ainsi dégager trois principaux types de réglages collectifs des marchés qu'en général on confond (voir le tableau 9.1) [15]. Le premier est fondé sur l'analogie entre un échange économique et un coup au jeu. Au XVIII^{e} siècle, toute la haute société misait sur des rentes alors même que les savants disposaient d'une science nouvelle pour raisonner sur la question.

La règle des partis et le calcul de l'espérance mathématique furent sans doute les expressions les plus abstraites de cette expérience collective de l'arbitrage classique. Pendant la seconde moitié du XIX^{e} siècle et une grande part du XX^{e} siècle, c'est le schéma de la moyenne qui a gouverné le calcul économique tant du côté de l'observation statistique que de celui des amalgames entre équilibre et centralité. Le marché est alors socialement réglé sur des moyennes (on pourrait dire qu'il est moyenné). Depuis quelques décennies, les marchés financiers, tout particulièrement, ont connu une autre forme de réglage social : c'est cette fois une martingalisation discutée, plus haut, au chapitre 5 [16].

Les trois types de marchés qui viennent d'être indiqués, s'ils ont la propriété d'être cohérents quant à leurs circuits de l'action et de l'information [17], n'ont pas lieu de gouverner l'ensemble de l'expérience historique des marchés ! On sait par exemple, après Max Weber, que la morale religieuse fut un puissant facteur de réglage des conduites et des horizons d'attente pendant la formation du capitalisme [18].

15. Brian [2009, p. 91-96].

16. Sur les formes du recours aux calculs dans le monde des traders actuels, voir Godechot [2001] et [2007].

17. Brian [2009, p. 46-51].

18. L'expression « réglage social » désigne ici non pas seulement la régulation économique au sens où les économistes ont coutume de la discuter, mais encore l'ensemble des registres

Période type	XVIII^{e} siècle	1850-1950	Après 1975
Bien type	Rentes	Marchandises	Actifs
Critère de réglage Information économique Calcul des probabilités	Arbitrage strict Occasionnelle Classique	Moyenne Statistique Analytique	Martingale Temps réel Axiomatique

TAB. 9.1 – *Trois types de réglage social des marchés.*

Mais le réglage collectif de l'activité économique selon une morale religieuse n'induit-il pas aussi des limites dans son développement ? N'a-t-on pas connu d'autres formes de réglage moral que celui exercé par la pensée protestante ? Plusieurs historiens ont étudié les horizons d'attente des agents dans des contextes sociaux et religieux les plus divers depuis la fin du Moyen Âge et jusqu'à l'époque moderne pour éclairer ces questions.

Il est donc possible de constater que les réponses collectives à l'incertitude intrinsèque des phénomènes économiques (c'est-à-dire à leur caractère stochastique) ont connu des variations historiques. Chaque marché idéal-typique désigné dans le tableau 9.1 offre des conditions parfaites pour que l'illusion d'une évidence de l'action soit indépassable dans l'action même, et c'est le propre des spécialistes de la théorie des marchés que d'entretenir par leurs travaux et leurs commentaires une relative pérennité de leurs systèmes de représentations, cela malgré d'incessants remaniements institutionnels, techniques et théoriques. Une chaîne d'illusions sans doute, mais non pas vaine tant elle est indispensable à l'action de loin en loin.

9.2.2 Normalité ou leptokurticité, un fait historique ?

Revenons à la question de la leptokurticité de l'incertitude financière examinée par Christian Walter, plus haut, au chapitre 3. Au bilan de presque cinquante ans de calculs et de controverses dans la théorie financière, au cours desquels ces indices et ces clarifications conceptuelles ont été formés et amplement débattus, force est de constater que les séries de variations de la rentabilité des titres ou des indices boursiers, $\Delta X_1, \cdots, \Delta X_n$, collectées depuis le XX^{e} siècle sur les marchés connus et pour diverses formes d'actifs (tels l'indice du Dow Jones Industrial Average ou le CAC 40 parisien), une fois soumises au calcul, présentent des coefficients de leptokurticite K peu conformes à l'hypothèse gaussienne [19].

(textes, normes, institutions, usages) qui d'un point de vue sociologique contribuent à régler les échanges économiques.

19. Mandelbrot [1997], Lévy-Véhel et Walter [2002], Walter [2002b].

Ainsi peut-on tenir l'âpreté des distributions de l'incertitude pour un acquis amplement discuté parmi les spécialistes. Il s'agit d'un fait général qui caractérise la structure morphologique du phénomène financier. Une fois cette perspective adoptée, force est de constater que cette structure non gaussienne de l'incertitude financière a longtemps été appréhendée par les professionnels et par les théoriciens au filtre d'une hypothèse fausse : le présupposé selon lequel cette même incertitude devrait obéir à des distributions gaussiennes, marque de l'empire sur le raisonnement économique de la statistique quetelésienne, cadre conceptuel dans lequel la dispersion de l'incertitude et la dispersion des erreurs de mesure devraient obéir au même type de loi (gaussienne) de probabilité[20]. Ce filtre lui-même en avait remplacé un autre antérieur, très en vogue au siècle des Lumières : l'affaire eût tenu d'un coup de dés...

À la fin du XIX^e siècle et au XX^e siècle, cette fausseté des présupposés n'a pas empêché les agents économiques d'appréhender les régularités financières. Dans des périodes plus anciennes, leurs prédécesseurs, s'ils ne disposaient pas des calculs aujourd'hui en vigueur, n'en furent pas moins actifs et y trouvèrent leur profit[21].

Dans tous les cas, il y a bien un écart entre la forme de l'incertitude du phénomène financier et son objectivation par les spécialistes du temps : il importe donc de ne pas présupposer que la morphologie de l'incertitude serait conforme aux capacités de calcul même les plus sophistiquées pour une époque donnée. C'est en somme une affaire de connaissance approchée pour le dire à la manière de Bachelard.

9.3 Épreuve empirique

Muni du procédé usuel du calcul ergodique de la distribution de probabilités de $\Delta X(t,\tau)$, il est possible d'esquisser une analyse de la transformation historique de l'incertitude des marchés. Pour ce faire, il faut toutefois recourir à une procédure de test que nous avons proposé récemment et que nous résumons dans l'annexe qui clôt ce chapitre[22].

On part tout d'abord comme précédemment de la série du cours S_t, de la performance cumulée X_t et de la rentabilité continue $\Delta X(t,\tau)$. L'indice pertinent pour la leptokurticité est K. Les calculs en vigueur depuis un siècle, y compris ceux qui procurent aujourd'hui à l'analyste financier un coefficient K sont tous fondés sur le temps de l'horloge.

Or on dispose d'un autre indice chronologique. Je ne songe pas au temps de l'horloge, t, mais au *rang de la transaction* qui sera noté selon l'indice i de son enregistrement. Nous pouvons établir des calculs homologues sur ce rang, sur ce temps particulier, étant entendu que ces calculs sont propres à la présente

20. Sur l'histoire de cette forme de raisonnement statistique et sa diffusion au XIX^e siècle, voir par exemple Porter [1986] et [2001], et Brian et Jaisson [2007].

21. Sur l'expérience financière du XVIII^e siècle, voir Gallais-Hamono et Berthon [2008] ; sur celle du XIX^e siècle, voir Gallais-Hamono et Hautcœur [2007] et Arbulu [2008].

22. Pour un exposé plus systématique, voir Brian [2009, p. 161-177].

étude et non pas aux financiers d'hier ou d'aujourd'hui. Nous interprétons l'indice i comme un moyen d'approcher de manière assez réaliste le rythme des transactions pour qui les suivrait pied à pied.

Pour les mêmes valeurs S, on dispose d'un temps selon une chronologie calendaire t, et d'un autre fondé sur l'ordre séquentiel implicite des enregistrements. Ce sont là deux référentiels chronologiques. Mais à la différence du temps calendaire t par rapport auquel il serait possible d'apprécier l'accélération ou l'échauffement d'un marché, en suivant le temps séquentiel i, on serait tout à fait indifférent à la fréquence des transactions. Il s'agit en quelque sorte d'un référentiel de temps embarqué. Les opérations de Bourse viennent les unes à la suite des autres. Aussi fébrile que soit le marché, la base de données enregistre les ordres avec toute la métronomie d'un employé de jadis qui aurait parfois pesté contre l'emballement des agents et d'autres fois ironisé sur leur torpeur [23].

Si bien qu'au moment de l'observation, X_t est identique à X_i. Seules se distinguent les séries $\{ X_t \}$ et $\{ X_i \}$ qu'ils forment, et cela par le choix des référentiels de temps : calendaire, $\{ \ldots_t \}$, ou bien séquentiel, $\{ \ldots_i \}$. Deux calculs analogues, parallèles, sont possibles [24]. L'intuition sociologique suggère que leur comparaison, si elle conduit à isoler des formes d'incertitude de marchés distinctes selon l'un ou l'autre de ces référentiels chronologiques, pourrait aider à montrer comment les cadres sociaux des actions de Bourse modifient la forme de l'incertitude du phénomène financier.

Ce calcul a été appliqué aux séries du Dow Jones Industrial Average calculé pour 30 principales valeurs américaines à la clôture quotidienne ou hebdomadaire, de 1930 à 2009, et accompagné du volume des transactions correspondantes dans la journée ; pour l'indice du CAC 40 de la place de Paris à la clôture quotidienne pendant les années 2000, accompagné du volume homologue ; enfin pour l'indice mensuel d'activité reconstitué par Pedro Arbulu au cours de sa thèse récente au moyen de 172 titres français cotés à Paris entre janvier 1819

23. On a vu au chapitre 3 que les mathématiciens en finance utilisent parfois un changement de variable temporelle qui combine la nécessité technique de recourir à des mouvements browniens et l'intensité du rythme des transactions (on parle alors de *subordination* des temps dans le traitement des processus stochastiques). Le temps *artefactuel* ainsi construit est *interprété* en termes de « temps des transactions » – voire de « temps social ». Mais le *temps séquentiel* inscrit dans l'enregistrement des transactions, celui que nous proposons d'utiliser ici de manière ergodique, n'est pas le résultat d'un tel artifice de calcul. Si on considère ce temps séquentiel comme social (*i.e.* comme un fait social au sens de la sociologie durkheimienne), on admet une épistémologie réaliste pour laquelle les opérations statistiques d'enregistrement sont des formes concrètes de cadre social temporel propre aux échanges boursiers. C'est mon hypothèse. Mais considérer le temps subordonné du mathématicien financier comme social, à proprement parler, demande d'expliquer comment cet artefact de calcul se trouverait être le cadre temporel effectif de la transaction. C'est tout à fait périlleux du point de vue du réalisme épistémologique en sociologie... En tous cas, ce n'est pas la voie que je propose. Pour une plus ample discussion, voir Brian [2009, chap. 5]. Au demeurant, pour aller dans la suite de ma proposition au delà des calculs ergodiques et éviter le recours à la subordination, rien n'interdit de construire *des processus stochastiques sur des référentiels de temps séquentiels* offert par l'enregistrement...

24. Voir l'annexe, ci-après.

et juin 1914, série elle-même accompagnée du recueil par Angelo Riva de l'enregistrement mensuel du Timbre, taxe alors perçue par la Chambre syndicale parisienne des Agents de change (le moins mauvais indicateur possible d'activité du marché parisien) [25]. Certes, dans aucun de ces trois cas il ne peut s'agir d'indicateurs saisis au moment de chaque opération. L'exploitation de bases de données professionnelles contemporaines permettrait seule de tenir ce grain le plus fin possible. Ce sont ici des marques prises au fil de l'eau, à échéance calendaire ou bien une fois passé un certain volume de transactions qu'on peut fixer en nombre absolu (pour le DJIA ou le CAC 40) ou bien en volume fiscal (pour la série parisienne reconstituée).

9.3.1 La moyennisation de la place de Paris

Partons des séries reconstituées pour le XIX^{e} siècle à Paris (tableau 9.2 et figure 9.1) [26]. Après le premier Empire et avant la politique de libre-échange admise par le second Empire, l'hypothèse d'une normalité gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut être retenue, que cette incertitude soit appréciée à un rythme mensuel ou bien à celui du volume des transactions. La leptokurticité de cette incertitude est plus marquée en référentiel calendaire.

Toutefois, suivie selon le référentiel du temps séquentiel au rythme des transactions enregistrées, cette distribution de l'incertitude boursière de la place est la plus proche de celle d'une normalité gaussienne de toutes celles que nous avons calculées (c'est la courbe grise sur le graphique de gauche, figure 9.1).

Or cette période est celle pendant laquelle les agents économiques n'ont pas eu recours à des calculs explicites fondés sur la théorie de la moyenne quetelésienne, c'est-à-dire sur une hypothèse de dispersion gaussienne de l'incertitude (ou sur tout autre procédé de calcul probabiliste). Ces calculs, en effet, ne se sont généralisés parmi les statisticiens qu'à partir du milieu du XIX^{e} siècle. Ce constat suggère que, pendant les décennies 1820-1850, les principes des calculs selon des moyennes quetelésiennes ne traduisaient pas trop mal l'intuition de l'incertitude du marché parisien que pouvaient avoir les meilleurs connaisseurs des hauts et des bas au fil de son rythme propre.

Pendant la période qui va de l'adoption de la politique de libre-échange sous Napoléon III et le début de la Première Guerre mondiale, le marché parisien voit son volume de transactions doubler par rapport à la période précédente et trouver un régime de croisière.

25. Arbulu [2008] ; Riva [2007]. L'un et l'autre ont bien voulu me procurer ces bases de données qui ont demandé des collectes laborieuses, c'est l'occasion de les en remercier vivement.

26. Indice de marché : indice Arbulu, calculé sur la base de 172 titres français (Arbulu [2008]). Le temps séquentiel est compté en produit cumulé de l'impôt du Timbre sur les transactions (Riva). Pour des raisons de robustesse statistique des estimations, on a écarté dans chacun des deux référentiels les périodes qui ont enregistré les effets immédiats de la révolution de 1848.

Paris (1819–1859)

Référentiel Unité de temps	Temps calendaire Mois	Temps séquentiel 200 000 F de Timbre
Nombre d'unités	$N(\tau) = 490$	$N(\iota) = 246$
Leptokurticité	$K^* = 4{,}62$	$K^\bullet = 1{,}75$
Statistique JB	$JB = 440$	$JB = 86$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Paris (1860–1914)

Référentiel Unité de temps	Temps calendaire Mois	Temps séquentiel 500 000 F de Timbre
Nombre d'unités	$N(\tau) = 654$	$N(\iota) = 368$
Leptokurticité	$K^* = 4{,}39$	$K^\bullet = 3{,}21$
Statistique JB	$JB = 523$	$JB = 165$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

TAB. 9.2 – *Incertitudes sur la rentabilité de la place de Paris au* XIX^{e} *siècle.*

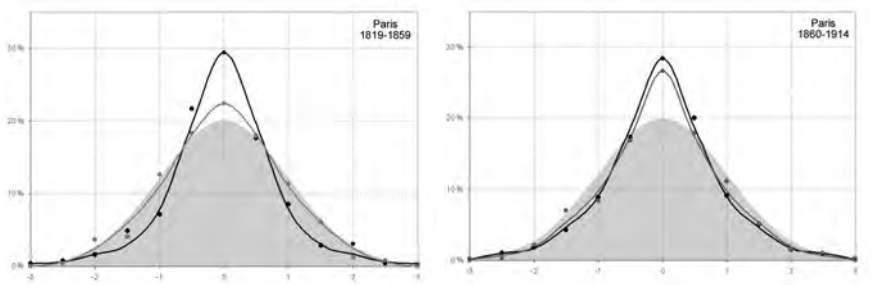


FIG. 9.1 – *Incertitudes sur la rentabilité de la place de Paris (à gauche : 1819–1859 ; à droite : 1860-1914). Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire. Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel. Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard* $\mathcal{N}(0\,;1)$.

C'est aussi l'époque de l'introduction des procédures statistiques quetelésiennes en économie et dans le monde de la Bourse parisienne[27].

Si une fois de plus l'hypothèse d'une normalité gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de l'indice ne peut être retenue, il est remarquable que dans les deux référentiels la morphologie de cette incertitude coïncide maintenant à peu près, et tout au moins plus nettement que précédemment (voir figure 9.1, le graphique de droite).

Si bien qu'on peut conclure que la moyennisation du marché parisien a produit un instrument assez satisfaisant pour accorder l'appréhension de la structure de l'incertitude boursière au rythme du marché, à celle mesurable selon une chronologie calendaire, la seule alors explicitement calculée, même si les hypothèses dont procédaient cet instrument n'étaient pas conforme à la morphologie effective de l'incertitude financière.

La comparaison des deux périodes parisienne démontre la variabilité historique de la structure de l'incertitude financière, plus ou moins leptokurtique et marquée par l'organisation institutionnelle et technique du marché. Il n'est donc pas pertinent de faire l'hypothèse d'une incertitude uniforme et générale, qu'on l'admette sans l'interroger en lui supposant une forme gaussienne comme le plus souvent ou bien que l'on s'oppose par principe à tout calcul comme le font les sceptiques.

Ce sont au contraire des formes diverses d'incertitudes qui se présentent ici, certes assez semblables. Les agents ne peuvent les atteindre que par le biais d'une combinaison datée d'institutions d'enregistrements et parfois de calculs eux-mêmes datés. En d'autres termes, on touche ici le principe de la relativité historique de la probabilité du phénomène économique : l'incertitude objective n'est jamais une donnée immédiate ni de la conscience de l'agent ni de son action ; elle est toujours saisie relativement à un référentiel que la sociologie générale permet de concevoir de manière réaliste comme un système de cadres sociaux. Les agents ne sont pas confrontés à une incertitude absolue, mais à des formes d'incertitudes qu'ils touchent par le biais de référentiels concrètement faits de combinaisons de calculs et d'institutions.

9.3.2 La martingalisation du Dow Jones

Le tableau 9.3 et la figure 9.2 livrent les mêmes critères et les mêmes graphiques de dispersion de l'incertitude boursière mais cette fois pour l'indice du Dow Jones Industrial Average pendant quatre périodes successives : de 1930 à 1960, de 1961 à 1972, de 1973 à 2003 et de 2004 à 2009.

Dans le premier cas, de 1930 à 1960[28], la logique est analogue à celle discernée à Paris entre 1860 et 1914. La leptokurticité des deux courbes de dispersion étant encore plus accentuée (c'est le graphique en haut à gauche, figure 9.2). Mais les structures de l'incertitude appréciées par les spécialistes au rythme

27. Mêmes sources que pour la période 1819-1859. De décembre 1864 à avril 1865, puis de mai 1887 à octobre 1888, les indices ne sont pas disponibles.

28. Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 2 janvier 1930 au 30 décembre 1960.

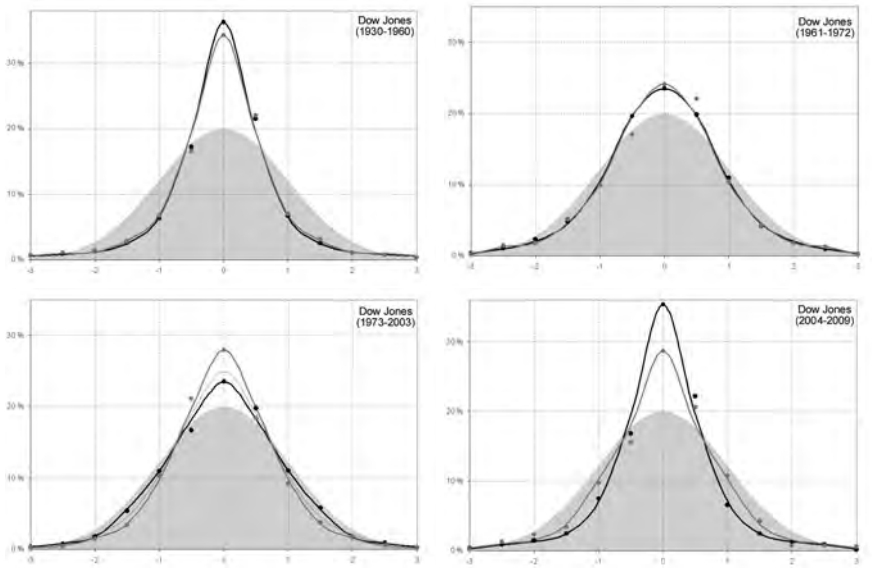


FIG. 9.2 – *Incertitudes sur la rentabilité sur le Dow Jones (en haut, à gauche : 1930–1960 ; en haut, à droite : 1961-1972 ; en bas, à gauche : 1973–2003 ; en bas, à droite : 2004–2009). Courbe et points noirs : dispersion selon le référentiel de temps calendaire. Courbe et points gris : dispersion selon le référentiel de temps séquentiel. Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard* $\mathcal{N}(0\,;1)$.

du temps calendaire que présupposaient leurs outils et celle dont ils étaient familiers au rythme des transactions étaient semblables. La moyennisation de l'information et celle des critères de l'action offraient alors un régime cohérent bien que les hypothèses gaussiennes quant au réalisme de la moyenne fussent infondées.

Pendant la période 1961-1972[29], on observe la même conformité des structures de dispersion de l'incertitude observée selon le temps calendaire des calculs en vigueur et le temps séquentiel du rythme du marché (voir le graphique en haut à droite, figure 9.2). Mais la leptokurticité des deux courbes de dispersion de l'incertitude de marché a nettement réduit.

Il est remarquable qu'à New York, à la veille de leur martingalisation, les marchés paraissent s'être présentés à l'esprit des spécialistes comme martingalisables dans un cadre quasi gaussien, de même qu'à Paris au siècle précédent, à la veille de leur moyennisation quetelésienne, ils s'étaient présentés à leurs homologues comme moyennables.

29. Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 3 janvier 1961 au 29 décembre 1972.

Dow Jones (1930–1960)

Référentiel Unité de temps	Temps calendaire Jour	Temps séquentiel 5 millions de transactions
Nombre d'unités	$N(\tau) = 7\,759$	$N(\iota) = 2\,569$
Leptokurticité	$K^* = 12{,}88$	$K^\bullet = 6{,}58$
Statistique JB	$JB = 53\,532$	$JB = 4\,608$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Dow Jones (1961–1972)

Référentiel Unité de temps	Temps calendaire Jour	Temps séquentiel 30 millions de transactions
Nombre d'unités	$N(\tau) = 2\,995$	$N(\iota) = 902$
Leptokurticité	$K^* = 5{,}53$	$K^\bullet = 3{,}69$
Statistique JB	$JB = 3\,799$	$JB = 501$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

Dow Jones (1973–2003)

Référentiel Unité de temps	Temps calendaire Jour	 Semaine	Temps séquentiel 1,5 milliard de trans.
Nombre d'unités	$N(\tau) = 7\,825$	1 603	$N(\iota) = 1\,623$
Leptokurticité	$K^* = 2{,}76$	2,28	$K^\bullet = 9{,}95$
Statistique JB	$JB = 12\,160$	358	$JB = 6\,692$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	0 %	$P = 0\,\%$

Dow Jones (2004–2009)

Référentiel Unité de temps	Temps calendaire Jour	Temps séquentiel 7 milliards de transactions
Nombre d'unités	$N(\tau) = 1\,337$	$N(\iota) = 565$
Leptokurticité	$K^* = 11{,}92$	$K^\bullet = 4{,}18$
Statistique JB	$JB = 7\,825$	$JB = 397$
Test du χ^2	$P = 0\,\%$	$P = 0\,\%$

TAB. 9.3 – *Incertitudes sur la rentabilité sur le Dow Jones au* XX^e *siècle.*

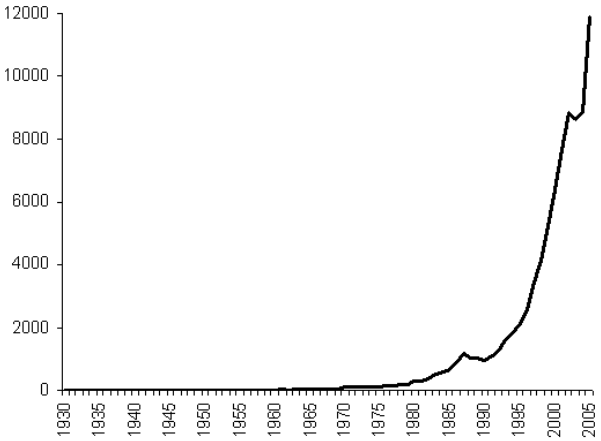


FIG. 9.3 – *Volume annuel des transactions couvertes par le DJIA de 1930 à 2005 (normalisé en base 100 pour l'année 1973).*

La période des débuts de la martingalisation des marchés financiers, ici entre 1973 et 2003[30], est aussi celle d'une augmentation sans précédent de l'activité du marché new-yorkais (voir la figure 9.3), tendance qui s'est prolongée jusqu'à aujourd'hui.

Pendant ces années, le même volume de transactions correspond à une centaine de jours au début de la période et à quelques journées, voire à un jour, en fin de la période. Cet accroissement fut grosso modo exponentiel.

La relation entre les deux paramètres de temps est elle-même fluctuante, et connue en probabilité. Est-elle gouvernée par une distribution parétienne ? Le schéma d'un accroissement exponentiel le suggère. Quoi qu'il en soit, on assiste à une transformation exponentielle de la relation entre les deux échelles de temps.

Par suite, et pour la première fois, l'incertitude sur le Dow Jones appréciée au fil du temps séquentiel des transactions a été nettement plus leptokurtique que celle appréciée au rythme calendaire (à la journée ou à la semaine, voir le tableau 9.3).

Ainsi une forte croissance boursière a-t-elle induit des distorsions manifestes entre l'appréciation technique de l'incertitude selon les outils alors utilisés (fondés sur le temps de l'horloge t) et celle des observateurs qui suivaient le rythme de l'activité au plus près (que nous proposons de reconstituer avec le temps séquentiel i).

30. Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 2 janvier 1973 au 31 décembre 2003. Pour les mêmes raisons de robustesse que précédemment, on a écarté dans chacun des trois référentiels considérés la période de plus grand écart enregistrée à la mi-octobre 1987 qui marque un effondrement boursier bien connu. Les écarts observés autour du 11 septembre 2001 n'apparaissent pas exceptionnels dans ces séries.

Pour les spécialistes, les instruments techniques ont alors semblé lisser la réalité. Il leur a paru plus opportun de compter sur leur intuition et donc de spéculer de manière débridée.

Cette plus grande leptokurticité de la structure de l'incertitude boursière selon le référentiel du temps séquentiel plutôt que selon celui du temps de l'horloge disparaît pendant la période 2004–2009 sur les marchés boursiers martingalisés de New York (appréciés au moyen du DJIA [31]), de même qu'à Paris (mesurés avec le CAC 40 [32]).

Dans les deux cas, l'hypothèse d'une normalité laplaco-gaussienne de la distribution ergodique de l'incertitude de la rentabilité de ces indices demeure infondée. Mais il y a maintenant une divergence entre l'appréciation technique du phénomène en vigueur (son calcul en temps calendaire t tel qu'il est pratiqué par les spécialitstes) et sa possible appréciation au rythme des transactions, plus conforme à notre sens à l'intuition des traders.

La leptokurticité de l'incertitude boursière appréciée selon le temps de l'horloge est alors nettement plus forte que celle qu'exprime le même calcul selon un temps conforme au rythme des transactions. Or, c'est en temps calendaire que les indices sont établis par les spécialistes. On observe donc récemment une distorsion entre l'appréciation technique standard de l'incertitude de marché (calculée en référentiel calendaire) et l'appréciation du même phénomène au rythme propre des transactions. Cette tension, parmi les spécialistes de la finance de marché, entre les résultats établis et une connaissance plus intime du phénomène, favorise sans doute une fuite en avant technique et la profusion de commentaires débridés des variations observées et ressenties.

9.4 Norme et résistance du phénomène financier

À l'issue de cet examen empirique, il est pertinent de s'interroger sur les effets globaux qui peuvent favoriser la stabilité ou l'instabilité des marchés. En effet, quand les agents s'accordent sur les mêmes procédés alors que divergent l'incertitude qu'ils apprécient au fil de l'activité effective des marchés et celle qu'ils calculent sur la base d'un temps calendaire exogène, on conçoit aisément, et cela d'autant plus quand s'ajoutent des amplifications mimétiques, qu'un accroissement global du niveau des affaires réglées sur des procédures infondées puisse conduire à des conditions de crise.

Des normes réglementaires, des procédures de calcul, des cadres institutionnels et des usages plus ou moins admis produisent ainsi une coordination des trames temporelles des échanges financiers, ce que les financiers et les historiens économiques savent depuis longtemps dès qu'il s'agit de l'unification du temps d'horloge et de la circulation de l'information économique. Mais, même dans

31. Indice de marché : Dow Jones Industrial Average du 5 janvier 2004 au 27 avril 2009. Les écarts observés pendant les années 2007-2008 n'apparaissent pas exceptionnels dans ces séries.

32. Pour les calculs sur Paris, voir Brian [2009, p. 168-169].

un marché mondial et techniquement avancé, les enjeux financiers et les populations concernées ne sont pas homogènes : l'horizon de temps d'un arbitragiste – inscrit dans un temps court – n'est pas celui d'un gérant de portefeuille de compagnie d'assurances – qui table sur un temps long. Du point de vue sociologique, les mécanismes d'intervention sur les mêmes cours aux mêmes heures relèvent de logiques d'action et d'information tout à fait différentes. Un gérant de portefeuille, par exemple, vendra tel titre à telle heure. Ce titre sera acheté par un arbitragiste au prix demandé par ce gérant. Mais ces deux agents au moment de la transaction n'auront pas les mêmes cadres sociaux temporels, ni les mêmes horizons, ni les mêmes appareillages techniques, et par suite pas les mêmes rapports à l'incertitude[33].

Ainsi, pour chaque transaction, dans la confrontation de ces horizons, c'est pour ainsi dire tout l'ordre du monde qui est en jeu, l'ordre symbolique des systèmes de représentations qui rend cette transaction possible. Les tensions entre ces structures temporelles sont de même nature, mais réalisées différemment. Le temps séquentiel i saisit ces rythmes propres au fil des transactions sur tel titre ou bien sur tel panier de titre. Le temps calendaire t est l'horizon chronologique commun à l'ensemble des transactions[34].

Muni de la distinction de ces deux référentiels, il est possible de repérer, partant de l'étude des indices parisiens et new-yorkais, quatre grandes périodes typiques que récapitule le tableau 9.4.

Pendant la première moitié du XIX^{e} siècle, on l'a vu, la structure de l'incertitude financière appréciée selon un référentiel séquentiel, au plus près du rythme des transactions, n'était pas trop lointaine de ce que chacun pouvait attendre s'il avait lu Laplace, Gauss ou Queletet : une tendance centrale et des variations modérées autour de cette tendance.

Mais pendant une période qui va de la mise en place des bourses européennes par des spécialistes formés aux statistiques quetelésiennes (au premier rang desquels Walras par exemple) jusqu'à l'essor des techniques issues de la finance mathématique contemporaine, deux traits sont remarquables. C'est d'une part une leptokurticité accrue de la structure de l'incertitude des deux indices de place étudiés (pour Paris, voir la figure 9.4). C'est d'autre part l'affinité de ces structures appréciée en temps d'horloge ou en temps séquentiel (figure 9.1, graphique de droite, et figure 9.2, graphiques du haut)[35].

La moyennisation au XIX^{e} *siècle a donc paradoxalement dégaussiannisé le phénomène, mais elle a toutefois procuré un instrument acceptable, faux dans son fondement mais commode dans son usage.*

Les grandes perturbations bien que trop fréquentes pouvaient être écartées comme aberrantes. Les variations modérées demeuraient peu fréquentes. La

33. Cet exemple typique a été formulé au cours d'une discussion avec Christian Walter.

34. C'est pourquoi nous sommes tentés de recommander l'emploi systématique du temps séquentiel i dans les calculs de risques financiers, procédé qu'on peut mettre en œuvre en tirant avantage de la structure elle-même séquentielle des bases de données.

35. Il est clair qu'un examen d'autres places boursières, ou d'autres indices à d'autres échelles de temps, permettrait d'affiner ce premier résultat.

Période type (indice)	Incertitude éprouvée (K fondé sur i, notre calcul)	Phénomène mesuré (K fondé sur t, le cas échéant)	Effets sociaux particuliers
Première moitié du XIX^{e} s.	Variations modérées	Suivi des Prix	Prudence de l'homme de métier
Seconde moitié du XIX^{e} s. et deux premiers tiers du XX^{e} s.	Focalisation sur la cotation et mépris des aberrations	Tendances de la cote	Expertise indicière commode
Dernier tiers du XX^{e} s.	Plus grande sensibilité aux irrégularités	Modélisation des risques	« Intuition meilleure que les modèles »
Début du XXI^{e} s.	*Idem*	Plus forte leptokurticité	Divergences éprouvé/mesuré

TAB. 9.4 – *Quatre périodes types de l'incertitude financière.*

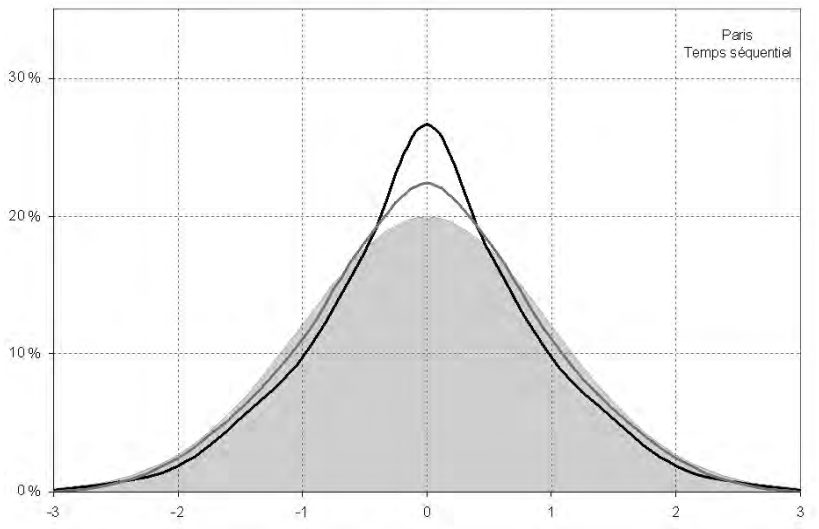


FIG. 9.4 – *Moyennisation et incertitude séquentielle à Paris au* XIX^{e} *siècle. Courbe grise : 1819-1859 ($K^{\bullet} = 1{,}7$). Courbe noire : 1860-1914 ($K^{\bullet} = 3{,}2$). Arrière-plan grisé : dispersion gaussienne standard $\mathcal{N}(0\,;1)$.*

reconnaissance de la valeur centrale, la moyenne, s'en trouvait affermie. Ainsi les dispersions fortement leptokurtiques favorisent-elles le succès de l'aberration quetelésienne du fait que de prime abord on pouvait se contenter d'une probabilité du phénomène établie sur une piètre moyennisation des choses.

Cette double conlusion nous paraît un argument définitif à l'encontre de l'idée de performativité des sciences économiques. Au XIX^e siècle, tous les segments de la société, dans leurs usages, dans les institutions et dans les registres théoriques qu'exploraient les plus savants, ont œuvré à la moyennisation des phénomènes économiques. Et ce mouvement même, concentrant l'appréhension de l'incertitude du phénomène sur ses tendances centrales, à la résultante des tensions entre les dispositifs cognitifs, les formes réglementaires et institutionnelles et la variabilité intrinsèque des phénomènes financiers, a accentué le caractère *non conforme* de cette structure à l'idéal communément partagé. La science économique gaussienne (*i.e.* qui présupposait un incertitude de ce genre) n'a pas « performé » un monde économique gaussien.

Pendant les cinquante dernières années, ce furent d'autres combinaisons entre l'objectivation par les spécialistes de l'incertitude financière et leur appréciation au plus près des rythmes des transactions. Dans un premier temps, pendant les années 1960, les spécialistes ont sans doute disposé d'instruments plus réalistes.

Mais rapidement après les années 1970, alors que le niveau des flux d'information augmentait et que se généralisait le recours systématiques à des méthodes qui procuraient non seulement la tendance mais encore des indices pour une hypothétique régularité des écarts à cette tendance centrale, on observe des divergences entre l'appréciation de l'incertitude selon le temps d'horloge et celle calculée ici selon le rythme des transactions.

Il est vrai que traquer la variabilité avec des instruments de mesure qui présupposent qu'elle est calculable alors qu'elle ne l'est pas nécessairement ne pouvait que causer ce genre de divergence. Quand, aux temps des réglages selon les moments d'ordre 1, on ne suivait ces choses qu'en tendance, on pouvait se tromper sur les fluctuations. Aujourd'hui, avec celui des réglages selon les moments d'ordre 2, cette commodité n'a plus lieu.

Il n'est pas si surprenant que l'approche des phénomènes financiers soit passé par une longue période où la pratique et la théorie étaient fondées sur des régularités d'ordre 1 (les tendances centrales) et qu'un processus historique long soit nécessaire pour que « le système financier » arrive à assumer non seulement dans sa théorie et ses calculs, mais encore dans ses institutions, ses normes règlementaires et ses pratiques les régularités et les irrégularités d'ordre 2 (celles propres à la variabilité stochastique) [36].

Concluons par un exemple. On sait que le modèle de fixation de prix CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) est fondé sur un calcul selon deux coordonnées,

36. Que la théorie strictement mathématique des probabilités ait eu à passer par le calcul laplaco-gaussien pour en arriver au XX^e siècle à se débarasser de cette hypothèse est un fait historique remarquable qu'il n'est pas question de discuter ici. On pourra consulter à ce sujet Brian [1994] et Brian et Jaisson [2007].

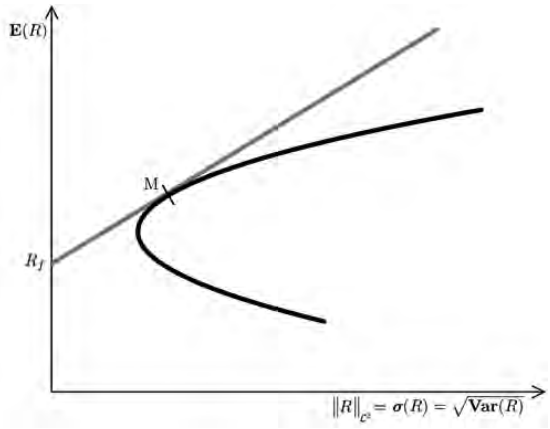


FIG. 9.5 – *Espérance et écart type dans le schéma du CAPM.*

l'espérance mathématique (estimée par la moyenne) et l'écart type du prix. La figure 9.5, aujourd'hui classique, schématise l'établissement du portefeuille optimal M dans ce cadre d'analyse. Il est clair que raisonner selon le principe du CAPM consiste à présupposer que l'on maîtrise l'espérance et l'écart type de la variable traitée et que l'on disposerait de variables dont la leptokurticité serait voisine de celle de la normale gaussienne[37].

Rien n'interdit d'utiliser une technique inappropriée du fait que la structure de l'incertitude n'est pas gausienne. En effet, on a massivement eu recours aux calculs fondés sur les moyennes depuis un siècle et demi sans pour autant entraver le commerce financier. Le CAPM, comme la moyenne, offre un instrument d'arbitrage, voilà tout. Et pour le commerce, l'arbitrage n'a pas à être au vrai, mais simplement accepté.

C'est là la fonction sociale de la sophistication technique de la méthode de fixation du prix : l'arbitrage qu'elle produit est plus difficilement contestable, ou tout au moins sa contestation présuppose des investissements élevés qu'il n'est pas question de mettre en œuvre à chaque transaction et que tous les agents économiques ne maîtrisent pas de la même manière.

Oui, mais il se trouve qu'avec l'intensification des échanges financiers des trente dernières années, les instruments de mesure et les modèles de fixation des prix en sont venus à prendre en compte la structure de la dispersion de l'incertitude financière, et concrètement les moments d'ordre de 2 – les variances et les écarts types.

Or autant pendant la seconde moitié du XIX^{e} siècle et les deux premiers tiers du XX^{e} siècle les calculs fondés sur les moments d'ordre 1 étaient d'usage

37. Il est vrai qu'il s'est trouvé des auteurs pour proposer des modèles dérivés du CAPM pour des variables non gaussienne. Cette discussion n'est pas utile ici car ces adaptations ne sont pas d'usage général.

acceptable – les moyennes touchant effectivement le centre des distributions de l'incertitude financière –, autant les calculs récents selon des présupposés gaussiens sur les moments d'ordre 2 produisent des distorsions de l'appréciation des risques.

On peut toujours obtenir un prix au moyen d'un modèle CAPM. Ce prix aura une part d'arbitraire, pour ainsi dire caché dans les hypothèses stochastiques du modèle. Certes cet arbitraire n'est pas incompatible avec les fonctions d'arbitrage, voire la sophistication du calcul les renforcent-elles. Mais la forme même des structures de l'incertitude financière n'entrent pas de manière idoine dans ces cadres de calculs. Le phénomène financier résiste du fait de la structure de l'incertitude qui lui est propre.

Revenons aux *normes réglementaires*.

Les éléments d'organisation boursière mis sur pied aux XIX^{e} et XX^{e} siècles étaient fondés sur des hypothèses gaussiennes sur la structure de l'incertitude financière. Tant que l'information économique et financière n'a privilégié que des moments d'ordre 1, le procédé de la moyenne était acceptable bien qu'il ait, par le jeu des cadres institutionnels nécessaires à l'action économique, pour ainsi dire concentré l'incertitude financière autour des tendances centrales et rendu moins probable les écarts modérés et plus fréquents les grands écarts au centre (trop fréquent en tous cas pour être négligeables). Ce procédé était acceptable parce que la structure de l'incertitude financière demeurait centrée, décroissante de part et d'autre, à peu près symétrique, et qu'on n'allait pas voir trop au delà du centre. Un régime boursier assez stable s'en est suivi jusqu'à la fin des Trente glorieuses[38].

Pendant la période qui va de la mise en place des institutions boursières de la seconde moitié du XIX^{e} siècle à l'implantation systématique dans les mêmes lieux de moyens électroniques de calculs et de transmission de l'information économique, les agents ont d'autant plus facilement focalisé leur attention sur des tendances centrales et des variabilités supposées circonscrites que les procédures en vigueur les renforçaient. Mais cette organisation et ces moyens de calculs négligeaient les extrèmes des dispersions. Elles favorisaient de plus, au voisinage des valeurs centrales, la compensation des hauts et des bas.

Le poids relatif des observations moyennes s'en est trouvé accru. Celui des variations d'amplitudes modérées a diminué. Celui des extrèmes a augmenté. On a ainsi assisté a une « leptokuticisation » de l'incertitude financière. Elle n'avait pas lieu d'être perçue par les agents économiques tant ce processus confortait leur prédilection pour les valeurs centrales (« *in medio stat virtus* » répétait-on pour se convaincre...).

Telle est la raison historique du paradoxe : des conditions concrètes de l'activité économique – principalement l'enregistrement et le traitement de l'information économique – fondées sur des présupposés gaussiens (quetelésiens ou

38. Dans ce cadre d'analyse, la crise de 1929 n'est bien sûr pas une crise financière, mais une crise économique qui se concrétise dans les mouvements de la Bourse.

browniens, comme on voudra) relativement à l'incertitude financière ont induit – produit ou encore *réalisé* – sa structure parétienne.

Mais, au cours des dernières decennies du XX^e siècle, quand l'information économique disponible et des moyens de calculs nouveaux ont ouvert un domaine technique propre à ce que les agents économiques déploient un intérêt à prendre en compte plus systématiquement la variabilité objective des phénomènes financiers, c'est un gouffre épistémique que les spécialistes ont cherché à combler. Il l'ont fait avec les moyens sophistiqués du bord, c'est-à-dire avec des calculs et des procédures beaucoup plus élaborées que la moyenne mais, quant à leur fondement, toujours issues d'hypothèses quetelésiennes, comme si la dispersion de l'incertitude propre à l'information économique *high tech* devait épouser la forme d'une loi des erreurs laplaco-gaussienne, comme si les variables en cause étaient toujours deux fois intégrables, comme si les calculs de moyennes et d'écarts types étaitent toujours justifiés[39].

Avec le régime de flux d'information financière propre aux dernières décennies et le recours systématique – dans les calculs, dans la programmation des ordinateurs, dans l'établissement de critères institutionnels tels les *benchmarks* par exemple – à des mesures de moments d'ordre 2 (c'est-à-dire à des variances et des écart types) selon des hypothèses gaussiennes alors même que la structure de l'incertitude financière n'y est pas conforme, ce recours a produit deux effets combinés.

Le premier est la martingalisation analysée dans ce volume sous divers angles. Ce sont de nouvelles règles d'arbitrages qui furent ainsi instaurées, un nouveau réglage social des marchés. La moyennisation n'offrait de prise au remaniement social du phénomène financier qu'au moyen des moments d'ordre 1. Elle abandonnait hors de la sphère de l'action économique légitime (concrètement à des spéculateurs honnis) les effets d'ordre 2 non conformes, concrètement les variations exceptionnelles assez fréquentes toutefois pour ne pas être négligeables.

La martingalisation et le développement des techniques financières actuelles sont caractérisés par une *tentative d'emprise* sur la structure de l'incertitude financière (sur son « *control* » au sens anglais et non français du mot) selon des moments d'ordre 1 et 2. Certes les effets arbitraires des arbitrages ont opéré et opèrent aujourd'hui, mais les instruments du calcul financier, fondés sur des hypothèses gaussiennes se révèlent inadéquats à restituer pertinemment ces structures de dispersion de l'incertitude du phénonème financier tel qu'il est lui-même fabriqué par l'action humaine.

Si bien qu'il est possible ici de tirer deux conclusions. En premier lieu, il serait aussi vain de croire que les phénomènes financiers seraient extérieurs à l'action humaine que d'imaginer qu'ils seraient maléables à volonté, tels de purs produits d'une performativité sociale si mal définie qu'on croirait qu'il suffirait de dire pour faire autrement et mieux. C'est tout le monde économique des XIX^e et XX^e siècles qui a adhéré à la conception quetelésienne selon

39. De nombreux exemples de la mise en œuvre de telles hypothèses ont été données dans les chapitres précédents.

laquelle la structure de l'incertitude était gaussienne, et cette croyance collective a « performé » une structure fortement leptokurtique – c'est-à-dire non-gaussienne – de l'incertitude financière.

En second lieu, les techniques, les institutions et les réglementations concevables au XXI^e^ siècle, à la différence de celles forgées au XIX^e^ siècle, saisissent non seulement la tendance centrale mais encore la dispersion de l'incertitude financière. Or cette dispersion au demeurant objectivable n'est pas nécessairement calculable en termes de volatilité, de variance ou d'écart type quand la leptokurticité est marquée[40]. Il est donc grand temps de remanier les institutions et les réglementations en partant d'un point de vue réaliste quant à la morphologie de la structure de l'incertitude financière.

On peut certes faire des affaires avec des instruments peu réalistes, c'est le principe de la dissymétrie de l'information et de bien des échanges effectifs à toutes époques. Chacun a toujours fait ses affaires plus ou moins dans son coin sans qu'il faille vérifier systématiquement la conformité de ses instruments à la question scientifique de la vérité.

Mais s'il s'agit, comme dans le cas des finances aujourd'hui, d'un type d'affaires particuliers fondé sur une mise en cohérence technique de l'information à l'échelle globale : « un sujet qui embrasse l'humanité entière » eût écrit Condorcet[41].

Il est clair que moins les instruments – techniques de calcul, règlementations, institutions, définitions de bonnes pratiques – seront conformes à la structure des phénomènes en cause, plus instable sera le système global de ces échanges.

Le mathématicien philosophe, en 1793, a annoncé la possibilité d'instruments assuranciels et financiers établis conformément à des mathématiques rigoureuses :

> « Il existe [...] une cause nécessaire d'inégalité, de dépendance et même de misère qui menace sans cesse la classe la plus nombreuse et la plus active de nos sociétés. Nous montrerons qu'on peut la détruire en grande partie *en opposant le hasard à lui même*, en assurant à celui qui atteint la vieillesse un secours produit par ses épargnes, mais augmenté de celles des individus qui, en faisant le même sacrifice, meurent avant le moment d'avoir besoin d'en recueillir le fruit [...].

40. Qu'on puisse objectiver des phénomènes dont il n'est pas évident qu'on puisse en mesurer pertinemment la variance ou la moyenne est sans doute chose difficile à concevoir depuis les ponts-aux-ânes sur la mesure des phénomènes économiques et sociaux. Mais il n'y a là rien qui doive faire renoncer ni le mathématicien, ni le sociologue, ni encore l'espitémologue. Voir Brian [2009] ; voir aussi, quant aux mathématiques de la mesure des inégalités, Barbut [2007].

41. La formule apparaît dans Condorcet [1793-1794/2004, p. 469].

> C'est à l'application du calcul aux probabilités de la vie et aux placements d'argent que l'on doit l'idée de ces moyens, déjà employés avec succès mais jamais avec cette étendue, avec cette variété de formes qui les rendraient vraiment utiles, non pas seulement à quelques individus, mais à la masse entière de la société [...].
>
> Nous ferons voir que ce moyen qui peut être employé au nom de la puissance sociale et devenir un de ses plus grands bienfaits, peut être aussi le résultat d'associations particulières qui se formeront sans aucun danger lors que les principes d'après lesquels les établissemens doivent s'organiser seront devenus plus populaires, et que *les erreurs qui ont détruit un grand nombre de ces associations cesseront d'être à craindre pour elles.*
>
> Nous exposerons d'autres moyens d'assurer cette égalité, soit en empêchant que le crédit continue d'être un privilége si exclusivement attaché à la grande fortune, et en lui donnant cependant une base non moins solide ; soit en rendant les progrès de l'industrie, et l'activité du commerce plus indépendants de l'existence des grands capitalistes[42] ; et c'est encore à l'application du calcul que l'on devra ces moyens[43]. »

Condorcet écrivait ces lignes bien avant le succès planétaire de la prédilection pour les distributions gaussiennes. Il s'agissait en 1793 d'établir des procédés de calculs fondés sur l'agrégation des dépôts qui devaient gommer avec un dégré de certitude suffisant la variabilité des cas particuliers. Opposer le hasard à lui-même, c'était alors jouer sur les propriétés des espérances mathématiques, celles des moments d'ordre 1.

Après les travaux de Laplace, Gauss et Quetelet, ces institutions envisagées par Condorcet ont été conçues et construites conformément à ce que nous appelons aujourd'hui des distributions gaussiennes[44].

Les erreurs qui menacent aujourd'hui des pans entiers de l'activité fiancière ne sont pas celles auxquelles songeait Condorcet et dont il pensait pouvoir se débarrasser l'humanité en opposant au hasard des moments d'ordre 1. Elles se situent à un niveau d'accuité stochastique plus fin, à celui des moments d'ordre 2 et supérieurs. Et puisque rien de l'activité économique n'existerait sans action humaine, il reste encore, pour le dire à la manière de Condorcet, à *opposer le hasard à lui-même* et à faire cesser les erreurs qui sont à craindre pour les institutions spécialisées, c'est-à-dire à établir des normes réalistes quant à la dimension stochastique des phénomènes financiers.

42. Entendre : « grands détenteurs de capitaux financiers ».

43. Condorcet [1793/An III/2004, p. 437-438]. Les italiques sont nôtres.

44. Et d'une manière générale, des distributions de probabilité deux fois intégrables – l'ensemble des variables aléatoires $\mathcal{L}^2(\Omega, \mathcal{A}, P)$ pour l'écrire de manière mathématique – dont on sait depuis Paul Lévy que l'on peut les rattacher rigoureusement aux gaussiennes.

9.5 Annexe au chapitre 9

Pour établir les graphiques présentés dans ce chapitre on a procédé à deux calculs formellement analogues, mais chacun fondé sur un paramétrage de temps différent. Christian Walter, plus haut dans ce volume au chapitre 3, a rappelé comment on transforme usuellement la représentation de la dynamique du cours d'un titre S_t en un histogramme de la rentabilité périodique $\Delta X(t,\tau)$.

Elle apparaît finalement comme une distribution plus ou moins leptokurtique. Ce type de calcul est fondé sur un paramétrage du temps t selon une horloge générale indépendante de la série étudiée. C'est le temps calendaire.

Ici on a procédé à un second calcul, non pas fondé sur le temps de l'horloge mais sur l'ordre séquentiel des transactions enregistrées l'une après l'autre et ainsi marquées par l'indice i, homologue de t. Ce temps séquentiel porte l'unique information de la succession des transactions et non pas le délai chronométrique entre elles[45].

L'ordre séquentiel i d'enregistrement des transactions et la date de cet enregistrement t sont les deux prises empiriques dont on dispose sur le phénomène incertain à saisir. On observera qu'on en dispose dans toutes les bases de données actuelles où le temps d'horloge est enregistré et où le temps séquentiel figure implicitement dans la succession des enregistrements. Pour le temps séquentiel i, il s'agit d'un référentiel de temps embarqué et, pour celui du temps calendaire, d'un référentiel externe.

Au moment t de l'observation i, la mesure du phénomène S_t est identique à S_i. Deux calculs parallèles sont possibles.

	En temps calendaire (réfentiel externe)	En temps séquentiel (référentiel embarqué)
Temps et pas temporel	t et τ	i et ι
Cours et performance	S_t et X_t	S_i et X_i
Rentabilité périodique	$\Delta X(t,\tau)$ notée $\Delta^* X$	$\Delta X(i,\iota)$ notée $\Delta^\bullet X$
Leptokurticité	$K^* = K(\Delta^* X, \tau)$	$K^\bullet = K(\Delta^\bullet X, \iota)$

TAB. 9.5 – *Deux référentiels temporels pour les incertitudes de marché.*

Pour faciliter les comparaisons entre les distributions de la rentabilité périodique, $\Delta^* X$ et $\Delta^\bullet X$, il est pertinent de construire les séries $\delta^* X(t,\tau)$ et $\delta^\bullet X(i,\iota)$ centrées autour des espérances respectives $\mu(\tau)$ et $\mu(\iota)$, et réduites à l'échelle des écarts types respectifs $\sigma(\tau)$ et $\sigma(\iota)$.

45. Le principe de ce calcul est exposé dans Brian [2009, p. 97-127 et 161-77].

$$\delta^* X(t,\tau) = \frac{\Delta^* X(t,\tau) - \mu(\tau)}{\sigma(\tau)} \quad \text{et} \quad \delta^\bullet X(i,\iota) = \frac{\Delta^\bullet X(i,\iota) - \mu(\iota)}{\sigma(\iota)}$$

Dans les tableaux, on a donné diverses indications[46] :

Le nombre des unités de temps. En temps d'horloge ou calendaire, t, il s'agit d'un nombre $N(\tau)$, fondé sur un pas temporel τ ; concrètement un mois, une semaine d'ouverture de la bourse, une journée de cotation. En temps séquentiel ou embarqué, i, c'est un nombre $N(\iota)$, construit sur le pas ι, c'est un volume en nombre constant de transactions, fixé arbitrairement ou bien encore une unité de volume arbitraire du produit de la taxe sur les transactions dans le cas des séries parisiennes anciennes reconstituées.

Le coefficient de leptokurticité. Respectivement $K^* = K(\delta^* X, \tau)$ et $K^\bullet = K(\delta^\bullet X, \iota)$. C'est un coefficient d'intensité de la concentration autour de la valeur centrale, de creux pour des écarts de faible amplitude et d'importance pour ceux de forte amplitude. Le calcul appelle une prudence statistique : il importe en effet que l'estimateur employé ne soit pas biaisé (au sens de la technique statistique, c'est-à-dire altéré par un procédé de calcul simple mais imprécis). On calcule donc un coefficient de leptokurticité non biaisé :

$$\left[\frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{k=1}^{N} \delta X^4\right] - \left[\frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}\right]$$

où δX est respectivement $\delta^* X(t,\tau)$ et $\delta^\bullet X(i,\iota)$. Cet estimateur non biaisé est employé pour établir les valeurs de K^* et de $K^\bullet$ dans la suite. Quoi qu'il en soit, ce coefficient demeure affecté par la présence d'écarts très grands et très exceptionnellement rares dans les séries soumises au calcul. Pour des séries de quelques centaines de cas, la comparaison des structures de distributions selon ce seul paramètre est alors perturbée. Les graphiques présentés restituent des distributions bornés à ± 3 écarts types. Pour la même raison, on indique une estimation de K une fois extraites des séries – en les mentionnant – de très rares unités chronologiques particulièrement extraordinaires (elles coïncident par exemple avec la révolution de 1848 à Paris ou avec l'effondrement boursier de 1987 à New York).

La statistique JB. Ce critère permet de tester l'hypothèse de la normalité gaussienne d'une distribution statistique conçu par Jarque et Bera [1987]. Sous l'hypothèse d'une distribution gaussienne, il devrait se comporter selon une loi du χ^2 à 2 degrés de liberté. Le calcul du test tient compte des moments d'ordre 3 et 4 de la série considérée, et donc de sa symétrie et de sa leptokurticité.

46. On pourra consulter des résultats plus détaillés en annexe de l'ouvrage cité.

Avec les notations précédentes :

$$JB = \frac{N}{6}\left[{m_3}^2 + \frac{(m_4 - 3)^2}{4}\right]$$

Résultat du test du χ^2 pour le critère précédent. Il s'agit du test de l'hypothèse de la normalité gaussienne de la distribution au moyen de la statistique JB. Dans tous les quinze cas considérés, ce test conduit à rejeter l'hypothèse laplaco-gaussienne.

Les figures sont construites pour favoriser la comparaison graphique des structures de dispersion. Toutes les distributions sont centrées et réduites. Une surface grisée offre une comparaison avec l'hypothèse testée, c'est-à-dire celle d'une distribution de laplaco-gaussienne ou normale. Pour chaque référentiel considéré, à la valeur k comprise entre -3 et $+3$, les points marquent la fréquence des unités dénombrées entre $k - 0{,}5$ et $k + 0{,}5$ écarts types. Les courbes, construites sur ces points par symétrie et lissage, donnent la forme générale des distributions empiriques. Quand une figure offre la comparaison des deux référentiels pour la même période, les courbes et les points de couleur noire correspondent aux référentiels calendaires. Les courbes et les points de couleur grise correspondent aux référentiels séquentiels[47].

47. Mention à préciser pour les références à cet article : Éric Brian, « Aléas, normes sociales et limites de la performativité », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 191-219.

Chapitre 10

Vers de nouvelles normes financières

Hubert Rodarie

Pourquoi parler de nouvelles normes financières ? Certes, la crise 2007-2008 a provoqué de multiples interrogations, réflexions et propositions faites par de nombreux groupes et intervenants. Mais la multiplicité des métiers et des pratiques donne une impression de complexité qui peut décourager et faire conclure que seules des mesures, fruits de longs échanges entre spécialistes, peuvent réellement améliorer les dispositifs.

Toutefois, un fait est incontestable et doit être constamment au cœur de toute réflexion et analyse : la crise 2007-2008 a révélé une surestimation massive des actifs et une sous-estimation flagrante des engagements produits, gérés, comptabilisés par le secteur financier et suivis par les contrôleurs des comptes, les régulateurs et les autorités de tous les pays. Les pertes abyssales affichées lors de la crise et les montants d'argent public injectés par les États donnent une mesure de leurs caractères pour le moins très significatifs. Il est difficile de penser que cette surestimation globale des actifs ne soit que le résultat de dysfonctionnements limités, indépendants entre eux et perceptibles uniquement dans des champs spécialisés soumis à des règles ou des normes particulières. La recherche des causes de cette synchronisation des dysfonctionnements s'impose comme une nécessité pour les professionnels comme pour les scientifiques.

Or, les analyses et les propositions faites dans de nombreux rapports ou groupes de travail officiels, professionnels ou universitaires butent moins sur des considérations techniques que sur leur compatibilité avec des principes admis et non remis en cause. L'apport de la démarche pluridisciplinaire des auteurs de ce livre est d'éviter l'enlisement dans les aspects techniques et de mettre en évidence l'existence de concepts communs à l'ensemble des dispositifs (comptables, prudentiels et de gouvernance) qui les structurent de façon cohérente.

Cela permet non seulement de fonder un diagnostic nouveau de la crise lié à l'insuffisance de tel de ces concepts, mais encore de proposer un *nouveau cadre conceptuel*, mieux adaptée, cela en vue de contribuer à créer un système financier plus sûr.

Dès lors, la nouveauté des normes provient moins de leurs caractéristiques propres que de leurs justifications par rapport à ce nouveau cadre conceptuel. En effet, depuis la création des sociétés par actions il y a plus de deux siècles, beaucoup de dispositifs ont existé ici ou là en matière comptable, prudentielle ou de gouvernance. Dès lors, nous avons repris à titre d'exemple deux recommandations dans chacun des domaines couverts par les normes financières que nous avons jugées cruciales pour une amélioration substantielle des normes, cela bien évidemment en songeant à leur adaptation au nouveau cadre conceptuel. Toutes, elles ont pour but commun la mise en place de freins et de contrepoids réels aux dispositifs qui favorisent de manière inconsidérée l'extraction de cash des entreprises des secteurs financiers. En effet, concrètement, le professionnel se doit de faire observer que les pertes et les sur ou sous-estimations relevées plus haut sont des causes ou des conséquences de sorties de cash des bilans en faveur de toutes les parties prenantes : clients, personnel, dirigeants, actionnaires ou Trésors publics.

10.1 Un élément de diagnostic sur la crise

Diagnostic

> *L'une des causes principales de la débâcle financière de 2007-2008 est l'adoption générale d'une croyance fondée sur une représentation défaillante de l'incertitude, la représentation brownienne, dont on doit considérer qu'elle est impropre s'agissant des aléas des marchés financiers* [1].

Les questions les plus importantes qui se posent aux systèmes financiers sont liées à la manière dont le temps et l'incertitude sont encapsulés, pour reprendre un terme actuel dans les sciences sociales, dans les institutions et dans les normes. En effet leur but principal est de créer, de gérer et d'évaluer des engagements, ou des promesses pour le futur.

Le constat des défaillances justifie le diagnostic et nous amène à formuler la proposition ci-dessous, que nous accompagnons d'un certain nombre de recommandations applicables aux établissements financiers (banques, assurances, gestion de capitaux et entreprises d'investissement) dans trois domaines : comptable, prudentiel et responsabilité du dirigeant ou gouvernance.

1. Ce diagnostic a été formulé dans Walter [2008, 2009a, 2009b] après l'enquête critique qui avait abouti à Walter et Brian [2007]. Il a été exposé dans Walter et Pracontal [2009].

10.2 Un nouveau cadre conceptuel

Principe

> *Il faut assumer avec réalisme l'incertitude dans les calculs, les règles et les normes.*

Les formes que peuvent prendre les structures objectives de l'incertitude financières étant constatées, nous proposons d'assumer cette réalité de l'incertitude et non pas d'espérer la réduire ou l'évacuer dans on ne sait quel bruit blanc qui se révèle être une boite noire périlleuse. Ce réalisme n'a pas lieu de se restreindre aux seuls calculs. Il concerne aussi les normes, les cadres comptables, les critères institutionnels, les bornages (*benchmaking*).

Il s'agit donc de prendre acte des faiblesses des procédés actuels fondés sur une représentation fausse – en l'occurrence brownienne – de l'incertitude et de lui substituer une représentation non brownienne dans les modèles, au moyen des outils mathématiques adaptés pour en rendre compte. Quant aux normes financières, c'est le même principe qu'il importe de suivre en les fondant sur une appréhension réaliste des aléas financiers. Comment s'y prendre ? C'est l'objet des six recommandations suivantes.

10.3 Sur la comptabilité

Recommandation 1

> *Systématiser la comptabilisation des intruments financiers selon leur coût historique amorti.*

- Substituer aux principes systématiques d'évaluation à la juste valeur des actifs, la comptabilisation en coût historique amorti avec création d'un état indiquant les plus ou moins-values latentes en référence aux prix de marché. Et ce, sans impact ni sur le compte de résultat ni les comptes de bilan.
- Rendre ce coût historique ajustable, sous la responsabilité de l'entreprise, par la réalisation des plus ou moins-values constatées, ou par le provisionnement en cas de jugement de pertes de valeur durables ou définitives. Ces opérations d'ajustement passeraient par le compte de résultat.
- Réserver l'utilisation de la valeur de marché aux actifs dits de *trading*.

Cette recommandation rejoint plusieurs propositions qui ont été évoquées récemment. Elle permet de distinguer la démarche comptable de la démarche évaluative, que l'adoption de la *Full Fair Value* avait l'objectif de réaliser. Ce nouveau type de comptabilisation rend compte, dans la durée, du manque de qualité de la valeur estimative liée aux variations de prix où aux résultats de modèles intégrant ou non des données de marché.

Tous les experts s'accordent pour considérer que l'introduction de la *Full Fair Value* a créé un phénomène d'amplification de tendance (appelé « procyclicité »), phénomène aujourd'hui bien identifié mais dont les effets extrêmes avaient été largement sous-estimés avant la fin 2008. Malgré cela, on observe toujours une difficulté à limiter l'usage systématique des prix de marché dans les évaluations. Ceci vient de ce que le cadre conceptuel en vigueur reste celui qui prévalait avant la crise financière.

Dans le nouveau cadre conceptuel proposé, on est en mesure de comprendre que le prix de marché ne peut être une référence suffisante de valeur puisque l'incertitude réelle – non réductible à un mouvement brownien – a pour conséquence de maintenir une part non réductible de risque sur la valeur future, empêchant le prix de marché de condenser toute l'information sur ce risque futur. Il y a donc une limite naturelle à la correspondance entre signaux du marché et information comptable : cette limite naturelle est issue de l'incertitude non brownienne sur le futur. De plus, le cadre conceptuel brownien a pour effet de faire considérer l'entreprise dans une perspective marchande instantanée, c'est-à-dire statique. La raison vient de ce que, dans le monde du cadre conceptuel brownien, le risque disparaît, ce qui interdit de rendre compte du modèle d'entreprise inscrit dans la durée. La prise en compte du temps impose la sortie du cadre conceptuel brownien : dit autrement, les principes de la juste valeur au prix de marché sont subordonnés aux conditions de validité de l'hypothèse brownienne.

Recommandation 2

Adopter des règles comptables qui distinguent systématiquement les flux effectifs et les flux potentiels.

- Travailler au niveau du compte de *cash-flow*.
- Réintroduire l'importance du *cash-flow* dans les états financiers comme indication de variation de richesse réelle.

Les bénéfices distribuables et pouvant servir de base à une rémunération doivent être calculés à partir des flux monétaires effectifs enregistrés dans le compte de trésorerie et non à partir des flux financiers fictifs (car virtuels) calculés dans les positions de marché potentielles.

Les analystes ont apprécié l'introduction des normes IFRS en ceci qu'elles homogénéisent des pratiques comptables parfois disparates entre les différents pays européens. Toutefois l'application de la *Fair Value* aux instruments financiers a transformé l'exercice comptable en ce que nous pourrions qualifier de calcul de la valeur liquidative des actions de la société. Elle a créé la possibilité de distributions réelles de bénéfices fictifs s'ils reposent principalement sur des plus-values latentes qui ne se réalisent pas. On a comptabilisé des plus-values potentielles en profits courants : ce qui était en puissance est devenu en acte. Ici également, cela provient de l'idée brownienne selon laquelle la performance potentielle virtuelle ne peut être que réalisée tôt ou tard puisque le risque disparaît, soit par annulation de la couverture, soit par maîtrise de sa nature

incertaine. La possibilité de pertes réelles qui suivraient des plus-values potentielles n'est pas prise en compte. Le représentation brownienne incite donc à assimiler puissance et acte.

Comme les comptes de résultats sont brouillés par ce mélange des sources, leur signification économique s'en trouve altérée. L'expérience montre que la référence à des valeurs de marché ne permet pas de mettre en évidence la vie de l'entreprise et des bases de son modèle économique. En effet, on ne sait plus d'où provient le résultat comptable : de l'évaluation par le marché ou de la performance réelle de l'entreprise.

Dans un cadre conceptuel non brownien, où le risque est réel et ne disparaît pas magiquement avec le passage du temps, les analystes cherchent cette reconstitution au travers de l'établissement d'un compte de *cash-flow* le plus proche de l'activité de l'entreprise. Cette recommandation contribuera à la clarification des comptes de résultat de leurs scories potentielles, ce qui devrait faire disparaître les conflits de répartition du résultat.

10.4 Sur l'approche prudentielle

Recommandation 3

> *Promouvoir la construction d'indicateurs de risque synthétiques en complément des instruments d'analyse des risques.*

- Fonder le calcul des fonds propres sur des éléments certains et liés à la nature des engagements.
- Déterminer une provision globale de fonds propres par grands types de risques pour l'ensemble du système financier.

Le calcul des fonds propres minimum ne doit être fondé que sur des éléments certains, comme des *cash-flows* de différentes natures, dettes ou crédits exigibles, montants payés lors d'achat ou encaissés en cas de vente pour les titres, et sur la nature des engagements et non sur la mesure de leur risques.

Le calcul des fonds propres à constituer par les établissements financiers à des fins prudentielles doit être lié à la nature des engagements et non au résultat d'une mesure interne ou externe des risques.

Il s'agit de distinguer les indicateurs de suivi prudentiel de l'activité de ceux utilisés pour la comptabilité. Dès lors les données brutes les plus proches de l'activité seront privilégiées et incorporées dans des calculs simples où l'interprétation et la sensibilité du résultat à des paramètres propres à chaque entreprise seront réduites. On isole ainsi le calcul prudentiel de celui utilisé pour la comptabilité et la gestion de la société.

De façon macroprudentielle, cela revient à déterminer une provision globale de fonds propres par grand type de risque pour l'ensemble du système financier. Celle-ci est répartie entre tous les établissements réglementés et porteurs de risque au prorata de leurs activités, et ceci indépendamment de leurs jugements

sur la qualité des risques contractés. Ce type de dispositif simple respecte une réelle égalité des conditions concurrentielles, quelle que soit la taille des sociétés. La performance sera liée davantage à la capacité de sélectionner et de gérer les risques. Il semble plus simple et préférable de trouver un compromis sur ce qui deviendrait une provision globale de marché que de rentrer dans la justification de méthodes réellement complexes pour constituer des provisions dynamiques du type de celles préconisées actuellement.

Recommandation 4

Reformuler le modèle économique de la notation.

- Interdire toutes relations autres que celles de notation entre une agence de notation et un émetteur sur lequel elle émet une appréciation publique.
- Rendre publiques les informations et les méthodes sur la base desquelles seront établies les notes à l'ensemble du marché.

Le modèle économique des agences de notation actuel doit être remplacé par un modèle « investisseur payeur ». Ce changement doit s'accompagner de la réduction de l'usage des notes externes dans les dispositifs réglementaires et de l'interdiction de toutes relations de conseil, de fourniture de prestation d'évaluation entre une agence et un émetteur sur lequel elle émet une appréciation publique. De plus, et c'est un point important, les informations sur la base desquelles seront établies les notes devront être celles fournies par l'émetteur à l'ensemble du marché.

Cette recommandation a pour objectif d'aligner le système des notations avec les intérêts des investisseurs et de qualifier les notes et analyses d'avis. Elle figure dans le rapport Larosière.

Le rôle des agences de notation dans le surdéveloppement du marché de la titrisation a été largement analysé mais les conséquences n'en ont pas été pleinement assumées. Les propositions de régulations actuelles portant sur un aussi petit nombre d'entités (trois) marquent surtout la volonté de ne pas renoncer à ce dispositif qui facilite la standardisation du risque et son traitement. Or on sait bien aujourd'hui comment (par exemple) le modèle KMV de Moody's a conduit à la catastrophe les acheteurs de titres surnotés avec ce modèle.

Le changement de statut de la notation pour en faire un avis et non un critère indiscuté de sécurité, permettrait de relativiser la valeur de la note et d'inciter l'investisseur à formuler un autre avis et ce de façon professionnelle. Ceci produirait, de fait, une réduction du risque de mimétisme qui favorise l'apparition de bulles. Enfin, ce changement de statut autorise l'assimilation justifiée de la note diffusée à une opinion, ce qui fonde valablement le dégagement de la responsabilité de l'agence de notation en cas d'erreur manifeste. La situation actuelle semble bancale de ce point de vue : gain maximal quand tout va bien, mais pas de mise en responsabilité quand tout va mal.

Recommandation 5

Créér des instances publiques de veille macroprudentielle et systématique adaptées.

- Créer une institution publique dotée de responsables indépendants.
- Définir des seuils d'intervention et de taille maximale sous la responsabilité de cette institution publique.

Les autorités politiques, pour le moins à l'échelle européenne, doivent charger une institution publique, dont les responsables seraient indépendants, de définir d'une part des seuils minimaux d'interventions publiques, correspondant à la prise en compte de la problématique de l'imprévu dû à l'action humaine, et d'autre part la taille maximale des établissements porteurs d'instruments financiers eu égard à leur modèle économique.

Cette proposition découle d'une analyse introduisant la possibilité d'un système prudentiel s'appliquant au monde financier car celui-ci est construit par des normes de toutes natures qui s'y appliquent. Il présente de ce fait une logique interne susceptible d'être repérée, analysée et validée. Cette logique permet donc de concevoir un système prudentiel qui, dès lors, n'est pas seulement le résultat des actions prudentielles des différents acteurs professionnels mais le fruit de la compréhension en profondeur du système.

L'ampleur des fonds publics injectés dans le secteur financier depuis le début de la crise actuelle rend claire la légitimité de donner aux citoyens le droit de limiter leurs interventions potentielles et de valider tant les conditions où une faillite bancaire serait acceptée que celles où une intervention est prévue. Les récentes décisions européennes permettent de disposer d'un cadre ayant les capacités et l'autorité pour aller dans le sens de cette cinquième recommandation.

10.5 Sur la gouvernance

Recommandation 6

Réintroduire la responsabilité du dirigeant dans la valorisation des postes du bilan et lier sa rémunération à sa qualité.

- Introduire la responsabilité d'une personne identifiée et contrôlée, le dirigeant, au travers de la maîtrise du choix des impacts sur le compte de résultat de la société des valorisations des engagements portés au bilan.
- Lier la rémunération du dirigeant à la qualité des évaluations dans la durée, en conformité avec le modèle économique de l'entreprise.

Plutôt que l'automaticité d'une référence à un système dépersonnalisé et non maîtrisé, nous préconisons la réintroduction de la responsabilité d'une personne (morale ou autre) identifiée et contrôlée. Elle aura pour rôle d'exprimer le modèle économique de l'entreprise dans ses choix.

Dans le cadre de l'utilisation étendue du coût historique amorti déjà cité plus haut, la responsabilité du dirigeant peut être réintroduite au travers de la maîtrise du choix des impacts sur le compte de résultat de la société des valorisations des engagements portés au bilan. La pratique de la *Fair Value* introduit une automaticité selon la catégorie retenue pour le titre. L'idée serait de laisser, au contraire, au dirigeant la responsabilité de définir, à partir du franchissement d'un seuil de moins-values latentes identifié comme présomption de perte de valeur définitive, la perte définitive calculée pour le titre. Ainsi, le caractère « définitif » d'une perte sera fonction de l'horizon de l'activité. Elle dépendra de l'usage de l'actif et des engagements liés. L'inscription d'une perte réduira les fonds propres à travers le compte de résultat ou non.

Les évolutions récentes de la gouvernance des entreprises ont été axées sur la recherche de la transparence que ce soit à l'égard des conseils ou des autres parties prenantes des entreprises. La justification de ces nouvelles dispositions est claire : pour tous les décideurs politiques et administratifs, il y a identité parfaite entre la maîtrise du risque et la transparence, c'est-à-dire que l'information apporte la sécurité. Or cette identité repose sur un modèle du futur sans surprise dans lequel l'imprévisibilité provient de la seule méconnaissance du présent. Ceci entraîne nécessairement une sous-évaluation des risques.

De fait, les mots clés de cette représentation ont été « *due diligence* » pour identifier les risques et « maîtrise » par l'installation de systèmes de contrôle interne. Ceci justifie la pléthore de moyens techniques et humains pour créer des systèmes d'information capables de capter de façon préventive ce qui s'apparenterait dans un cadre normalisé à un dysfonctionnement. Chaque nouvel incident justifie une nouvelle adjonction de prescriptions réglementaires. Mais, par delà les coûts et la sclérose qu'ils entraînent, ces systèmes ont des effets secondaires qui dépassent les avantages réels apportés : ils déresponsabilisent les acteurs qui évoluent dans un dispositif où l'on ne maîtrise plus les bases initiales des métiers, où l'attention se concentre sur les aspects formels et où finalement chacun s'estime déchargé de ses responsabilités par le respect des procédures, en les reportant sur l'échelon hiérarchique supérieur. Ce sont ces constats qui motivent cette recommandation dont le but est de laisser au dirigeant des marges de manœuvre qui seront à utiliser selon le modèle propre de l'entreprise et de sa situation. L'enjeu d'une telle responsabilité justifie que sa rémunération soit attachée à cette mission[2].

2. Mention à préciser pour les références à cet article : Hubert Rodarie, « Vers de nouvelles normes financières », dans *Nouvelles normes financières. S'organiser face à la crise* (sous la dir. de Christian Walter). Paris, Springer, 2010, p. 221-228.

Liste des références

Abate J., Whitt W. [1995], « Numerical Inversion of Laplace Tranforms of Probability Distributions », *ORSA Journal of Computing*, v. 7, p. 36-43.

Aglietta M., Berrebi L. [2007], *Désordres dans le capitalisme mondial*, Paris, Odile Jacob.

Aglietta M., Brender A., Couderc V. [1990], *Globalisation financière : l'aventure obligée*, Paris, Economica.

Aglietta M., Rebérioux A. [2004], *Dérives du capitalisme financier*. Paris, Albin Michel.

Agnew J. [2005], *Hegemony : The New Shape of Global Power*. Philadelphia, Temple University Press.

Akerlof G. A., Dickens W. T. [1972], « The Economic Consequences of Cognitive Dissonance », *American Economic Review*, v. 72, n. 1, p. 307-319.

Alexander G. J., Baptista A. M. [2006], « Does the Basel Capital Accord Reduce Bank Fragility ? An Assessment of the Value-at-Risk Approach », *Journal of Monetary Economics*, vo. 53, n. 7, p. 1631-60.

Alexander S. [1961], « Price Movements in Speculative Markets : Trends or Random Walks », *Industrial Management Review*, v. 2, p. 7-26.

Allais M. [1955], « Fondements d'une théorie positive des choix comportant un risque et critique des postulats et axiomes de l'école américaine », *Annales des Mines*, p. 4-55.

Allen F., Gale D. [2000], « Financial Contagion », *Journal of Political Economy*, v. 108, n. 1, p. 1-33.

Altman E. I., Sabato G. [2005], « Effects of the New Basel Capital Accord on Bank Capital Requirements for SMEs », *Journal of Financing Services Research*, v. 28, n.. 1-3, p. 15-42.

Altman, E. I., Brady B., Resti A., Sironi A. [2003], « The Link between Default and Recovery Rates : Theory, Empirical Evidence and Implications », *Stern School of Business, New York University, Working Paper*, FIN-03-006.

Ampofo A. A., Sellani R. J. [2005], « Examining the Differences Between United States Generally Accepted Accounting Principles (U.S. GAAP) and International Accounting Standards (IAS) : Implication for the Harmonization of Accounting Standards », *Accounting Forum*, v. 29, n. 2, p. 219-231.

Ané Th., Geman H. [2000], « Order Flow, Transaction Clock and Normality of Asset Returns », *The Journal of Finance*, v. 55, n. 5, p. 2259-84.

Arbulu P. [2008], *La Bourse de Paris au XIX^{e} siècle : efficience et performance d'un marché financier émergent*, Paris, Connaissances et Savoirs.

Archer C. C., Biglaiser G., DeRouen K. Jr [2007], « Sovereign Bonds and the "Democratic Advantage" : Does Regime Type Affect Credit Agency Ratings in the Developing World ? », *International Organization*, v. 61, p. 341-65.

Arnold P. J. [2005], « Disciplining Domestic Regulation : The World Trade Organization and the Market for Professional Services », *Accounting, Organization and Society*, v. 30, n. 4, p. 299-330.

Arrow K. J. [1951], « Alternative approaches to the theory of choice in risk-taking situations », *Econometrica*, v. 19, p. 404-37.

Arrow K. J. [s. d.], « Jacob Marschak », *Biographical Memoirs of the Academy of sciences of the USA*, v. LX, p. 129-49.

Arrow K. J. [1953], « Le rôle des valeurs boursières pour la répartition la meilleure des risques », *Économétrie, Colloque CNRS (Paris, 1952)*, v. 40, p. 41-7.

Arrow K. J., Debreu G. [1954], « Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy », *Econometrica*, v. 22, p. 265-90.

Artzner Ph., Delbaen F., Eber J.-M., Heath D. [1999], « Coherent Risk Measures », *Mathematical Finance*, v. 9, p. 203-28.

Austin J. L. [1962], *How to do Things with Words*, Oxford, Clarendon Press (trad. fr. Paris, Seuil, 1970).

Azariadis C. [1981], « Self-fulfilling prophecies », *Journal of Economic Theory*, v. 25, p. 380-96.

Azariadis C., Guesnerie R. [1982], « Prophéties créatrices et persistances des théories », *Revue économique*, v. 5, p. 787-806.

Bagehot W. [1873], *Lombard Street. A Description of Money Market*, Londres, John Murray (rééd. 1917).

Baker D. [2008], « Progressive conditions for a bailout », *Real-World Economics Review*, n. 47, p. 243-249 (3 octobre 2008).

Bangia A., Diebold F. X., Kronimus A., Schagen C., Schuermann T. [2002], « Ratings Migration and the Business Cycle, with Application to Credit Portfolio Stress Testing », *Journal of Banking and Finance*, v. 26, n. 2-3, p. 445-74.

Barbut M. [2007], *La Mesure des inégalités. Ambiguïtés et paradoxes*, Genève, Droz.

Barth J. R. [1991], *The Great Savings and Loan Debacle*, Washington DC, American Enterprise Institute Press.

Baumgarten, H. U. [1992], *Kant und Tetens : Untersuchungen zum Problem von Vorstellung und Gegenstand*, Stuttgart, MP Verlag für Wissenschaft und Forschung.

Bäumler A. [1923], *Kants Kritik der Urteilskraft, ihre Geschichte und Systematik*, Halle, Niemeyer.

Bayes T. [1764], « Essai en vue de résoudre un problème de la doctrine des chances », *Philosophical Transactions* », (trad. J. P. Cléro), *Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences*, n. 18 [1988).

Beisland L. A., Knivsflå K. H. [2009], « Have IFRS Changed How Investors Respond to Earnings and Book Values ? », ssrn.com/abstract=1334533 (version du 16 avril 2009).

Béranger, F., Teïletche, J. [2003], « Bâle II et la procyclicité », *Revue d'économie financière*, v. 73, n. 4, p. 227-50.

Bernoulli D. [1731], « Specimen theoriae novae de mensura sortis », *Die Werke von Daniel Bernoulli*, t. II, Basel, Birkäuser Verlag (trad. angl. « Exposition of a new theory on the measurement of risk », *Econometrica*, v. 22, 1954 ; trad. fr. « Esquisse d'une théorie nouvelle théorie de mesure du sort », *Cahiers du séminaire d'histoire des mathématiques*, v. VI, p. 61-77.

Bernstein P. L. [1992], *Capital ideas : the improbable origins of modern Wall Street*, New York, Free Press (trad. fr. Paris, 1995, Presses universitaires de France).

Bernstein P. L. [1996], *Against the Gods : the remarkable Story of Risk*, New York, Wiley (trad. fr. Paris, Flammarion, 1998).

Bertoin J. [1998],*Lévy Processes*, Cambridge University Press, Cambridge.

Bhaskar R. [1989], *Reclaiming Reality*, Verso, Londres.

Bicquilley C. F. [1804], *Théorie élémentaire du commerce*, Toul, Veuve Carez (réed. par P. Crépel, Lyon, Aléas, 1995).

Biersteker T. J., Hall R. B. (eds) [2002], *The Emergence of Private Authority in Global Gouvernance*. Cambridge, Cambridge University Press.

Bignon V., Biondi Y., Ragot X., [2009], « Une analyse économique de la juste valeur. La comptabilité comme vecteur de crise »„ *Prisme*, n. 15, Centre Cournot pour la recherche en économie.

Billaudot B. [2001], *Régulation et croissance. Une macroéconomie historique et institutionnelle*. Paris, L'Harmattan.

Bingham N. H. [1975], « Fluctuation Theory in Continuous Time », *Advances in Applied Probability*, v. 7, p. 705-66.

Biondi Y. [2004], « La valorisation des actifs dans le cadre conceptuel de la future normalisation comptable internationale, particulièrement au regard des normes 36 et 38 », *Comptabilité-Contrôle-Audit*, v. 10, n. 2, p. 55-72.

Black B. [2001], « The Legal and Institutional Preconditions for Strong Securities Markets », *IUCLA Law Review*, vol. 48, p. 781-855.

Bohlmann G., Poterin du Motel H. [1911], « Technique de l'assurance sur la vie », *Encyclopédie des sciences mathématiques*, t. I, vol. IV.

Boissieu C. de, Lorenzi J. H. [2003], « Normes comptables et régulation de la filière du chiffre », *Les normes comptables et le monde post-Enron. Rapport du Conseil d'Analyse Économique* (sous la dir. de J. Mistral, C. de Boissieu, J.-H. Lorenzi), Paris, La Documentation française, n. 42, 57-106.

Bolton P., Rosenthal H., « Political Intervention in Debt Contracts », in *Journal of Political Economy*, vol. 110, n. 5/2002, p. 1103-34.

Borch K. H. [1969], « A note on uncertainty and indifference curves », *Review of Economic Studies*, v. 36, n. 1, p. 1-4.

Boswell C. [2008], « The Political Functions of Expert Knowledge : Knowledge and Legitimation in European Union Immigration Policy », *Journal of European Public Policy*, v. 15, n. 4, p. 471-88.

Bouchaud J. P., Potters M. [1997], *Théorie des risques financiers*, Saclay, CEA (collection Aléa).

Bourdieu J., Heilbron J., Reynaud B. [2003], « Les structures sociales de la finance », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n. 146-147, p. 3-7.

Bourdieu P. [1982], *Ce que parler veut dire. L'Économie des échanges linguistiques*. Paris, Fayard.

Bourdieu P. [2000], *Les structures sociales de l'économie*, Paris, Seuil.

Bourdieu P. [2001], *Science de la science et réflexivité*, Paris, Raisons d'agir.

Bowley A. L. [1901], *Elements of statistics*, London, King and Son.

Boyarchenko S. [2004], « Irreversible Decisions and Record Setting News Principles », *American Economic Review*, v. 94, n3̇, p.5̇57-68.

Boyer R., Dehove M., Plihon, D. [2004], *Les crises financières*. Paris, La Documentation Française.

Brackney K. S., Witmer P. R. [2005], « The European Union's Role in International Standards Setting », *The CPA Journal*, v. 75, n. 11, p. 18-27.

Brian É. [1994], *La Mesure de l'État. Administrateurs et géomètres au XVIII^e siècle*, Paris, Albin Michel.

Brian É. [1998], « Actualité et épistémologie », *Revue de synthèse*, n. 1, p. 3-8.

Brian É. [2002], « Ad directionem ingenii », *Actes de la Recherches en sciences sociales*, n. 141-142, p. 5-7.

Brian É. [2009], *Comment tremble la main invisible. Incertitude et marchés*, Paris, Springer.

Brian É., Jaisson M. [2007], *The Descent of Human Sex-ratio at Birth. A Dialogue between Mathematics, Biology and Sociology*, Dordrecht, Springer.

Brian É., Walter C. [2007], « Puissance de calcul et conditions de prévision » dans Walter et Brian [2007, p. 165-82].

Bru B. [1988], « Estimations laplaciennes », *Journal de la société de statistique de Paris*, t. CXXIX, n. 1-2, p. 6-45.

Bruner C. M., Abdelal R. [2005], « To Judge Leviathan : Sovereign Credit Ratings, National Law, and the World Economy », *Journal of Public Policy*, v. 25, n. 2, p. 191-217.

Callon M. [2007], « What does it mean to say that Economics is performative ? », dans D. MacKenzie, F. Muniesa et L. Siu [2007, p. 311-57].

Calvo G., Mendoza E., « Rational Contagion and the Globalisation of Securities Market », *Journal of International Economics*, v. 51, 2000, p. 79-113.

Camerer C., « Individual Decision Making », *Handbook of Experimental Economics* (J. F. Kagel and A. E. Roth ed.), Princeton, Princeton University Press, 1994.

Capron M. (dir.) [2005], *Les normes comptables internationales, instrument du capitalisme financier*. Paris, La Découverte.

Carjaval A., Elliot J. [2007], « Stengths and Weaknesses in Securities Market Regulations : A Global Analysis », *IMF Working Paper*, WP/07/259, Washington, IMF.

Carr P., Geman H., Madan D. B., Yor M. [2002], « The Fine Structure of Asset Returns : An Empirical Investigation », *Journal of Business*, v. 75, n. 2, p. 305-32.

Carr P., Wu L. [2003], « The Finite Moment Log Stable Process and Option Pricing », *The Journal of Finance*, v. 58, n. 2, p. 753-77.

Carswell J. [1961], *The South Sea Bubble*, Londres, Cresset Press.

Cassirer E. [1911], *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, Berlin (rééd. 1994).

Catarineu-Rabell E., Jackson P., Tsomocos D. P. [2003], « Procyclicalty and the New Basel Accord - Bank's Choice of Loan Rating System », Londres, Bank of England, Working Paper, n. 181.

Challe É., « Valeur fondamentale et efficacité informationnelle », dans Walter et Brian [2007, p. 26-54].

Chambers S. P. [1934], « Fluctuations in capital and the demand for money », *Review of Economic Studies II*, n. 1 (oct.), p. 38-50.

Chand P., White M. [2005], « Convergence of Accounting in the South Pacific Islands Nations : The Case of Fiji », *Journal of South Pacific Studies*, v. 28, n. 2, p. 269-90.

Chen Z., Knez P. [1996], « Portfolio Measurement : Theory and Applications », *Review of Financial Studies*, v. 9, p. 511-55.

Chapanis N. P., Chapanis J. A. [1964], « Cognitive Dissonance : Five Years Later », *Psychological Bulletin*, v. 61.

Chiapello É. [2005a], « Les normes comptables comme institution du capitalisme. Une analyse du passage aux normes IFRS en Europe à partir de 2005 », *Sociologie du travail*, v. 47, n. 3, p. 362-82.

Chiapello É. [2005b], « Transformation des conventions comptables, transformation de la représentation de l'entreprise », *Les normes comptables internationales, instrument du capitalisme financier* (M. Capron éd.), Paris, La Découverte, p. 121-150.

Chiapello É., Medjad K. [2007], « Une privatisation inédite de la norme : le cas de la politique comptable européenne », *Sociologie du travail*, v. 49, n. 1, p. 46-64.

Chu Y., Chu R. [1990], « The Subsidence of Preference Reversals in Simplified and Market like Experimental Settings », *American Economic Review*, v. 80, n. 6, p. 902-11.

Chua W. F., Taylor S. L. [2008], « The Rise and Rise of IFRS : an Examination of IFRS Diffusion », *Journal of Accounting and Public Policy*, v. 27, n. 6, p. 462-73.

Cifuentes R., Ferruci G., Song Shin H. [2005], « Liquidity Risk and Contagion », *Journal of the European Economic Association*, v. 3, n. 2-3, p. 556-66.

Claessens S., Underhill G. R. D., Zhang X. [2003], « Basle II Capital Requirements and Developing Countries : A Political Economy Perspective », mimeo, www.cgdev.org/doc/event/docs/10.23.03/GDN/Conf/Claessens-Basel_II and DevelopingCountriesVersion3.pdf.

Cochran W. G. [1977], *Sampling techniques*, 3rd ed., New York, Wiley.

Cochran W. G. [1978], « Laplace's ratio estimator », p. 3-10, *Contributions to survey sampling and applied statistics* (H. A. David éd.), New York, Academic press ; réed. dans W. G. Cochran, *Contributions to statistics*, New York, Wiley.

Cochrane J. [2001], *Asset Pricing*, Princeton, Princeton University Press.

Coen D., Thatcher M. [2005], « The New Governance of Markets and Non-Majoritarian Regulators », *Governance : An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, v. 18, n. 3, p. 329-46.

Cohen M. [1992], « Security, potential, expected utility : a three-criteria decision model under risk », *Theory and Decision*, v. 33, p. 101-34.

Condorcet [1787], *Elémens de calcul des probabilités et son application aux jeux de hasard, à la loterie, et aux jugemens des hommes*, Paris, Royez (rééd. 1986).

Condorcet [1994], *Arithmétique politique. Textes rares ou inédits* (1767-1789) (B. Bru et P. Crépel éds.), Paris, Ined.

Condorcet [2004], *Tableau historique des progrès de l'esprit humain. Projets, esquisse, fragments et notes. 1772-1794* (J. P. Schandeler, P. Crépel *et al.* éds.), Paris, Ined.

Cootner P. H. [1962], « Stock Prices : Random vs Systematic Changes », *Industial Management Review*, v. 3, p. 24-45.

Cootner P. H. [1964], *The Random Character of Stock Market Prices*, Cambridge, MIT Press.

Covello V. T., Mumpower J. [1985], « Risk analysis and risk management : a historical perspective », *Risk analysis*, v. 5, p. 193-220.

Cowles A. [1933], « Can Stock Market Forecasters Forecasts », *Econometrica*, v. 1, p. 309-24.

Cowles M. G. [2003], « Non-State Actors and Fake Dichotomies : Reviewing IR/IPE Approaches to European Integration », *Journal of European Public Policy*, v. 10, n. 1, p. 102-20.

Cox R., Sinclair T. [1996], *Approaches to World Order*. Cambridge, Cambridge University Press.

Cramèr H. [1930], « On the mathematical theory of risk », *Försäkringaktiebolaget Skandias Festskrift*, p. 7-84.

Crépel P. [1988a], « Condorcet, la théorie des probabilités et les calculs financiers », dans R. Rashed [1988, p. 267-325].

Crépel P. [1998b], « Mathematical Economics and Probability Theory : Charles-François Bicquilley's Daring Contribution », dans *Studies in the History of French Political Economy. From Bodin to Walras* (G. Faccarello ed.), London, Elgar, p. 78-119.

Csikos P. [2005], « Émergence d'une nouvelle gouvernance internationale privée / publique : les cas des agences de notation financière et des normes comptables », *Travaux de science politique*, Université de Lausanne, n. 19.

Curry T., Shibut L. [2000], « The Cost of the Savings and Loan Crisis : truth and Consequences », *FDIC Banking Review*, p. 26-35.

Cutler A. C., Haufler V., Porter T. (ed.) [1999], *Private Authority and International Affairs*, Albany, Suny Press.

Cutler A. C. [1999a], « Locating "Authority" in the Global Political Economy », *International Studies Quarterly*, v. 43, n. 1, p. 59-81.

Cutler A. C. [1999b], « Public Meets private : The International Unification and Harmonization of Private International Law », *Global Society*, 13(1), 25-48.

Cutler A. C. [2003], *Private Power and Global Authority. Transnational Merchant Law in the Global Political Economy*. Cambridge, Cambridge University Press.

Dale A. I. [1982], « Bayes or Laplace ? An examination of the origin and early applications of Bayes' theorem », *Archive for the history of exact sciences*, v. 27, p. 23-47.

Dana R. A., Jeanblanc M. [1998], *Marchés financiers en temps continu*, Paris, Economica.

Darling D. A. [1956], « The Maximum of Sums of Stable Random Variables », *Transactions of the American Mathematical Society*, v. 83, p. 164-69.

Darmois G. [1934], « Développements récents de la technique statistique », *Econometrica I*, p. 238-48.

Darnell A. (ed.) [1991], *Early Mathematical Economics. Journal Articles and Pamphlets from 1800-1900*, Londres, Pickering and Chatto.

Daston L. [1988], *Classical probability in the Enlightenment*, Princeton, Princeton university press.

Daston L. [1989], « The Domestication of Risk. Mathematical Probability and Insurance 1760-1830 », dans *The probabilistic revolution* (L. Krüger, L. Daston, M. Heidelberger eds.), Cambridge, MIT Press.

Datz G. [2004], « Reframing Development and Accountability. The Influence of Sovereign Credit Ratings on Policy in Develping Countries », *Third World Quarterly*, v. 25, n. 2, p. 303-18.

De Goede M. [2003], « Beyond Economism in International Political Economy », *Review of International Studies*, v. 29, n. 1, p. 79-97.

De Goede M. [2004], « Repoliticizing Financial Risk », *Economy and Society*, v. 33, n. 2, p. 197-217.

De Lange P., Howieson B. [2006], « International Accounting Standards Setting and U.S. Exceptionalism », *Critical Perspectives of Accounting*, v. 17, n. 8, p. 1007-32.

Debreu G. [1959], *Theory of value. An axiomatic analysis of economic equilibrium, Cowles foundation monograph* n. 17, New Haven, Yale University Press (trad. fr. *Théorie de la valeur*, Paris, Dunod, 1970).

Demeulenaere P. [2003], *Les normes sociales. Entre accords et désaccords*. Paris, Presses Universitaires de France.

Dhingra H. L. [1975], « Stability of efficient portfolios under uncertainty », *Journal of finance*, v. 30, n. 3, p. 912-14.

Dickson D. C. M., Waters H. R. [1993], « Gamma Processes and Finite Time Survival Probabilities », *Astin Bulletin*, v. 23, n. 2, p. 259-72.

Donnelly S. [2007], « Global Monitor. The International Accounting Standard Board », *New Political Economy*, v. 12, n. 1, p. 117-25.

Doney R. A. [1987], « On Wiener-Hopf Factorisation and the Distribution of Extrema for Certain Stable Processes », *The Annals of Probability*, v. 15, n. 4, p. 1352-62.

Doney R. A, Kyprianou A. E. [2006], « Overshoots and Undershoots of Lévy Processes », *Annals of Applied Probability*, v. 16, n. 1, p. 91-106.

Drèze J. H. [1971], « Axiomatic theories of choice, cardinal utility and subjective probability : a review », réed. Drèze J. H., *Essays on economic decisions under uncertainty*, Cambridge, Cambridge University Press (1987).

Droesbeke J. J., Tassi P. [1990], *Histoire de la Statistique*, Paris, Presses universitaires de France.

Duff A., Einig S. [2009], « Understanding Credit Ratings Quality : Evidence from UK Debt Market Participants », *The British Accounting Review*, v. 41, n. 2, p. 107-19.

Duff A., Einig S. [2010], « Credit Ratings Quality : The Perceptions of Market Participants and other interested Parties », *The British Accounting Review* (sous presse).

Duffie D., Huang C. F., 1985, « Implementing Arrow-Debreu Equilibria by Continuous Trading of Few Long-Lived Securities », *Econometrica*, vol. 53, p. 1337-1356.

Dufresne F., Gerber H. U. [1991], « Risk Theory for the Compound Poisson Process that is Perturbed by Diffusion », *Insurance: Mathematics and Economics*, v. 10, p. 51-9.

Dufresne F., Gerber H. U., Shiu E. W. [1991], « Risk Theory with the Gamma Process », *Astin Bulletin*, v. 21, n. 2, p. 177-92.

Eberlein E., Ozkan F. [2002], « Time consistency of Lévy models », *Dept. of Math. Stoch. Working paper* 79, University of Freiburg.

Edgeworth F. Y. [1885a], « Methods of statistics », *Jubilee volume of the statistical society*, p. 181-217.

Edgeworth F. Y. [1885b], « On Methods of Ascertaining Variations in the Rate of Births, Deaths and Marriages », *Journal of the Royal Statistical Society*, v. XLVIII, p. 628-49.

Edgeworth F. Y. [1888], « The mathematical theory of banking », *Journal of the royal statistical society*, p. 113-27.

Eichengreen B. [1999], *Toward a New International Financial Architecture : A practical post-Asia Agenda*, Washington, Institute for International Economics.

Elderton P. W. [1908], « A comparison of some curves used for graduating chance-distribution », *Atti del IV congresso internazionale dei matematici*, Rome (1909).

Encrevé P. [2003], « La parole et son prix », dans *Travailler avec Bourdieu* (P. Encrevé et R.-M. Lagrave eds.), Paris, Flammarion, 2003, p. 257-66.

Euler L., Fuss N. [1776], « Eclaircissement sur les établissemens publics en faveur tant des veuves que des morts... »(rééd. *Opera omnia*, Teubner, Berlin, 1923, v. I-7, p. 181-245).

Euler L. [1760], « Sur les rentes viagères », *Mémoires de l'Académie de Berlin*, XVI, 1767, p. 165-75 (rééd. *Opera omnia*, Teubner, Berlin, 1923, v. I-7, p. 101-12).

Euler L. [1770] , « Des Herrn Leonhard Euler nöthige Bererchnung zur Einrichtung einer Wittwencasse », *Neues Hamburgisches Magazin*, Leipzig (rééd. *Opera omnia, Teubner*, Berlin, 1923, v. I-7, p. 153-61).

Fama E. [1965], « The Behavior of Stock Market Prices », *Journal of Business*, v. 38, p. 34-105.

Fama E. [1970], « Efficient Capital Market : a Review of Theory and Empirical Work », *Journal of Finance*, v. 25, mai, p. 383-417 (discussion p. 418-23).

FAMA E. [1976], « Reply », *J. of Finance*, v. 31, p. 143-45.

FAMA E., FRENCH K. [1988], « Permanent and temporary component of stock prices », *Journal of Political Economy*, v. 96, n. 2, p. 246-73.

FARMER R. [1999], *The Macroeconomics of Self-Fulfilling Prophecies*, Cambridge, MIT Press.

FERRY G., LIU L. G., STIGLITZ J. E. [1999], « The Procyclical Role of Rating Agencies : Evidence from the East Asian Crisis », *Economic Notes by Banca dei Pashi di Siena SpA*, 28(3), 335-355.

FINETTI B. de [1937], « La prévision, ses lois logiques, ses sources subjectives », *Annales de l'Institut Poincaré*, p. 1-69.

FISHER I. [1906] *The Nature of Capital and Income*, New York, Macmillan (trad. fr. par Sylvain Bouyssy, Paris, Giard et Brière, 1911).

FISHER I. [1930], *The Theory of Interest*, New York, Macmillan (réed. New York, Kelley, 1965).

FISHER R. A. [1920], « A mathematical Examination of the Methods of determining the Accuracy of an Observation by the Mean Error, and by the Mean Square Error », *Royal Astronomical Society (Monthly notes)*, v. LXXX, p. 758-69.

FLANDREAU M., RIVIÈRE C. [1999], « La grande "Retransformation" ? Intégration financière internationale et contrôle des capitaux, 1880-1996 », *Économie Internationale*, 78, 11-58.

FLORENCOURT C. C. de [1781], *Abhandlungen aus den juristischen und politischen Rechtenkunst nebst eine vorrede Herrn Hoffrath Kästners*, Altenburg, Richter.

FÖLLMER H., SCHIED A. [2002], *Stochastic Finance in Discrete Time*, Gruyter, New York.

FONTAINE L. [2008], *L'Économie morale. Pauvreté, crédit et confiance dans l'Europe préindustrielle*, Paris, Gallimard.

FRANKLIN J. [2005], « Risk-Driven Global Compliance Regimes in Banking and Accounting : the New Law Merchant », *Law, Probability and Risk*, v. 4, n. 4, p. 237-50.

FREUND R. J. [1956], « The Introduction of Risk into a programming Model », *Econometrica*, v. XXI, p. 253-63.

FURRER H. [1998], « Risk Processes Perturbed by α-stable Lévy Motion », *Scandinavian Actuarial Journal*, v. 1, p. 59-74.

FURRER H., SCHMIDLI H. [1994], « Exponential Inequalities for Ruin Probabilities of Risk Processes Perturbed by Diffusion », *Insurance: Mathematics and Economics*, v. 15, p. 23-36.

GALLAIS-HAMONO G., BERTHON J. [2008], *Les Emprunts tontiniers de l'Ancien Régime. Un exemple d'ingénierie financière au XVIII^e siècle*, Paris, Publications de la Sorbonne.

GALLAIS-HAMONO G., HAUTCŒUR P.-C. [2007] (dir.), *Le Marché financier français au XIX^e siècle*, Paris, Publications de la Sorbonne.

GALLEGATI M., GREENWALD B., RICHIARDI M. G., STIGLITZ J. E. [2008], « The asymmetric Effect of Diffusion Processes : Risk Sharing and Contagion », *Global Economy Journal*, v. 8, n. 3.

GALTON F. [1885], « On the application of graphic methods to fallible measures », *Jubilee volume of the statistical society*, p. 262-65.

GATFAOUI H., WALTER C. [2009], « Less can be more », *Journal of Money Investment and Banking*, n. 9, p. 59-77.

GERMAIN, R. D. [2007], « Global Finance, Risk and Governance », *Global Society*, v. 21, n. 1, p. 71-93.

GILL S. [1998], « New Constitutionalism, Democratisation and Global Political Economy », *Pacific Review*, v. 10, n. 1, p. 23-38.

Gillispie C. C. [1997], *Pierre-Simon Laplace 1749-1823. A Life in Exact Science*, Princeton, Princeton University Press.

Gilpin R. [2001], *Global Political Economy : Understanding the International Economic Order*. Princeton, Princeton University Press.

Gingras Y. [2010], « Naming without Necessity. On the Genealogy and Uses of the Label "Historical Epistemology" », *Revue de synthèse*, n. 3.

Gnedenko B. V., Kolmogorov A. N. [1954], *Limit distributions for sums of random variables*, rev. engl. transl., Reading, Addison-Wesley (1968).

Godechot O. [2001], *Les Traders. Essai sociologique sur les marchés financiers*, Paris, La Découverte.

Godechot O. [2007], *Working rich : salaires, bonus et appropriation du profit dans l'industrie financière*, Paris, La Découverte.

Godfrey J. M., Langfield-Smith I. A. [2005], « Regulatory Capture in the Globalization of Accounting Standards », *Environment and Planning*, v. 37, n. 11, p. 1975-93.

Goldstein I., Pauzner A. [2004], « Contagion of Self-Fulfilling Financial Crises due to Diversification of Investment Portofolios », *Journal of Economic Theory*, v. 119, n. 1, p. 151-83.

Gordon M., Shapiro E. [1956], « Capital Equipment Analysis : The Required Rate of Return », *Management Science*, p. 102-10.

Gordon M. [1962], *The Investment, Financing and Valuation of the Corporation*, Irwin, Homewood.

Gravereau J., Trauman J. (ed.) [2001], *Crises Financières*, Paris, Economica.

Graz J. C. [2005], « Les hybrides de la mondialisation. Acteurs, objets et espaces de l'économie politique internationale », *Revue française de science politique*, v. 56, n. 5, p. 765-87.

Grindblatt M., Titman S., 1989, « Portfolio Performance Evaluation : Old Issues and New Insights », *Review of Financial Studies*, vol. 2, p. 393-422.

Groot A. de, *Thought and Choice in Chess*, Mouton, La Haye, 1965.

Grossman S., Stiglitz J. [1980], « On the Impossibility of Informationally Efficient Markets", *American Economic Review*, v. 70, p. 393-408.

Guesnerie R., 2005, *Les marchés financiers*, Paris, cours du Collège de France.

Guilbaud G. Th. [1985], *Leçons d'à-peu-près*, Paris, Christian Bougois.

Hacking I. [1990], *The Taming of Chance*, Cambridge, Cambridge University Press.

Hakansson N. H. [1987], « Portfolio Analysis », *New Palgrave Dictionnary of economics*.

Halbwachs M. [1949/1950/1997], *La Mémoire collective*, Paris, Albin Michel (1re éd., 1949 ; 2e éd., 1950 ; 3e éd. commentée, 1997).

Hald A. [1998], *A History of Mathematical Statistics from 1750 to 1930*, New York, John Wiley.

Hall J., Brorsen B. W., Irwin S. [1989], « The Distribution of Futures Prices : A Test of the Stable Paretian and Mixture of Normals Hypotheses », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v. 24, p. 105-16.

Hansen L., Jagannathan R. [1991], « Implications of Security Market Data for Models of Dynamic Economics », *Journal of Political Economy*, vol. 99, p. 225-262.

Harrison M., Kreps D. [1979], « Martingales and Arbitrage in Multiperiod Securities Markets », *Journal of Economic Theory*, v. 20, p. 381-408.

Harrison M., Pliska S. [1981], « Martingales and Stochastic Integrals in the Theory of Continuous Trading », *Stochastic Processes and Applications*, v. 11, p. 215-60.

Hautcoeur P. C., Lagneau-Ymonet P., Riva A. [2010], « De la concentration des ordres de bourse à la centralisation de l'information boursière. Enjeux et perspectives de la révision de la directive MIF », *La Tribune* (9 février 2010).

Hazell P. B. [1971], « A linear Alternative to quadratic and semivariance Programming for Farm planning under Uncertainty », *American Journal of Agricultural Economics*, v. LIII, n. 1, p. 53-62.

Hecht J. [1979], « La vie et l'œuvre de J. P. Süssmilch », dans *"L'Ordre Divin" aux origines de la démographie*, Paris, INED.

Helleiner E. [1994], *States and the Reemergence of Global Finance. From Bretton Woods to the 1990s*. Ithaca, Cornell University Press.

Henry E., Lin S., Yang Y. W. [2008], « The European-US GAAP Gap : IFRS to U.S. GAAP Form 20-F Reconciliations », *Accounting Horizons*, vol. 23, n. 2, p. 121-50.

Herbst S. [2003], « Political Authority in a Mediated Age », *Theory and Society*, v. 32, n. 4, p. 481-503.

Héritier A. (ed.) [2002], *Common Good. Reinventing European and international Governance*, Lanham, Rowman and Littlefield Publishers.

Hernández F. G. [2004], « Another Step to Full Fair Value Accounting for Financial Instruments », *Accounting Forum*, v. 28, n. 2, p. 167-79.

Herring R., Santomero A. [2000], « What is Optimal Regulation ? », *Pennsylvania Financial Institution Center*, Philadelphie, University of Pennsylvania.

Herstein I. N., Milnor J. [1953], « An axiomatic approach to measurable utility », *Econometrica*, v. XXI, p. 291-97.

Hicks J. R. [1931], « The theory of uncertainty and profit », *Economica*, v. XI, p. 170-89.

Hicks J. R. [1933], « Gleichgewicht und Konjonktur », *Zeitschrift für Nationalökonomie*, v. L, p. 440-55.

Hicks J. R. [1934], « Application of mathematical methods to the theory of risk », *Econometrica*, v. II,, p. 194-5.

Hicks J. R. [1935], « A suggestion for simplifying the theory of money », *Economica, new series*, v. II, p. 1-19.

Hicks J. R. [1939], *Value and capital*, Oxford, Clarendon Press (2nd ed. 1946).

Hilberink B., Rogers L. C. G. [2002], « Optimal Capital Structure and Endogenous Default », *Finance and Stochastics*, v. 6, p. 237-63.

Hirshleifer J. [1965], « Investment Decision under Uncertainty : Choice-theoretic Approaches », *Quarterly Journal of Economics*, vol. LXXIX, p. 509-36.

Hirshleifer J. [1966], « Investment Decision under Uncertainty : Application of the State-Preference Approach », *Quaterly Journal of Economics*, v. LXXX, p. 252-77.

Hodgson G. M. [1988], *Economics and Evolution. Bringing Life Back Into Economics*, Cambridge, Polity Press.

Hoffman Ph., Postel-Vinay G., Rosenthal J. L. [2001], *Des Marchés sans prix. Une économie politique du crédit à Paris 1660-1870*, Paris, EHESS.

Holton G. A. [2002], « History of Value-at-Risk : 1922-1998 », VaRHistlory.pdf sur www-stat.wharton.upenn.edu.

Hope O. L., Jin J., Kang, T. [2006], « Empirical Evidence on Jurisdictions that Adopt IFRS », *Journal of International Accounting Research*, v. 5, n. 2, p. 1-20.

Hurwicz L. [1946], « Theory of the firm and investment », *Econometrica*, v. XIV, n. 2, p. 109-36.

Israel G. [1996], *La mathématisation du réel. Essai sur la modélisation mathématique*, Paris, Le Seuil.

Jallais S., Pradier P. C. [1997], « L'Erreur de Daniel Bernoulli ou Pascal incompris », *Économie et Sociétés*, série P. E., v. 25, n. 1, p. 17-48.

Jallais S., Pradier P. C. [1999], « Changes in Expected Utility Theory and the Allais Experiment », *Paper presented at the 1999 ECHE conference*, Cachan.

Jarque C. M., Bera, A. K. [1987], « A Test for Normality of Observations and Regression Residuals » *International Statistical Review*, vol. 55, p. 163-72.

Jensen M. [1978], « Some anomalous evidence regarding market efficiency", *J. of Financial Economics*, v. 6, p. 95-101.

Joyce J. M., Vogel R. C. [1970], « The uncertainty in risk : is variance ambiguous ? », *Journal of finance*, v. 25, n. 1, p. 127-34.

Kahneman D. [1994], « New Challenges to the Rationality Assumption », Journal of Institutional and Theoretical Economics, n. 150, p. 18-36.

Kahneman D. [2002], *Maps of Bounded Rationality : A Pespective on Intuitive Judgment and Choice*, Nobel Lecture, Stockholm.

Kahneman D., Frederickson D. L., Schreiber C. A., Redelmeier D. A. [1993], « When More Pain is Preferred to Less : Adding a Better End », *Psychological Review*, n. 4, p. 401-5.

Kahneman D., Ritov I. [1995], « Detreminants of Stated Willingness to Pay for Public Goods : A Study in the Headline Method », *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 9, p. 5-31.

Kaplan I. 2000, compte rendu du livre de Roger Lowenstein *When Genius Failed : The Rise and Fall of Long-Term Capital Management*, sur www.bearcave.com/bookrev/genius_fails.html.

Karatzas I., Shreve S. [1998], *Methods of Mathematical Finance*, Springer, Berlin.

Keiding N. [1987], « The method of expected number of deaths, 1786-1886-1986 », *International statistical review*, v. LV, p. 1-20.

Kelemen R. D., Sibbitt E. C. [2004], « The Globalization of American Law », *International Organization*, v. 58, n. 1, p. 103-36.

Kelemen R. D., Sibbitt E. C. [2005], « Lex Americana ? A Response to Levi-Faur », *International Organization*, v. 59, n. 2, p. 463-72.

Kendall M. [1953], « The Analysis of Economic Time Series. Part I : Prices », *Journal of Royal Statistical Society*, sér. A, v. 116, p. 11-25 (comment. p. 25-34).

Kersseboom W. [1748], *Trois essais d'arithmétique politique*, Paris, Ined, 1970.

Kerwer D. [2005], « Holding global Regulators accountable : The case of Credit Rating Agencies », *Governance : An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, v. 18, n. 3, p. 463-75.

Keynes J. M. [1921], *A treatise on probability*, London, Macmillan (rééd. : *The collected writings of J. M. Keynes*, v. VIII, London, Macmillan).

Keynes J. M. [1936], *Théorie générale de l'intérêt, de l'emploi et de la monnaie.* Paris, Payot (trad. fr. 1989).

Knight F. H. [1921], *Risk, uncertainty and profit*, Boston (rééd. New York, A. M. Kelley, 1964).

Klüppelberg C., Kyprianou A. E., Maller R. A. [2004], « Ruin Probabilities and Overshoots for General Lévy Insurance Risk Processes », *Annals of Applied Probability*, v. 14, n. 4, p. 1766-801.

Knill C., Lehkuhl D. [2002], « Private Actors and the State : Internationalization and Changing Patterns of Governance », *Governance : An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, v. 15, n. 1, p. 41-63.

Kolm S. C. [1967], *Les choix financiers et monétaires*, Paris, Dunod.

Koopmans T. C. [1942], « Exchange ratios between cargoes on various routes (non-refrigerated dry cagoes) », *Memorandum for the combined shipping adjustment*

board, Wahsington (rééd. : *Scientific papers of T. C. Koopmans*, Berlin, Springer, 1970, p. 77-86).

Koopmans T. C. [1951], *Activity analysis of production and allocation : proceedings of a conference*, New York, Wiley.

Kou S. G., Wang H. [2003], « First Passage Times of a Jump Diffusion Process », *Advances in Applied Probability*, v. 35, n. 9, p. 504-31.

Kou S. G., Wang H. [2004], « Option Pricing under a Double Exponential Jump Diffusion Model », *Management Science*, v. 50, n. 9, p. 1178-92.

Kramp C. [1799], *Analyse des réfractions astronomiques et terrestres*, Strasbourg, Dannbach.

Kritter J. A. [1768], *Œconomisch-politische Auflösung der wichtigsten Fragen, welche jetzo wegen der Einrichtung dauerhaft Wittwen-Cassen aufgeworfen werden*, Göttingen, Abram Vandenhoek.

Kyle A. [1985], « Continuous Auction Markets and Insider Trading », *Econometrica*, v. 53, p. 1315-35.

Lachman L. M. « From Mises to Shackle. An essay on Austrian Economics and the Kaleideic Society » in *Journal of Economic Litterature*, vol.14, n. 1, 1976, p. 54-62.

Lacroix S. F. [1821], *Traité élémentaire du calcul des probabilités*, Paris, Bachelier.

Lambert J. H. [1765], *Beyträge zum Gebrauch der Mathematik und deren Anwendung durch J. H. Lambert*, Berlin, Realschule.

Landsman W. R., Maydew E. L., Thornock J. R. [2009], « The Information Content of Annual Earnings Announcements and Mandatory Adoption of IFRS », ssrn.com/abstract=1337567 (4 février 2009).

Laplace P. S. [1774], « Mémoire sur la probabilité des causes par les événements » (rééd. : *Œuvres complètes de Laplace*, vol. VIII, p. 27-65).

Laplace P. S. [1781], « Mémoire sur les probabilités » (rééd. : *Œuvres complètes de Laplace*, v. IX, p. 383-485).

Laplace P. S. [1785], « Mémoire sur les approximations des formules qui sont des fonctions de très grands nombres » (rééd. *Œuvres complètes de Laplace*, v. X, p. 209-91).

Laplace P. S. [1786a], « Sur les naissances, les mariages et les morts à Paris depuis 1771 jusqu'en 1784, et dans toute l'étendue de la France pendant les années 1781 et 1782 » (rééd. *Œuvres complètes de Laplace*, v. IX, p. 35-46).

Laplace P. S. [1786b], « Mémoire sur les approximations des formules qui sont des fonctions de très grands nombres et sur leur application aux probabilités » (rééd. *Œuvres complètes de Laplace*, v. XII, p. 301-53).

Laplace P. S. [1812], *Théorie analytique des probabilités* (rééd. *Œuvres complètes de Laplace*, v. VII).

Latour B. [1995], *La Science en action. Introduction à la sociologie des sciences*, Paris, Gallimard.

Lawson T. [1997], *Economics and Reality*, Routledge, Londres.

Le Courtois O., Randrianarivony R. [2009], « An Analysis of Insurance Risk: Finite-Time Ruin and Survival Probabilities with Stable Lévy Processes », *Cahier de Recherche de l'EM Lyon*.

Le Courtois O., Walter C. [2008], « La concentration des portefeuilles : perspective générale et illustration », *Cahiers de recherche de l'EM Lyon*, 2008/03.

Leavens D. H. [1945], « Diversification of Investments », *Trusts and Estates*, LXXX, p. 469-73.

LeRoy S., Porter R. 1981, « The Present Value Relation : Tests based on Variance Bounds », *Econometrica*, v. 49, p. 555-7.

LeRoy S., 1973, « Risk Aversion and the Martingale Property of Stock Prices », *International Economic Review*, v. 14, p. 436-46.

Levi-Faur D. [2005], « The Political Economy of Legal Globalization : Juridification, Adversial Legalism, and Responsive Regulation. A Comment », *International Organization*, v. 59, n. 2, p. 451-62.

Lévy-Véhel J., Walter C. [2002], *Les Marchés fractals. Efficience, ruptures et tendances sur les marchés financiers*, Paris, Presses universitaires de France.

Lichtenstein S., Slovic P. [1971], « Reversals of Preference Between Bids and Choices in Gambling Decisions », *Journal of Experimental Psychology*, n. 86, p. 46-55.

Lichtenstein S., Slovic P. [1973], « Reponse induced Reversals of Preference in Gambling : An Extended Replications in Las Vegas », *Journal of Experimental Psychology*, n. 101, p. 16-20.

Lintner J., 1965, « The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets », *Review of Economics and Statistics*, v. 47, p. 13-37.

Löffler G. [2005], « Avoiding the Rating Bounce : Why Rating Agencies Are Slow to React to New Information », *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 56, n. 3, p. 365-81.

Long J. [1990], « The numeraire Portfolio », *Journal of Financial Economics*, v. 26, p. 29-70.

Lopes L. L. [1986], « Between Hope and Fear : the Psychology of Risk », *Advances in Experimental Social Psychology*, v. XX, p. 255-95.

Lopes L. L. [1987], « SP/A Theory : the Role of Security, Potential and Aspiration in risky Choice », voir L. L. Lopes, « The Role of Aspiration Level in Risky Choice : A Comparison of Cumulative Prospect Theory and SP/A Theory » *Journal of Mathematical Psychology*, v. 43, n. 2, June 1999, p. 286-313.

Lordon F. [2000], « La "création de valeur" comme rhétorique et comme pratique. Généalogie et sociologie de la "valeur actionnariale" », *L'année de la régulation*, n. 4, p. 117-65.

Lordon F. [2002], « Formaliser la dynamique et les crises régulationnistes », dans *Théorie de la Régulation - L'état des savoirs* (R. Boyer et Y. Saillard, éd.), Paris, La Découverte, p. 264-72.

Lucas R. [1978], « Asset Prices in an Exchange Economy », *Econometrica*, v. 46, p. 1429-45.

Lucas R. [1981], *Studies in Business Cycle Theory*, Oxford, Basil Blackwell.

MacKenzie D. [2006], *An Engine, not a Camera. How Financial Models shape Markets*, Cambridge, MIT Press.

MacKenzie D., Muniesa F., Siu L. [2007] (dir.), *Do Economists make Markets ? On the Performativity of Economics*, Princeton, Princeton University Press.

Makower H. [1937], « Book reviews : Interest and Prices », *Economica, new series*, v. IV, n. 15, p. 363-5.

Makower H., Marschak J. [1938], « Assets, prices, and monetary theory », *Economica , new series*, v. V, p. 261-8.

Mandelbrot B. [1973], « Le syndrôme de la variance infinie et ses rapports avec la discontinuité des prix », *Économie Appliquée*, vol. 26, p. 321-48.

Mandelbrot B. [1997], *Fractals and Scaling in Finance : Discontinuity, Concentration, Risk*, New York, Springer.

Mandelbrot B. [2005], *Une approche fractale des marchés. Risquer, perdre et gagner*, Paris, Odile Jacob.

MANGENOT M. [2005], « Philosophie, origine, objectifs des normes internationales », dans *Les normes comptables internationales, instrument du capitalisme financier* (M. Capron éd.), Paris, La Découverte, p. 151-81.

MARCH J. G., SHAPIRA Z. [1987], « Les managers face au risque », in March J. G., Décision et organisation, Paris, éditions d'organisation.

MARGAIRAZ D., MINARD P. [2006] (dir.), *Revue de synthèse*, n. 2, *Le Marché dans son histoire*.

MARKOWITZ H. M. [1952], « Portfolio Selection », *Journal of Finance*, v. VII, p. 77-91.

MARKOWITZ H. M. [1956], « The Optimization of a quadratic Function Subjet to linear Constraints », *Naval research logistics quarterly*, vol. III, p. 111-33.

MARKOWITZ H. M. [1959], *Portfolio Selection : efficient Diversification of Investment*, New Haven, Yale University Press (2nd. éd. 1971).

MARKOWITZ H. M. [1987], « Mean-variance analysis », *New Palgrave Dictionnary of economics*.

MARKOWITZ H. M. [1991], « Foundations of Portfolio theory », *Journal of finance*, v. XLVI, n. 2, p. 469-77.

MARSCHAK J. [1938], « Money and the theory of assets », *Econometrica*, v. VI, n. 4, p. 311-25.

MARSCHAK J. [1946], « Neumann's and Morgenstern's new approach to static economics », *Journal of Political Economy*, v. LIV, n. 2, p. 97-115.

MARSCHAK J. [1950], « Rational behavior, uncertain prospects, and measurable utility », *Econometrica*, v. XVIII, p. 111-41.

MARSCHAK J. [1951], « Why "should" statisticians and businessmen maximize "moral Expectation" ? », in Neyman [1951].

MARSCHAK J., MARKOWITZ H. [1951], *Income, Employment and the Price Level*, Chicago, Cowles Commission (rééd. New York, Augustus M. Kelley, 1965).

MARSCHAK J. *et al.* [1951], *Rational Decision-Making and Economic Behavior - 19th annual report 1950-51*, Chicago, Cowles Commission.

MARSHALL A. [1885], « On the graphic methods of statistics », *Jubilee volume of the statistical society*, p. 266-71.

MARSHALL A. *et al.* [1885], « Discussion », *Jubilee volume of the statistical society*, p. 181-217.

MARTIN R. [2002], *The Financialization of Daily Life*. Philadelphia, Temple University Press.

MARTIN T. (éd.) [2003], *L'Arithmétique politique française*, Paris, INED.

MARTINEZ-DIAZ L. [2005], « Strategic Experts and Improvising Regulators : Explaining the IASC's Rise to Global Influence, 1973-2001 », *Business and Politics*, v. 7, n. 3.

MASSÉ P. [1944], « Applications des probabilités en chaîne à l'hydrologie statistique et au jeu des réservoirs », *Journal de la Soc. de Statistique de Paris*, p. 204-19.

MASSÉ P. [1946], *Les réserves et la régulation de l'avenir*, Paris, Hermann.

MASSÉ P. [1953], « Réflexion sur les comportements rationnels en économie aléatoire », *Cahiers du séminaire d'économétrie*, v. 2, p. 11-59.

MATHIS J., MCANDREWS J., ROCHET J. C. [2009], « Rating the raters : are reputation concerns powerful enough to discipline rating agencies ? », *Journal of Monetary Economics* (sous presse).

MATLAND R. E. [1995], « Synthesizing the Implementation Literature : the Ambiguity Conflict Model of Policy Implementation », *Journal of Public Administration Research and Theory*, v. 5, n. 2, p. 145-75.

McCall Rosenbluth F. [1989], *Financial Politics in Contemporary Japan*, Ithaca, Cornell University Press.

McGill P. [1989]", « Computing the Overshoot of a Lévy Process », *Stochastic Analysis, Path Integration, and Dynamics*, v. 200, p. 165-96.

McNeil B. J., Pauker A. S., Sox H. Jr, Tversky A. [1982], « On The Elicitation of Preferences for Alternative Therapies », *New England Journal of Medicine*, v. 306, p. 1259-62.

Mehra R., Prescott E. [1985], « The Equity Premium : a Puzzle », *Journal of Monetary Economics*, v. 15, p. 145-61.

Mellios C., Paget-Blanc E. [2006], « Which Factors Determine Sovereign Credit Ratings ? », *European Journal of Finance*, v. 12, n. 4, p. 361-77.

Menger K. [1934], « Das Unsicherheitsmoment in der Wertlehre », *Zeitschrift für Nationalökonomie*, v. LI, p. 459-85 (trad. angl. dans Shubik [1967]).

Minsky H. P. [1982], « The Financial-Instability Hypothesis : Capitalist Processes and the Behaviour of the Economy », dans *Financial Crises : Theory, History and Policy* (C. Kindleberger and H. Laffargue eds.), Cambridge, Camabridge University Press.

Minsky H. P. [1986], *Stabilizing an Unstable Economy*, New Haven, Yale University Press.

Mirowski P., Hands D. W. [1997], « A Paradox of Budgets : the Postwar Stabilization of american Neoclassical Price Theory », dans *From Interwar Pluralism to Postwar Neoclassicism* (Morgan M. S., Rutherford M. eds.), suppl. à *History of Political Economy*, v. XXX, p. 260-92.

Mirowski P., Hands D. W. [1998], « Harold Hotelling and the neoclassical dream », dans *Economics and Methodology : Crossing Boundaries* (R. Backhouse, D. Hausman, U. Mäki, A. Salanti eds.), London, Macmillan.

Mirowski P., Weintraub E. R. [1994], « The pure and the applied : bourbakism comes to mathematical economics », *Science in context*, vol. VII, n. 2, p. 245-72.

Moivre A. de [1725], *Annuities on lives*, London, Pearson (rééd. New York, Chelsea, 1967).

Moivre A. de [1730], *Miscellanea analytica de seriebus et quadraturis*, London, Tonson and Watts.

Moivre A. de [1756], *The Doctrine of Chances*, 3rd ed., London, Pearson (rééd. New York, Chelsea, 1967).

Moody's Investors Service [2007], Special Comment, *Corporate Default and Recovery Rates, 1920-2006*, www.moodys.com.

Muniesa F., Callon M. [2008], *La Performativité des sciences économiques*, *Papiers de recherche du CSI*, Paris, (École des Mines), n. 10 (Halshs-00258130) ; variante parue dans Steiner et Vatin [2009]).

Neyman J., Pearson E. S. [1928], « On the use and interpretation of certain test criteria for purposes of statistical inference », *Biometrika*, p. 174-240, p. 263-94.

Neyman J., Pearson E. S. [1933a], « On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses », *Philosophical transactions*, ser. A, v. XXIV, p. 289-337.

Neyman J., Pearson E. S. [1933b], « The testing of statistical hypotheses in relation to probabilities a priori », *Proceedings of the Cambridge Philosophical society*, v. XXIX, p. 492-510.

Neyman J. (ed.) [1951], *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, University of California Press, Berkeley.

Niehans J. [1990], *A history of economic theory - classic contributions 1720-1980*, Baltimore, John Hopkins University Press.

Nier E., Yang J., Yorulmazer T., Alentorn A. [2007], « Network Models and Financial Stability », *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 31, p. 2033-60.

Norton J. P. [1903], *Statistical studies in the New York money market*, New York, Publications of the American Economic Association.

Nye J. [2004], *Soft Power. The Means to Success in World Politics*, New York, Public Affairs.

Orléan A. [1986], « Mimétisme et anticipations rationnelles : une perspective keynésienne », *Recherches économiques de Louvain*, v. 52, n. 1, p. 45-66.

Orléan A. [1999], *Le pouvoir de la finance*, Paris, Odile Jacob.

Orléan A. [2008], « La notion de valeur fondamentale est-elle indispensable à la théorie financière ? », dans ARCÉ (coll.), *Comprendre la finance contemporaine*, Paris, La Découverte, p. 120-8.

Osborne M. F. 1959, « Brownian Motion in the Stock Market », *Operations Research*, v. 7, p. 145-73.

Palan R. [2003], *The Offshore World. Sovereign Markets, Virtual Places, and Nomad Millionaires*, Ithaca, Cornell University Press.

Pareto V. [1896], *Cours d'économie politique*, Lausanne, Rouge.

Pattberg P. [2005], « The Institutionalization of Private Governance : How Business and Nonprofit Organizations Agree on Transnational Rules », *Governance : An International Journal of policy, Administration, and Institutions*, v. 18, n. 4, p. 589-610.

Paulson A., Holcomb E., Leitch R. [1975], « The Estimation of the Parameters of the Stable Laws », *Biometrika*, v. 62, n. 1, p. 163-70.

Payne J. W., Bettman J. R., Jonhson E. J. [1992],« Behavioral Decision Research : a Constructive Processing Perspective », *Annual Review of Psychology*, v. 43, p. 87-131.

Pearson K. [1892], *The Grammar of Science*, London, Walter Scott.

Pearson K. [1894], « On the dissection of asymmetrical frequency curves », *Philosophical Transactions*, série A, v. 185.

Pearson K. [1895], « Skew variations in homogeneous materials », *Philosophical Transactions*, série A, v. 186.

Peng, S. *et al.* [2008], « Does Convergence of Accounting Standards Lead to the Convergence of Accounting Practices ? A Study from China », *International Journal of Accounting*, v. 43, n. 4, p. 448-68.

Perry J., Nölke A. [2005], « International Accounting Standards Setting : A Network Approach », *Business and Politics*, v. 7, n. 3.

Perry J., Nölke A. [2006], « The Political Economy of International Accounting Standards », *Review of International Political Economy*, vol. 13, n. 4, p. 559-86.

Pigou A. C. [1920], *The economics of Welfare*, London, Macmillan.

Pircher W. [2000] (ed.), *Sozialmaschine Geld. Kultur. Geschichte*, Giessen, Anabas.

Poggendorf J. C. [1863], *Biographisch-Litterarisches Handwörterbuch zur Geschichte der Exacten Wissenschaften*, Leipzig, Barth.

Poon W. P. H., Firth M. [2005], « Are Unsolicited Credit Ratings Lower? International Evidence From Bank Ratings », *Journal of Business Finance and Accounting*, v. 32, n. 9-10, p. 1741-71.

Poon W. P. H., Lee J., Gup B. E. [2009], « Do Solicitations Matter in Bank Credit Ratings ? Results from a Study of 72 Countries », *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 41, n. 2-3, p. 285-314.

Porter T[ed] M. [1986], *The Rise of statistical Thinking*, Princeton, Princeton University Press.

Porter T[ed] M. [2001], « Economics and the History of Measurement », *History of Political Economy*, v. 33, ann. suppl., p. 4-22.

Porter T[ony] [2005], « Private Authority, Technical Authority, and Globalization of Accounting Standards », *Business and Politics*, vol. 7, n. 3.

Postel-Vinay G., Rosenthal J. L. [2001], *Des Marchés sans prix. Une économie politique du crédit à Paris 1660-1870*, Paris, EHESS.

Pradier P. C. [1998], *Concepts et mesures du risque en théorie économique - essai historique et critique*, Cachan, doct. ENS-Cachan.

Pradier P. C. [2000], « Le hasard fait bien les choses, histoire du docteur Markowitz », *Économie et Sociétés. Cahiers de l'ISMEA*, sér. PE, n. 1.

Pradier P. C. [2003], « L'actuariat au siècle des Lumières, risque et décisions économiques et statistiques », *Revue économique*, vol. LIV, n. 1, p. 139-56.

Pradier P. Ch. [2006], *La Notion de risque en économie*, Paris, La Découverte.

Price R. [1771], *Observations on reversionary payments...*, London, Cadell and Davies, 1812 (7^{e} éd.).

Puech A. [1990], *Kant et la causalité*, Paris, Vrin.

Quittard-Pinon F., 2003, *Marchés de capitaux et théorie financière*, Paris, Economica.

Radner R. 1972, « Existence of Equilibrium of Plans, Prices and Expectations in a Sequence of Markets », *Econometrica*, v. 40, p. 289-303.

Ramirez C. [2003], « Du commissariat aux comptes à l'audit. Les BIG 4 et la profession comptable depuis 1970 », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n. 146-147, p. 62-79.

Redelmeier D. A., Kahneman D. [1996], « Memories of Painful Medical Treatments. Realtime and Retrospective Evaluations of Two Minimally Invasive Procedures », *Pain*, n. 1.

Richard J. [2005], « Les trois stades du capitalisme comptable français », dans *Les normes comptables internationales, instrument du capitalisme financier* (M. Capron éd.), Paris, La Découverte, p. 89-119.

Rieucau N. [1998], « Les entreprises ou les hommes s'exposent à une perte, dans la vue d'un profit. Condorcet et l'héritage de D'Alembert », *Revue économique*, v. XLIX, n. 5, p. 1365-1405.

Riva A. [2007], « Les bourses italiennes à l'époque giolittienne (1894-1913) : une analyse institutionnaliste de leur organisation », *Entreprises et histoire*, n. 48, 2007/3, p. 9-28.

Rodrik D. [1997], *Has Globalization Gone Too Far ?*, Washington, Institute for International Economics.

Rogers L. C. G. [2000], « Evaluating First-Passage Probabilities for Spectrally One-Sided Lévy Processes », *Journal of Applied Probability*, v. 37, p. 1173-80.

Rohrbasser J. M. [1997], « Un pasteur actuaire ? Ordre de la mortalité, durée de la vie et rentes viagères dans L'Ordre divin de J. P. Süssmilch », *Revue de synthèse*, n. 4, p. 385-417.

Rosenstein-Rodan P. N. [1936], « The coordination of the general theories of money and price », *Economica, New series*, v. III, p. 257-80.

Rosental P. A. [2006], « Pour une histoire politique des populations », *Annales. Histoire, sciences sociales*, v. 61, n.i, p. 7-29.

Rosenthal H. L. [2008], « Letter : Republican Opposition to Debt Reduction in Financial Crises - The Great Depression and Today » in *The Economists' Voice*, v. 5.

Ross S. [1976], « The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing », *Journal of Economic Theory*, v. 13, p. 341-60.

Roy A. D. [1952], « Safety first and the holding of assets », *Econometrica*, v. XX, p. 431-49.

Roy A. D. [1961], « Review of Portfolio Selection », *American Economic Review*, v. LI, p. 99-100.

Ruggie J. G. [1982], « International Regimes, Transactions, and Change : Embedded Liberalism in the Postwar Economic Order », *International Organization*, v. 36, n. 2, p. 379-415.

Samorodnitsky G., Taqqu S. C. [1994], *Stable Non-Gaussian Random Processes*, Chapman and Hall.

Samuelson P. A. [1950], « Probability and the attempt to measure utility », *The economic review (Keizai Kenkyu)*, p. 167-73 (rééd. *The Collected Scientific Papers of Paul A. Samuelson* (J. Stiglitz ed.), Cambridge, MIT Press, 1966, p. 117-23, avec en supplément : « 1965 postscript », p. 124-6).

Samuelson P. A. [1972], *L'Économique*, Armand Colin.

Samuelson P. A. *et al.* [1952], « Utilité, préférence et probabilité », *Économétrie. Colloque de Paris 12-17 mai 1952*, Paris, CNRS, p. 141-64.

Samuelson P. A. [1965a], « A Rational Theory of Warrant Pricing », *Industrial Management Review*, v. 6, p. 13-39.

Samuelson P. A. [1965b], « Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly », *Industrial Management Review*, v. 6, p. 41-9.

Samuelson P. A. [1973], « Proof that Properly Discounted Present Value of Assets Vibrate Randomly », *Bell Journal of Economics*, v. 4, p. 369-74.

Sapir J. [2000], *Les trous noirs de la science économique*, Paris, Albin Michel.

Sapir J. [2005], *Quelle économie pour le XXI^e siècle ?*, Odile Jacob, Paris.

Sassen S. [2006], *Territory, Authority, Rights. From Medieval to Global Assemblages*, Princeton, Princeton University Press.

Sato K. [1987], *Lévy Processes and Infinitely Divisible Distributions*, Cambridge University Press, Cambridge.

Saurugger S. [2002], « L'expertise : un mode de participation des groupes d'intérêt au processus décisionnel communautaire », *Revue française de science politique*, v. 52, n. 4, p. 5-18.

Savage L. J. [1952], « Une axiomatisation de comportement raisonnable face à l'incertitude », *Économétrie. Colloque de Paris 12-17 mai 1952*, Paris, CNRS, p. 29-33.

Schrage M. [2003] « Perfect Information and Perverse Incentives : Costs and Consequences of Transformation and Transparency‘ », *SSP Working Paper*, wp03-1, MIT, p. 7-8.

Seabrooke L. [2001], *US Power in International Finance : The Victory of Dividends*. Palgrave, McMillan.

Seabrooke L. [2006], *The Social Sources of Financial Power. Domestic Legitimacy and International Financial Orders*. Ithaca, Cornell University Press.

Seabrooke L. [2007], « Everyday Legitimacy and International Financial Orders : The Social Sources of Imperialism and Hegemony in Global Finance », *New Political Economy*, v. 12, n. 1, p. 1-18.

Searle J. R. [1970], *Speech acts. An essay in the philosophy of language*, Cambridge, Cambridge University Press (trad. fr., Paris, Hermann, 1972).

Seyberth P. H. [1767], *Dissertatio inauguralis juridica de Reditu anno praesertim vitali tontina ac fiscis viduarum...*, Göttingen, Barmeier.

Shackle G. L. S. [1949a], « A non-additive measure of uncertainty », *Review of Economic Studies*, v. 27, n. 42 p. 70-4.

Shackle G. L. S. [1949b], *Expectations in economics*, Cambridge, Cambridge University Press.

Shackle G. L. S. [1986], « The origination of Choice », dans *Subjectivism, Intelligibility and Economic Understanding - Essays in honour of Ludwig M. Lachman on his Eightieth Birtday* (L. M. Kirzner ed.), Londres, Macmillan, p. 281-87.

Sharpe W. [1964], « Capital Asset Prices. A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk », *Journal of Finance*, v. 19, p. 425-42.

Shiller R. [1981], « Do Stock Price Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends? », *American Economic Review*, vol. 71, p. 421-36.

Shinn T., Ragouet P. [2005], *Controverses sur la science. Pour une sociologie transversaliste de l'activité scientifique*, Paris, Raisons d'agir éditions.

Shubik M. (ed.) [1967], *Essays in Mathematical Economics in Honor of Oskar Morgenstern*, Princeton University Press, Princeton, p. 211-31.

Simiand F. [2006], *Critique sociologique de l'économie*, Paris, Presses universitaires de France.

Simon H. A. [1956], « Dynamic programming under uncertainty with a quadratic criterion function », *Econometrica*, v. 33, p. 493-513.

Simon H. A. [1976], « From Substantive to Procedural Rationality », dans *Method ans Appraisal in Economics* (Latsis S. J. ed.), Cambridge University Press, Cambridge, p. 129-148.

Simon H. A. [1978], « Rationality as a Process and as a Product of Thought » in *American Economic Review*, v. 68, n. 2, p. 1-16.

Simon H. A. [1972], « Theories of bounded rationality' », dans *Decision and Organization* (C. B. Radner et R. Radner eds.), North Holland, Amsterdam, 1972, p. 161-76.

Simonson I., Tversky A. [1992], « Choice in Context : Tradeoff Contrasts and Extremness Aversion », *Journal of Marketing Research*, vol. 14, p. 281-295.

Sinclair T. [2000], « Reinventing Authority : Embedded Knowledge Networks and the New Global Finance », *Environment and planning C: Government and Policy*, v. 18, n. 4, p. 487-502.

Sinclair T. [2001], « The Infrastructure of Global Governance : Quasi-Regulatory Mechanisms and the New global Finance », *Global Governance*, v. 7, n. 4, p. 441-51.

Sinclair T. [2003], « Global Monitor. Bond Rating Agencies », *New Political Economy*, v. 8, n. 1, p. 147-61.

Sinclair T. [2005], *The New Masters of Capital. American Bond rating Agencies and the Politics of Creditworthiness*, Ithaca, Cornell University Press.

Slovic P., Griffin D., Tversky A. [1996], « Compatibility Effects in Judgement and Choice », dans *Insights in Decision Making : Theory and Applications* (R. M. Hogarth ed.), Chicago, University of Chicago Press.

Slovic P., Lichtenstein S. [1983] « Preference Reversals : A Broader Perspective », *American Economic Review*, v. 73, n. 3, p. 596-605.

Sread C. [1938], *House of All Nations*, New York, Knopf.

Steiner P. [2005], *La Sociologie économique*, Paris, La Découverte.

Steiner P., Vatin F. (éd.) [2009], *Traité de sociologie économique*, Paris, Presses universitaires de France.

Stigler S. [1986], The history of statistics, Cambridge (Massachussets), Belknap press.

Stolper A. [2009], « Regulation of Credit Rating Agencies », *Journal of Banking and Finance*, v. 33, n. 7, p. 1266-73.

Strange S. [1994], *States and Markets*. Pinter Publishers, 2nd Edition.

Strange S. [1996], The Retreat of the State. The Diffusion of Power in the World Economy. Cambridge University Press.

Strulik T. [2006], « Knowledge Politics in the Field of Global Finance? The Emergence of a Cognitive Approach in Banking Supervision », *CSGR Working Paper*, n. 195/06.

Süssmilch J. P. [1741/1761/1775], *L'Ordre divin*, Paris, INED 1997.

Sy N. R. [2009], « The Systemic Regulation of Credit Rating Agencies and Rated Markets », *IMF, working paper*, WP/09/129.

Taleb N. N. [2005], *Le Hasard sauvage. Des marchés boursiers à notre vie, le rôle caché de la chance*, Paris, Les Belles Lettres (éd. orig., New York, Texere, 2001).

Taleb N. N. [2007], « The Pseudo-Science Hurting Markets », *Financial Times* (23 octobre 2007).

Taleb N. N. [2008], *Le Cygne Noir. La puissance de l'imprévisible*, Paris, Les Belles Lettres (éd. orig., New York, Random House, 2007).

Tenenti A., Tenenti B. [1985], *Il prezzo del rischio - l'assicurazione mediterranea vista da Ragusa (1563-1591)*, Roma, Jouvence.

Tetens J. N. [1786], *Einleitung zur Berechnung der Leibrenten und Anwartschaften - Zweyter Teil - Versuche über einige bey Versorgungs-Anstalten erhebliche Puncte*, Leipzig, Weidmanns Erben und Reich.

Thirkell-White B. [2006], « Private Authority and the Legitimacy in the International System », *International Relations*, v. 20, n. 3, p. 335-42.

Tintner G. [1941a], « The theory of choice under subjective risk and uncertainty », *Econometrica*, v. IX, n. 4, p. 298-304.

Tintner G. [1941b], « The pure theory of production under technological risk and uncertainty », *Econometrica*, v. IX, n. 4, p. 305-12.

Tintner G. [1942], « A contribution to the non-static theory of choice », *Quarterly Journal of Economics*, v. LVI, p. 274-306.

Tobin J. [1958], « Liquidity preference as behavior toward risk », *Review of Economic Studies*, v. XXV, p. 65-86.

Tobin J. [1965], « The Theory of Portfolio Selection », dans *The Theory of Interest Rates* (F. H. Hahn et F. P. R. Brechling eds.), London, Macmillan.

Todhunter I. [1865], *History of the mathematical theory of probability from the time of Pascal to that of Laplace*, réed. New York, Chelsea, 1949.

Toja G. [1908], « Alcune considerazioni sui rapporti tra la matematica e la scienza attuariale », *Atti del IV congresso internazionale dei matematici*, Rome, 1909.

Tribunella H. [2009], « Twenty Questions on International Financial Reporting Standards », *The CPA Journal*, v. 79, n. 3, p. 32-7.

Tsiang S. C. [1972], « The rationale of the mean-standard deviation analysis, skewness, preference and the demand for money », *American Economic Review*, v. LXII, p. 354-71.

Tsingou E. [2006], « The Governance of OTC Derivatives Markets », dans *The Political Economy of Financial Market Regulation : The Dynamics of Inclusion ond Exclusion* (P. Mooslechner, H. Schuberth et B. Weber eds.), p. 168-90.

Tversky A. [1996], « Rational Theory and Constructive Choice », dans *The Rational Foundations of Economic Behaviour* (K. J. Arrow, E. Colombatto, M. Perlman et C. Schmidt eds.), Basingstoke - New York, Macmillan et St. Martin's Press, 1996, p. 185-97.

Tversky A., Kahneman D. [1986] « Rational Choice and the Framing of Decisions », *Journal of Business*, v. 59, n. 4, p. 251-78.

Tversky A., Kahneman D. [1991], « Loss Aversion in Riskless Choice : a Reference Dependant Model », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, n. 4, p. 1039-61.

Tversky A., Sattath S., Slovic P. [1988], « Contingent Weighting in Judgement and Choice » in *Psychological Review*, v. 95, p. 371-84.

Usabel M. [1999], « Calculating Multivariate Ruin Probabilities via Gaver-Stehfest Inversion Technique », *Insurance : Math. and Economics*, v. 25, n. 2, p. 133-42.

Vaaler P. M., McNamara G. [2004], « Crisis and Competition in Expert Organizational Decision Making : Credit-Rating Agencies and Their Response to Turbulence in Emerging Économies », *Organization Science*, v. 15, n. 6, p. 687-703.

Van Creveld M. [1985], *Command in War*, Cambridge, Harvard University Press.

Van Der Pijl K. [2004], « Two Faces of the Transnational Cadre under Neo-Liberalism », *Journal of International Relations and Development*, v. 7, n. 2, p. 177-207.

Vanel G. [2005], *L'économie politique de l'étalon dollar. Les États-Unis et le nouveau régime financier international*, Grenoble/Montréal, doct. Université Pierre-Mendès-France et Université du Québec à Montréal.

Vanel G. [2006], « Quand la prudence n'est pas une vertu : Bâle II ou la mise en place du régulation bancaire à l'efficacité équivoque », *Économie et Société*, n. 4, p. 39-54.

Vanel G. [2007], « Les nouvelles figures de l'hégémonie américaine : le rôle des pratiques dans la consolidation de l'ordre économique globalisé », *Études Internationales*, v. 38, n. 4.

Varey C., Kahneman D. [1992], « Experiences Extended Across Time : Evaluation of Moments and Episodes », *Journal of Behavioral Decision-Making*, v. 5, p. 169-96.

Varian H. [1993], « A Portfolio of Nobel Laureates : Markowitz, Miller and Sharpe », *Journal of economic perspectives*, v. VII, n. 1, p. 159-69.

Von Neumann J. [1937], « Über ein ökonomisches Gleichungssystem und ein Verallgemeinerung des Brouwer'schen Fixpunktsatzes », *Ergebnisse eines Mathematiker Kolloquiums*, v. VIII, p. 73-83

Von Neumann J., Morgenstern O. [1944], *The theory of games and economic behavior* (rééd. Princeton, Princeton University Press, 1980).

Wald A. [1936], « On some systems of equations of mathematical economics » (rééd. *Econometrica*, 1951, v. XIX, p. 368-403).

Walford C. [1878], *The Insurance Cyclopœdia*, v. V, London, Layton.

Walras L. [1874], *Eléments d'économie politique pure*, Lausanne.

Walter C. [1994], *Les Structures du hasard en économie. Efficience des marchés, lois stables et processus fractals*, Paris, doct. IEP.

Walter C. [1996], « Une histoire du concept d'efficience sur les marchés financiers», *Annales*, v. 51, n. 4, p. 873-905.

Walter C. [1999], « Aux origines de la mesure de performance des fonds d'investissement : les travaux d'Alfred Cowles», *Histoire et mesure*, v. 14, n. 1-2, p. 163-97.

Walter C. [2002a], « La recherche de lois d'échelle sur les variations boursières », dans *Lois d'échelle, fractales et ondelettes* (P. Abry, P. Gonçalvès et J. Lévy-Véhel éds.), Paris, Hermès, p. 243-72.

Walter C. [2002b], « Le phénomène leptokurtique sur les marchés financiers », *Finance*, v. 23, n. 2, p. 15-68.

Walter C. [2005], « Les quatre causes de l'efficacité informationnelle des marchés », *Finance et bien commun*, n. 23, p. 107-15.

Walter C. [2006], « Les Martingales sur les marchés financiers, une convention stochastique ? », *Revue de synthèse*, n. 2, p. 379-91.

WALTER C. [2008], « Crise boursière, régulation financière et image de l'incertiude », *Les Echos* (5 février).

WALTER C. [2009a], « Le virus brownien et la déroute des professionnels en finance », dans *Repenser la planète finance*, Eyrolles, p. 89-101.

WALTER C. [2009b], « Le virus brownien. La réduction brownienne de l'incertitude et la crise financière de 2007-2008 », *Communio*, vol. 34, n. 3-4, p. 107-20.

WALTER C. [2009c], « Research of Scaling Law on Stock Market Variations », dans *Scaling, Fractals and Wavelets* (P. Abry, P. Gonçalvès et J. Lévy Véhel eds.), New York, Wiley.

WALTER C., BRIAN É. [2007] (dir.), *Critique de la valeur fondamentale*, Paris, Springer.

WALTER C., PRACONTAL M. [2009], *Le virus B. Crise financière et mathématiques*, Paris, Seuil.

WALTON P. [1996], *La comptabilité anglo-saxonne*. Paris, La Découverte.

WASHBURN W., DELONG E. S. [1932], *High and Low Financiers. Some Notorious Swindlers and Their Abuses in Our Modern Stock Seling System*, Indianapolis, Bobbs-Merrill.

WEBER M. [1894-1896/2010], *La Bourse*, Paris, éditions Allia (nouv. trad. par P. de Larminat).

WEIL P. [1989], « The Equity Premium Puzzle and the Risk-Free Rate Puzzle », *Journal of Economic Theory*, v. 24, p. 401-21.

WHITE L. J. [1991], *The S&L Debacle. Public Policy Lessons for Bank and Thrift Regulation*, Oxford, Oxford University Press.

WICKSELL K. [1898], Geldzins und Güterpreise, trad. angl. par R. F. Kahn Interest and Prices, 1936, London, Macmillan.

WIGGER A., NÖLKE A. [2007], « Enhanced Role of Private Actors in EU Business Regulation and the Erosion of Rhenish Capitalism : the Case of Antitrust Enforcement », *Journal of Common Market Studies*, v. 45, n. 2, p. 487-513.

WILLIAMS J. B. [1938], *The theory of investment Value*, Cambridge, Harvard University Press.

WORKING H. [1934], « A Random-Difference Series for Use in the Analysis of Time Series », *Journal of the American Statistical Association*, v. 29, p. 11-24.

ZAJDENWEBER D. [2000], *L'économie des extrêmes*, Paris, Flammarion (2de éd. augm., 2009).