



La remise en cause du modèle classique de la finance par Benoît Mandelbrot et la nécessité d'intégrer les lois de puissance dans la compréhension des phénomènes économiques

Philippe Herlin

► To cite this version:

Philippe Herlin. La remise en cause du modèle classique de la finance par Benoît Mandelbrot et la nécessité d'intégrer les lois de puissance dans la compréhension des phénomènes économiques. Economies et finances. Conservatoire national des arts et metiers - CNAM, 2012. Français. NNT : 2012CNAM0830 . tel-00787464

HAL Id: tel-00787464

<https://theses.hal.science/tel-00787464>

Submitted on 12 Feb 2013

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

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

THÈSE

présentée par :

Philippe HERLIN

soutenue le : 19 décembre 2012

pour obtenir le grade de : **Docteur du Conservatoire National des Arts et Métiers**

Discipline/ Spécialité : Sciences de gestion / DOC 07 – Expertise et Ingénierie Financière

**La remise en cause du modèle classique de la finance
par Benoît Mandelbrot et la nécessité d'intégrer les lois
de puissance dans la compréhension des phénomènes
économiques**

Thèse sur travaux :

Ouvrage principal : *Repenser l'économie* (Eyrolles 2012), ainsi que :

- *Théorie des marchés financiers : revenir aux concepts fondamentaux* (Club Finance HEC, étude n° 75, octobre 2008)
- *Finance : le nouveau paradigme* (Eyrolles, 2010)
- *France, la faillite ?* (Eyrolles, 2010, 2012)
- *L'or, un placement d'avenir* (Eyrolles, 2012)

THÈSE dirigée par :

M. DUBOIS Denis

Professeur des universités, CNAM

RAPPORTEURS :

M. MAROIS Bernard

Professeur HEC, Président du Club Finance HEC

M. MOULIER BOUTANG Yann

Professeur des universités - Université de technologie de Compiègne

JURY :

M. BÉRA Michel, Président

Professeur, CNAM, Titulaire de la chaire de modélisation statistique du risque

M. ZALILA Zyed

Professeur associé, Université de technologie de Compiègne, Président Société Intellitech

M. MARCOMBES Eric

Président, société COGITAM

M. LORENZI Jean-Hervé, excusé

Professeur des universités, Paris Dauphine, Président du Cercle des économistes

Résumé

Le modèle classique de la finance (Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama) a, dès le début, été remis en cause par le mathématicien Benoît Mandelbrot (1924-2010). Il démontre que la loi normale ne correspond pas à la réalité des marchés, parce qu'elle sous-estime les risques extrêmes. Il faut au contraire utiliser les lois de puissance, comme la loi de Pareto. Nous montrons ici toutes les implications de ce changement fondamental sur la finance, mais aussi, ce qui est nouveau, en ce qui concerne la gestion des entreprises (à travers le calcul du coût des capitaux propres). Nous tentons de mettre à jour les raisons profondes de l'existence des lois de puissance en économie à travers la notion d'entropie. Nous présentons de nouveaux outils théoriques pour comprendre la formation des prix (la théorie de la proportion diagonale), des bulles (la notion de réflexivité), des crises (la notion de réseau), en apportant une réponse globale à la crise actuelle (un système monétaire diversifié). Toutes ces voies sont très peu, ou pas du tout exploitées. Elles sont surtout, pour la première fois, mises en cohérence autour de la notion de loi de puissance. C'est donc une nouvelle façon de comprendre les phénomènes économiques que nous présentons ici.

Mots clés

Mandelbrot, Taleb, Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama, Loi normale, loi de puissance, Pareto, Hayek, école autrichienne, réseau, réflexivité, monnaie complémentaire, système monétaire diversifié

Résumé en anglais

The classical model of finance (Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama) has, from the beginning, been challenged by the mathematician Benoit Mandelbrot (1924-2010). It shows that the normal distribution does not match the reality of the market, because it underestimates the extreme risks. Instead, we must use the power laws, such as the Pareto law. We show the implications of this fundamental change in the finance, but also in the management of companies (through the calculation of cost of capital). We try to update the underlying reasons for the existence of power laws in economics through the concept of entropy. We present new theoretical tools to understand price formation (the theory of diagonal proportion), bubbles (the notion of reflexivity), crisis (network concept), providing a comprehensive response to the current crisis (a diversified monetary system). All these ways are very little or not at all exploited. They are mostly for the first time, made consistent around the notion of power law. This is a new way of understanding economic phenomena presented here.

Mots clés en anglais

Mandelbrot, Taleb, Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama, normal law, power law, Pareto, Hayek, Austrian School, network, reflexivity, complementary currency, diversified monetary system

Table des matières

Introduction : l'historique de mes travaux	6
1) La remise en cause du modèle classique de la finance par Benoît Mandelbrot	9
2) La distinction Gauss/Pareto	11
3) L'histoire d'une occasion manquée	13
4) Pourquoi la courbe de Gauss ne convient-elle pas ?	16
5) Les modèles continuent d'être utilisés et rafistolés...	18
6) L'entreprise contaminée par la finance gaussienne	21
7) Pourquoi les lois de puissance ? La notion d'entropie	25
8) La remise en cause de la valeur fondamentale	27
9) Pourquoi des bulles ? La notion de réflexivité	30
10) Théorie de la proportion diagonale	33
11) Le critère scalable/non-scalable, une nouvelle théorie du portefeuille	37
12) Considérer l'économie comme un réseau	40
13) Une application du mode de penser « en réseau » : les monnaies complémentaires	42
14) Le cas de l'or	44
15) La crise de la zone euro	47
16) Un peu d'histoire : la plus grande crise financière de tous les temps	49
Conclusion : quelle suite ?	51
Bibliographie	53

Introduction

Rares sont les économistes qui semblent avoir compris les possibilités que de telles invariances [les lois de Pareto, les lois de puissance] peuvent signifier pour le futur de notre science. En particulier, personne ne semble avoir réalisé que la recherche, et l'interprétation, d'invariants de ce type pourrait jeter les bases d'une théorie entièrement nouvelle.

Joseph Schumpeter

Introduction : l'historique de mes travaux

Après un DEUG de Sciences économiques suivi d'une Licence puis d'une Maîtrise d'économétrie à Paris X Nanterre, je décide de changer d'université, pour découvrir d'autres enseignants et un nouvel environnement. Je suis sélectionné dans le DEA 106 dirigé par Joël Métais à Paris-Dauphine pour l'année 1990-1991.

C'est à ce moment que je découvre les écrits de Benoît Mandelbrot, son ouvrage sur les fractales (*Les objets fractals*), et celui consacré à la finance (*Fractales, hasard et finance*), qui n'est qu'un recueil d'articles, assez fouillis et disparate, mais dont la lecture s'avère passionnante.

Au-delà des circonstances et des hasards de la vie, qu'est-ce qui a pu m'amener à découvrir Mandelbrot ? Je me suis toujours passionné pour l'économie, mais je n'ai jamais été totalement convaincu par les différentes théories. Même si j'ai toujours été libéral, la théorie néo-classique, que je découvre en première année d'université, me laisse perplexe. Plutôt que de passer d'une théorie à l'autre, ou d'en panacher plusieurs, j'ai toujours eu l'intuition qu'il fallait *penser autrement*. A l'époque je lisais beaucoup de livres de vulgarisation sur la physique quantique et la relativité, des théories qui impliquent de penser complètement différemment que dans le cadre newtonien. J'ai compris progressivement que les fractales pouvaient être cet outil en économie.

J'avais aussi découvert le concept d'entropie dans *L'économie et le vivant* de René Passet, publié en 1979, qui permet de penser la notion d'organisation (cf le chapitre 9 de *Repenser l'économie*). Ce concept étant également directement relié à la théorie de l'information de Shannon et Weaver, une mine de réflexions pour le champ de l'économie ! Par ailleurs, mes lectures philosophiques (Nietzsche, Heidegger, Wittgenstein, Derrida, Baudrillard) m'avaient aussi conforté dans l'idée qu'il fallait penser « autrement ». C'est entre autre la remise en cause du mythe de la caverne de Platon par Heidegger qui m'a convaincu que trouver un « fond » solide sur lequel on pourrait s'appuyer relevait d'une utopie, et qui se traduit par ma remise en cause de la valeur fondamentale dans le cas d'une action (cf le chapitre 10 de *Repenser l'économie*).

Je me dis donc, au cours du DEA, que j'aimerais bien travailler plus en avant dans cette direction. Je commence par faire un de mes trois mémoires sur la notion d'entropie, il suscite l'étonnement complet du professeur, qui me met un 10/20, façon de ne pas choisir... Je continue avec une thèse, que je fais sans être boursier, à côté de mes activités profession-

nelles. J'axe mon travail sur les économies d'échelle, que j'explique pas la notion d'entropie, tout en parlant de la dimension fractale des cours de bourse, et en remettant en cause la notion de valeur fondamentale.

Le travail avance, plutôt lentement (je n'y travaille pas à temps plein), et je mets le point final à un document d'une soixantaine de pages en novembre 1998. Mon souhait de le présenter comme thèse de doctorat se heurte à l'impossibilité qui est la mienne de constituer un jury. D'un côté j'ai du mal m'y prendre, n'étant pas dans le « circuit » (boursier, chargé d'enseignement, etc.), j'avais peu de contacts. D'un autre côté, quasiment personne ne connaissait les travaux de Mandelbrot en économie à cette époque. C'est uniquement lorsqu'il fera paraître *Une approche fractale des marchés* en 2005 en France (en 2004 aux Etats-Unis), puis après *Le Cygne noir* de Nassim Taleb en 2006 que ces idées accéderont à la célébrité. Je décide alors de garder ce document « sous le coude » en attendant de trouver la possibilité de le diffuser, sous une forme ou sous une autre.

Qu'est-ce qui peut expliquer cette latence aussi longue ? En fait, je m'en suis rendu compte par la suite que mon travail était beaucoup trop théorique, c'était presque une réflexion philosophique sur l'économie, quasiment pas reliée à l'économie « réelle », à l'actualité. Je m'intéresse depuis toujours à l'actualité économique et financière, mais je n'avais pas fait la « connexion » avec mes recherches. Mais cela allait changer avec la crise des *subprimes*.

Début juillet 2008, mon contrat professionnel en cours s'arrête, j'ai donc du temps devant moi. La crise des *subprimes* date déjà d'environ un an, mais cela ne fait pas la une des journaux, et le « krach » n'a pas eu lieu. Je re-rédige complètement ma thèse, en supprimant la notion d'économies d'échelle qui obscurcissait la démonstration. Puis, début septembre, je l'envoie à une quarantaine professeurs et de laboratoires de recherche de finance, à l'université et dans de grandes écoles, ainsi qu'à quelques associations liées à la finance. C'est un peu une bouteille à la mer, mais qui tombe bien, puisqu'avec la faillite de Lehman Brothers le 15 septembre 2008, la planète finance tremble sur ses bases, les certitudes s'écroulent, les analyses novatrices ont leur chance ! Le « Club Finance HEC », dirigé par Bernard Marois, me répond quasi immédiatement, pour publier *in-extenso* mon document à l'attention de ses adhérents ! Pour le reste, je n'obtiens quasiment aucune réponse.

C'est à ce moment que tout démarre (enfin !) grâce à cette publication prestigieuse. J'envoie ce document à plusieurs journaux économiques et j'arrive finalement à placer une tribune dans l'édition papier des *Echos* le 5 janvier 2009 (*Les fondements erronés de la finance*). Je publie ensuite *Le rôle de la fair value dans la crise* dans *La Tribune* du 22 janvier 2009, puis deux articles dans ces deux quotidiens le 5 février 2009 à l'occasion de la ressortie de l'ouvrage phare de Benoît Mandelbrot, *Une approche fractale des marchés*.

Puis je rencontre le Professeur Denis Dubois en avril 2009 et nous discutons d'un cours de finance qui ferait une place aux analyses de Mandelbrot et Taleb. Nous nous mettons d'accord et, immédiatement, je conçois la préparation de mon cours comme le projet d'un livre que j'essaierai de publier. Je rencontre les éditions Eyrolles début juillet et le projet est lancé en septembre. Je rédige entre octobre et décembre, et *Finance : le nouveau paradigme* sort en avril 2010. Toujours courant avril 2010, je propose à Eyrolles un livre sur la dette publique, un sujet d'actualité (nous sommes au moment du premier plan d'aide à la Grèce,

qui interviendra en mai), ce sera *France, la faillite ?* qui sort en septembre de la même année.

Finance : le nouveau paradigme se consacre uniquement à la présentation des théories de Mandelbrot et Taleb, mais je n'ai pas parlé de mes analyses plus personnelles, ou d'autres approches qui n'auraient pas été « validées » par ces deux théoriciens. C'est ce que je vais m'attacher à faire dans *Repenser l'économie*, qui reprend donc quasi intégralement mon ouvrage précédent, et rajoute plusieurs éléments se rattachant à un « monde régit par les lois de puissance » : entropie, remise en cause de la valeur fondamentale, théorie de la proportion diagonale, réflexivité, systèmes critiques auto-organisés, concurrence des monnaies. Les deux premiers avaient été développés dans ma thèse non-soutenue de Dauphine, les suivants proviennent de découvertes et de lectures.

La question de la monnaie me taraudant de plus en plus, je propose dans le même temps à mon éditeur de faire un guide pratique sur l'or (*L'or, un placement d'avenir*), ainsi qu'une deuxième édition de *France, la faillite ?* La rédaction commence en mai et se termine en décembre 2011, les trois livres sortent en mars 2012. Mais c'est bien sûr *Repenser l'économie* qui forme la synthèse de toutes mes recherches, et qui constitue le fil directeur de ce document.

1) La remise en cause du modèle classique de la finance par Benoît Mandelbrot

Dans l'introduction de *Repenser l'économie*, j'introduis le « moment Mandelbrot » pour indiquer ce qui apparaît comme la remise en cause, le coup d'arrêt, le point de basculement, de la pensée économique dominante, académique, *mainstream*, c'est-à-dire la théorie économique néoclassique, revue et « améliorée » par l'école de Chicago. Lors du congrès annuel de la Société américaine d'économétrie en 1962 à Pittsburgh, le mathématicien français Benoît Mandelbrot (1924-2010) explique qu'en étudiant les variations du cours du coton depuis le début du siècle, il établit que celles-ci ne sont pas « normales », autrement dit ne correspondant pas à la courbe de Gauss, mais suivent une loi de puissance, où les valeurs extrêmes sont fréquentes ; et c'est tout le problème.

Faisons un cours rappel sur le modèle classique de la finance. Le « modèle classique de la finance » apparaît dans les années 1960 aux États-Unis, essentiellement à Chicago. Dans un article de 1952¹ et dans sa thèse soutenue en 1955 à Chicago, Harry Markowitz (né en 1927) développe ce qui deviendra la *théorie du portefeuille*.

Quel outil mathématique utiliser pour décrire le cours des actions sinon (à la suite de Bachelier) la courbe de Gauss ! Courbe dont, rappelons-le, la définition dépend de deux variables, la moyenne et l'écart-type, qui vont trouver ici leur expression dans le domaine de la finance :

- Le bénéfice escompté (le gain, le rendement) dépend du prix de l'action au jour de la revente, et l'estimation la plus probable du prix d'une action dans le futur est – conformément à la courbe de Gauss – la moyenne des prix passés. La meilleure estimation du prix futur est la moyenne des prix passés puisque – il suffit de voir la forme en cloche de la courbe de Gauss – la plupart des valeurs sont situées autour de cette moyenne. Il ne s'agit pas ici de « lire dans l'avenir », mais de retenir la valeur la plus probable.
- Le risque dépend de la façon dont le cours fluctue autour de la moyenne et – toujours d'après la courbe de Gauss – il est mesuré par l'écart-type (ou son carré, la variance) calculé sur les cours passés. Un écart-type faible étant caractéristique d'une action stable, peu risquée, tandis qu'un écart-type élevé signifie des pertes ou des gains importants, l'action est dite risquée.

William F. Sharpe perfectionne cette approche. Le portefeuille de marché constitue la référence, c'est donc par rapport à lui que l'on va évaluer chaque action, plus précisément sa corrélation par rapport au marché, le β (le « bêta », devenu un terme générique). Chaque action possède son « bêta » c'est-à-dire son niveau de corrélation entre les mouvements de son cours et ceux du marché dans son ensemble. Le bêta mesure ainsi la volatilité de l'action (ou son risque, c'est la même chose, mais c'est le terme de volatilité qui s'est imposé sur les marchés). Mathématiquement, le bêta est le rapport de la covariance entre l'action et le marché divisé par la variance du marché² et en voici les différents cas de figure :

¹ Harry Markowitz, *Portfolio selection*, Journal of Finance 1952.

² $\beta_i = \text{cov}(R_m, R_i) / \text{var}(R_m)$

Le β de l'actif i est égal à la covariance entre la rentabilité du marché m (son espérance) et celle de l'actif i , divisée par la variance de la rentabilité du marché.

On peut ainsi répartir les actions du marché en fonction de leur comportement par rapport au marché. La rentabilité d'une action donnée sera donc liée, par l'intermédiaire de son bêta à celle du marché. Le modèle de Sharpe s'écrit donc :

$$E_i = r + \beta (E_m - r)$$

E_i : espérance de rentabilité du titre i

r : taux sans risque

E_m : espérance de rentabilité du marché

où, conformément à ce que l'on a vu : $(E_m - r)$ = prime du risque du marché

Plus le bêta est élevé, plus la rentabilité de l'action augmente, mais plus elle est volatile donc risquée. La relation entre le risque et la rentabilité, l'idée que plus on risque plus on gagne (qui est intuitive) est confirmée, et surtout mesurée par cette formule. C'est ce que l'on appelle le Medaf (Modèle d'évaluation des actifs financiers) ou, en anglais, le CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), le paradigme de la gestion de portefeuille sur les marchés financiers. Par rapport à Markowitz, les calculs à effectuer sont réduits : un par action (déterminer son β et son espérance) au lieu d'un nombre exponentiel.

Pour parachever cette découverte, Eugene Fama va mettre en évidence, au début des années 60, la notion d'efficience des marchés. En effet, si toute la théorie qui va s'édifier par la suite se base sur les prix des actifs et leur évolution, encore faut-il être certain que ceux-ci représentent bien la réalité du marché, sa « vérité », qu'ils synthétisent toute l'information existante. Si les prix ne sont qu'une simple indication et que les gros opérateurs s'entendent entre eux pour s'échanger leurs actions, un modèle basé sur les prix ne pourra être que bancal. La théorie classique de la finance a décliné plusieurs types d'efficience :

- l'efficience faible : les cours incorporent à chaque instant le seul historique des cours (*i.e.* un chartiste ne peut pas détecter une tendance dont il pourrait tirer profit) ;
- l'efficience semi-forte : les cours incorporent l'historique ainsi que toutes les informations publiques (*i.e.* un analyste – qui se base sur l'information publique – ne peut pas tirer parti d'une information pour réaliser un profit) ;
- l'efficience forte : les cours incorporent l'historique, les informations publiques, ainsi que l'information privilégiée (*i.e.* les délits d'initiés sont impossibles).

Les défenseurs de cette théorie considèrent qu'empiriquement, la plupart des marchés financiers s'approchent de l'efficience semi-forte.

On a rappelé ici brièvement ce qui fonde toute la finance moderne, ce n'est rien moins qu'à cet édifice que Mandelbrot s'attaque ! Pour cela il touche au « cœur » : la mesure du risque.

2) La distinction Gauss/Pareto

Le modèle classique de la finance a pour lui une grande cohérence. Dans un marché efficient, en situation de concurrence pure et parfaite, où les intervenants sont parfaitement informés et rationnels, les prix sont relativement stables et possèdent une tendance naturelle à revenir à la moyenne. Les écarts sont de faible ampleur. L'investisseur peut maximiser la rentabilité de son portefeuille tout en minimisant les risques. Voilà qui est rassurant. Mais tout cela se fait sous l'hypothèse que la courbe de Gauss décrit correctement la réalité. Or Benoît Mandelbrot conteste cela, nous l'avons vu, les mouvements de prix des actifs financiers invalident la courbe de Gauss comme outil de représentation du hasard. Il faut, explique-t-il, considérer les lois de puissance, qui se comportent de façon très différente.

Une loi de puissance est de la forme, où y est fonction de x :

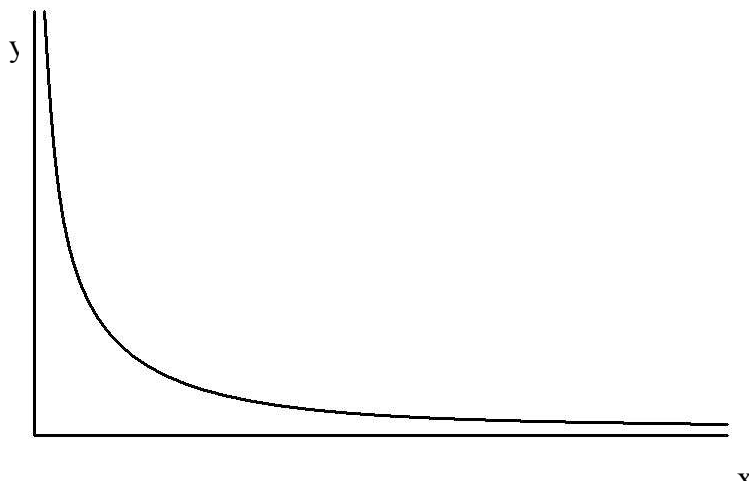
$$y = ax^k$$

avec $k < 0$

où k est une constante, un exposant d'échelle

où a est une constante de proportionnalité ; voici sa représentation :

La représentation d'une loi de puissance



Cette fonction est, on le voit, extrêmement différenciée : les premières valeurs de y sont très élevées, mais elles décroissent très vite, pour « s'aplatir » ensuite.

Les lois de puissance ne sont pas une nouveauté en économie. Le premier à les avoir citées est l'économiste et sociologue italien Vilfredo Pareto (1848-1923), au début du xx^e siècle, avec la distribution des patrimoines. En comparant la répartition des terres agricoles en Italie du Nord puis dans plusieurs pays et sur plusieurs époques, il constata un même partage extrêmement différencié, à peu de chose près : 20 % des foyers détiennent 80 % des terres agricoles. Cela deviendra, à sa suite, un principe général, la « loi de Pareto » ou la « règle des 20/80 » : 20 % des ménages possèdent 80 % du patrimoine, 20 % des produits d'une entreprise génèrent 80 % de son chiffre d'affaires, 20 % des clients accaparent 80 % du service après-vente, etc. En généralisant, 20 % des causes produisent 80 % des effets. Même s'il ne faut pas tomber dans le simplisme d'une règle universelle des 20/80, il faut noter que cette

loi se retrouve dans de nombreux domaines comme la taille des sociétés dans un secteur, la taille des villes dans un pays, etc.

La distribution de Pareto s'écrit :

$$P(X > x) = (x/x_{\min})^{-k}$$

Où $x_{\min}$ est la valeur minimale que peut prendre la variable x

Cette fonction présente les propriétés suivantes :

- si $k \leq 1$, la moyenne n'existe pas (elle est infinie)
- si $k \leq 2$, la variance n'existe pas (la variance est infinie)

Ainsi, dans la plupart des cas, la moyenne et l'écart-type n'existent pas. On le comprend, une répartition de type 20/80 est tellement inégalitaire que les notions de moyenne et de variance perdent leur sens. La moyenne et la variance, qui sont les deux variables permettant de définir une loi normale (ou courbe de Gauss), et qui sont à la base de la théorie classique de la finance puisqu'elles représentent respectivement la rentabilité et le risque, *n'existent pas* dans le domaine des lois de puissance. Nous donc sommes en face de deux paradigmes radicalement différents, qui s'excluent l'un l'autre, pour lesquels aucune « conciliation » n'est possible. Ce sont les lois de puissance qui représentent le mieux les variations des cours boursiers, nous dit Mandelbrot, conclusion : le paradigme utilisé par Markowitz et consorts n'est tout simplement pas le bon.

La loi de puissance et la loi normale recouvrent des réalités complètement différentes :

Loi normale/loi de puissance : les différences

	Loi normale	Loi de puissance
Valeurs extrêmes	Très rares	Fréquentes
Inégalité	Faible	Très forte
Équilibre, stabilité	Naturel	Rare, et ponctuel
Moyenne	Légitime	N'a pas de sens
Écart-type	Légitime	N'a pas de sens
Corrélation	Légitime	N'a pas de sens

3) L'histoire d'une occasion manquée

Une question ne manque pas de venir à notre esprit après ce que nous venons de voir : pourquoi ne s'est-on pas rendu compte plus tôt de ce problème ? De l'inadéquation de la courbe de Gauss, ou même sans en passer par les mathématiques, de la véritable nature du hasard régnant sur les marchés financiers et dans l'économie ?

Je tente de répondre à cette interrogation dans le chapitre III de *Repenser l'économie*, en déroulant l'histoire de la pensée économique. On a assisté en fait à une suite d'occasions manquées, dont on donne ici un résumé :

1) La première occasion manquée vient... de Pareto lui-même ! Parce qu'il ne prend pas la pleine mesure de sa découverte, la loi des 20/80. Elle arrive, il est vrai, tardivement dans sa vie, son sillon est déjà tracé. Economiste réputé, il s'inscrit en fait totalement de la théorie marginaliste et néoclassique de son époque. L'ouvrage qui couronne sa carrière, *Manuel d'économie politique* (1909) montre son respect religieux de la moyenne (avec tout l'arrière plan gaussien qui va avec) : « l'économie politique étudie des phénomènes qui se répètent, et non pas des phénomènes accidentels, exceptionnels, mais des phénomènes moyens ; pas conséquent, nous nous rapprocherons davantage de la réalité en étudiant le phénomène économique continu. »³ Son étude sur la répartition des patrimoines n'est pour lui qu'un travail secondaire. Son grand œuvre, qui restera sous le nom d'« optimum de Pareto », et qui décrit l'état d'une économie à l'équilibre, s'inscrit dans la plus pure tradition néoclassique. Ironie du sort, il succédera à Léon Walras à la chaire d'économie de Lausanne, qui lui a méthodiquement éliminé l'incertitude de ses théories.

2) En 1921, l'économiste américain Frank Knight (1885-1972) fait paraître *Risk, Uncertainty and Profit*⁴. Ce livre fondateur établit la distinction entre risque et incertitude : « La différence pratique entre ces deux catégories, le risque et l'incertitude, est que, s'agissant de la première, la distribution du résultat parmi un ensemble de cas est connue (soit par le calcul *a priori*, soit par des statistiques fondées sur des fréquences observées), tandis que ceci n'est pas vrai de l'incertitude en raison de l'impossibilité de regrouper les cas, parce que la situation à traiter présente un degré élevé de singularité » (page 233 de l'édition originale). D'un côté le risque, qui peut être évalué avec des probabilités parce qu'il concerne une variable pour laquelle on dispose de nombreuses données, de l'autre l'incertitude lorsqu'on ne peut pas trouver d'événements similaires et que chaque événement survient par surprise, et dont on ne peut prévoir ni les modalités ni l'ampleur. Très bien, voici précisément la distinction entre la loi gaussienne et les lois de puissance. Et alors ? Et alors rien car Knight en reste à cette formulation littéraire, tout à fait pertinente, mais ne relie pas son travail à ceux de Gauss et de Pareto. Dans *Risk, Uncertainty and Profit*, Carl Friedrich Gauss n'est tout simplement pas cité, tandis que Vilfredo Pareto l'est à deux reprises (pages 6 et 14 de l'édition originale), la première fois dans une note en bas de page, comme un représentant parmi d'autres de la « méthode mathématique » en économie, la seconde pour revenir à la charge en expliquant que l'économie mathématique « semble ressembler à un culte », à « un livre fermé sauf pour quelques initiés »... Malgré tout l'intérêt de son analyse, ce refus complet de

³ Vilfredo Pareto, *Manuel d'économie politique*, 1909, disponible sur gallica.bnf.fr, p. 148.

⁴ Houghton Mifflin et University of Chicago Press.

toute mathématisation prive Knight d'une conceptualisation plus rigoureuse et de la possibilité de valider expérimentalement ses découvertes. S'il avait posé l'opposition Gauss/Pareto, loi normale/loi de puissance, nul doute que son ouvrage aurait révolutionné la pensée économique en montrant les limitations flagrantes de la théorie néoclassique. Une perspective tout à fait nouvelle se serait alors ouverte. Cela n'a pas malheureusement pas eu lieu. Encore une occasion gâchée.

3) John Maynard Keynes (1883-1946), on le sait peu, écrit, en 1921, un *Traité des probabilités*⁵ dans lequel, pour montrer que l'induction n'a pas de valeur universelle, il reprend la métaphore de Hume sur les cygnes noirs (que reprendra Taleb plus tard) ! Comme Knight, Keynes distingue le risque (mesurable par une loi de probabilité) de l'incertitude (irréductible à toute loi mathématique). Mais malheureusement il n'ira pas plus loin. Un des meilleurs connaisseurs de l'œuvre de l'économiste anglais, Olivier Favereau⁶, se livre à une analyse minutieuse de ses écrits entre le *Traité de la monnaie* (1930) et la *Théorie générale* (1936) et démontre que ceux-ci trahissent, selon lui, une hésitation entre un « projet radical » dans lequel l'incertitude est générale, et d'autre part un « projet pragmatique » dans lequel l'incertitude est limitée au marché financier. Dans le projet radical toutes les variables importantes sont des anticipations, la validité de la théorie classique est limitée au cas d'information parfaite (mais ce cas est irréaliste), il serait alors nécessaire d'élaborer une théorie de la formation des anticipations plutôt que d'en faire un simple élément exogène. Mais finalement ce projet s'effacera pour disparaître fin 1933 au profit du projet pragmatique qui s'exprimera dans la *Théorie générale* qui paraîtra en 1936.

4) Friedrich Hayek, et plus généralement l'école autrichienne dont il est le représentant le plus connu aux côtés de Ludwig von Mises (1881-1973), s'opposent à l'hypothèse d'information parfaite et à la prétention à tout rendre calculable des néoclassiques. Mais ils défendent comme eux le libre marché. Voici un débat intéressant mais, malheureusement, il en restera là, car dans leur rejet d'un calcul omniscient, les économistes autrichiens vont proscrire toute mathématisation de l'économie, tout recourt à des équations, toute modélisation, considérant faussement que les mathématiques sont un carcan. Quelle erreur ! Si les « Autrichiens » étaient emparés de la loi de puissance, ils auraient battu les néoclassiques sur leur propre terrain et l'aurait emporté par K.O. L'histoire de la science économique aurait été tout autre, et elle n'aurait jamais croisé l'erreur gaussienne. Voici la plus grande occasion manquée...

5) Autre éminent représentant de l'école autrichienne, même s'il s'en écarte sur plusieurs points, Joseph Schumpeter (1883-1950) écrit à la fin de sa vie une courte biographie de Pareto⁷. Il y fait preuve d'un fulgurant pressentiment, que nous avons repris en exergue : « Rares sont les économistes qui semblent avoir compris les possibilités que de telles invariances [les lois de Pareto, les lois de puissance] peuvent signifier pour le futur de notre science. En par-

⁵ *A Treatise on Probability*, Macmillan, 1921.

⁶ Olivier Favereau « L'incertain dans la "révolution keynésienne" : l'hypothèse Wittgenstein », *Economie et sociétés* tome XIX n°3 mars 1985

⁷ Joseph Schumpeter, "Vilfredo Pareto", *Quarterly Journal of Economics* 63, 1949. Repris dans *Ten Great Economists, From Marx to Keynes*, New York, Oxford University Press, 1952.

ticulier, personne ne semble avoir réalisé que la recherche, et l'interprétation, d'invariants de ce type pourrait jeter les bases d'une théorie entièrement nouvelle. » Aucun économiste, manifestement, ne lira ce texte, ou du moins ne sera frappé par cette remarque fondamentale, par cette possibilité de « jeter les bases d'une théorie entièrement nouvelle ». Une occasion perdue, encore.

La science économique n'a pas opérée sa « mue », pourrait-on dire. Toutes les sciences ont connu, au tournant du XX^e siècle, des révolutions conceptuelles, des changements de paradigmes : la physique avec la théorie de la relativité et les quantas, la biologie avec les gènes, les sciences humaines également avec la sociologie qui naît à cette époque ou la psychanalyse. Seule l'économie reste sur le bord de la route, avec un paradigme hérité du XIX^e siècle (la physique newtonienne) et des hypothèses d'ordre métaphysiques plutôt que scientifiques (information parfaite, rationalité), mais qui perdureront, à peine entamés par des critiques inabouties. L'école néoclassique s'impose faute de combattants.

Après Deuxième Guerre mondiale, des théoriciens chercheront à intégrer une dose d'incertitude dans leur modèle. L'absence de dimension aléatoire n'est pas tenable, chacun peut constater son omniprésence dans la vie économique et sur les marchés financiers. En même temps, il ne faut pas remettre en cause le cadre néoclassique puisque c'est le seul disponible. Comment résoudre cette contradiction ? C'est l'école de Chicago qui trouvera la solution avec la courbe de Gauss, on l'a vu. Bien sûr, il s'agit d'un « faux » hasard, une très sage variation autour de la moyenne, où les valeurs extrêmes ont une probabilité infinitésimale, mais cela fait illusion, encore aujourd'hui.

4) Pourquoi la courbe de Gauss ne convient-elle pas ?

Fondamentalement, pourquoi la courbe de Gauss ne convient-elle pas ? Mandelbrot parle du « hasard sauvage » pour caractériser les marchés financiers, mais la réfutation de la loi normale ne se limite pas à constater la surreprésentation des valeurs extrêmes (dont on pourrait penser qu'elles sont exceptionnelles alors que le reste du temps tout est « normal ») ; c'est le processus même de la loi qui est pris en défaut.

Rappelons ce que nous avons dit de la loi normale, à savoir qu'elle s'applique à des variables dites « i.i.d. » c'est-à-dire :

- 1) indépendantes (les valeurs sont indépendantes les unes des autres, tomber trois fois sur le côté pile à la suite ne va pas augmenter la probabilité de sortir un autre côté pile au quatrième lancer) ;
- 2) identiquement distribuées (les valeurs obtenues résultent toutes de la même loi de probabilité, ici du lancer d'une pièce avec une probabilité 50-50 de tomber sur pile ou face).

Qu'est-ce qui ne fonctionne pas ? Mandelbrot explique que l'hypothèse d'indépendance ne tient pas : « les variations de prix ne sont pas indépendantes les unes des autres », « aujourd'hui influence effectivement demain »⁸. Il y a un effet d'inertie, une *mémoire* dans les cours de bourse. Le fait que le cours d'une action progresse trois jours de suite augmente ses chances de progresser le quatrième jour (c'est même ce qui explique en partie les bulles). Et cette mémoire peut être longue (plusieurs années ou décennies). Mandelbrot formule plusieurs hypothèses pour expliquer la présence de cette mémoire :

- ce qu'une société fait aujourd'hui (le lancement d'un nouveau produit, le rachat d'un concurrent) déterminera l'aspect de cette société pendant plusieurs années ;
- il faut au marché un temps assez long pour réellement absorber l'information et la refléter dans les prix ;
- confrontés à de mauvaises nouvelles, certains investisseurs peuvent réagir immédiatement tandis que d'autres, à l'horizon de temps plus long, attendront un mois ou un an (tous les investisseurs ne se ressemblent pas).

A un niveau plus fondamental, nous pouvons dire, avec Mandelbrot, que notre monde est fractal. Les fractales ne se retrouvent pas seulement dans l'économie mais aussi dans la nature : Mandelbrot, et d'autres à sa suite, ont mis en évidence des lois d'échelle dans les distributions des ressources naturelles comme les gisements de pétrole, des petits et très nombreux jusqu'aux très grands et très rares. Les ouragans et les tremblements de terre répondent également à cette répartition avec quelques événements très importants et destructeurs et une multitude que l'on ne perçoit pas à l'échelle humaine (il y a en permanence des mini-tremblements de terre que seuls les instruments peuvent détecter). Conclusion de Mandelbrot : « Le comportement d'échelle pénètre le système dès les fondements mêmes de la structure du climat, des distributions des ressources et de l'organisation industrielle. Et, pour finir, il se retrouve – réalimentant ainsi à nouveau le système – sur les places financières. »⁹

⁸ Benoît Mandelbrot, *Une approche fractale des marchés*, op. cit. p. 30.

⁹ Benoît Mandelbrot, *Une approche fractale des marchés*, op. cit., p. 253.

Plus troublant, la découverte du linguiste américain George Kingsley Zipf (1902-1950), qui entrepris d'analyser l'œuvre monumentale de James Joyce, *Ulysse*, d'en compter les mots, et de les classer par ordre décroissant du nombre d'occurrences. Le 10^e mot le plus utilisé ('s) apparaît 2 826 fois, le 20^e (is) 1435, le 30^e (what) 975, le 40^e (one) 739, etc. ce qui correspond à une loi de puissance de pente d'environ -1 (le dixième mot est dix fois moins courant que le premier et dix fois plus que le centième) ! En effet, si l'on prend n'importe quel texte et que l'on classe les mots du plus fréquent au moins utilisé, on obtient une loi de puissance. Peut être notre pensée fonctionne-t-elle de la même façon...

5) Les modèles continuent d'être utilisés et rafistolés...

L'enseignement académique et les *business schools* continuent à « vendre » le modèle classique de la finance et sa placide courbe de Gauss comme si de rien n'était. Les praticiens, eux, confrontés à la réalité du marché, affirment ne plus croire à 100 % aux modèles forgés dans les années 1960 et à l'efficience des marchés. Mais cette approche continue à dominer les marchés, en raison notamment de l'argument dit « positiviste », dont Milton Friedman fut le premier défenseur : l'indépendance et la normalité ne sont après tout que des hypothèses simplificatrices, seuls comptent les résultats ! Le Medaf aide-t-il le gérant de portefeuille à prendre la bonne décision ? Alors contentons-nous en. L'argument est tout de même un peu court, quasiment anti-scientifique, et les faits ne donnent pas raison à ces modèles ; il faudrait plutôt parler d'effets de mode (adhésion enthousiaste dans les années 1970 et 1980, remises en cause depuis les années 1990).

Une remise en cause primordiale du Medaf intervient en 1992, au sein même de la « forteresse » néoclassique, puisque l'un des protagonistes n'est autre que le créateur du concept d'efficience, Eugene Fama. Avec son bêta censé synthétiser toute l'information essentielle concernant une action, le Medaf fut remis en cause de façon retentissante par Fama, donc, et Kenneth French dans une publication célèbre qui sera surnommée l'article « *Beta is dead* »¹⁰. Selon eux, les effets PER et *Book-to-market* expliquent à eux seuls la plus grande partie des différences de rentabilité d'une action à l'autre, le bêta n'étant qu'un paramètre redondant ! C'est, selon les auteurs, « un coup en plein cœur du modèle ». L'effet PER (*Price Earning Ratio*) est le rapport du cours sur le bénéfice net par action, pour mesurer si elle est chère ou bon marché (combien l'action « vaut-elle » le bénéfice ?). L'effet *Book-to-market* est le rapport entre le cours de l'action et la valeur par action enregistrée dans les livres comptables (l'action sous-estime-t-elle ou pas la valeur de l'entreprise ?). Dans le cadre de la théorie classique, ces deux ratios ne devraient pas exister, seul le bêta devrait compter et si de quelconques « effets » apparaissaient et pouvaient donner lieu à des prises de bénéfices, ils disparaîtraient immédiatement du fait de l'efficience du marché. Mais cela ne se produit pas et ces effets demeurent pérennes.

Comme pour « récupérer » cette critique sans remonter aux hypothèses de base et affronter de trop radicales remises en cause, un modèle à trois facteurs, quelque peu bancal au niveau conceptuel (bêta, PER et *Book-to-market*...), fut dérivé de cet article, le « *Three factor model* ». Cependant, même si on améliore les choses, on reste dans un cadre gaussien, dont on vient de voir qu'il est erroné. Si passer de un à trois facteurs donne de meilleurs résultats, il n'en demeure pas moins qu'à la base, les hypothèses sont fausses. On le voit, au cœur même de la théorie classique de la finance surviennent des critiques essentielles, mais sans pour autant remonter à la source du problème et ainsi entrevoir des remises en cause plus fondamentales.

À un niveau plus mathématique, la présence de valeurs extrêmes invalidant la loi normale a amené les statisticiens à « adapter » cette loi à la plus ou moins grande présence de données extrêmes. Ainsi fut créé les modèles « *fat tails* » (voir le graphique au début du 2^e chapitre),

¹⁰ Eugene Fama, Kenneth French, « *The Cross-Section of Expected Stock Returns* », *The Journal of Finance*, juin 1992.

autrement nommés kurtosis (du grec *kyrtos*, courbé), ou « distribution leptokurtique ». Une courbe de Gauss « normale », avec ses « queues minces », a un kurtosis de 3. Si le nombre de valeurs extrêmes s'accroît, le kurtosis va augmenter, on aura alors une courbe avec des « queues épaisses », mais les statisticiens sont bien en peine d'expliquer pourquoi la courbe de Gauss modifie sa forme et quels en sont les facteurs, ils se contentent de le constater.

Un mathématicien belge a calculé¹¹ que le Standard & Poor's 500 entre 1970 et 2001 présentait un kurtosis de 43,36 ! Et tout de même de 7,17 en enlevant le krach de 1987. Le Nasdaq est à 5,78, le CAC 40 à 4,63... Ainsi, la courbe de Gauss « normale » (kurtosis = 3) n'existe sur aucun marché ! Et sa forme change d'un marché à l'autre et d'une période à l'autre ! On devrait en conclure que la loi normale n'est pas adaptée aux marchés financiers ? Pas du tout, cette dernière est conservée et « trafiquée » !

À partir de cette idée de kurtosis, Robert F. Engle va développer dans les années 1980 le modèle GARCH (*Generalized Auto-Regressive Conditionnal Heteroskedasticity*, soit dispersion hétérogène conditionnelle et autorégressive généralisée). Le raisonnement part d'une constatation qu'a aussi faite Mandelbrot : la volatilité se concentre sur certains intervalles de temps, en raison de la dépendance des cours entre eux. Le modèle GARCH part d'un processus brownien classique, mais lorsque la volatilité augmente, des paramètres élargissent la courbe de Gauss (le kurtosis augmente), et lorsque la volatilité baisse, les paramètres réduisent le kurtosis. La courbe en forme de cloche « vibre » pour s'adapter aux circonstances. Mais le modèle ne dit pas pourquoi la cloche vibre... Ce modèle connaîtra une inflation de variantes (IGARCH, EGARCH, FIGARCH à mémoire longue, etc.), trahissant ainsi une profusion stérile.

La pensée académique demeure ainsi fermement dans son cadre gaussien, mais tient compte de phénomènes qui invalident l'hypothèse gaussienne (présence d'une mémoire, répartition inégale de la volatilité)... Il s'agit là de bricolage. Mandelbrot affirme que « de telles réparations *ad hoc* sont moyenâgeuses » et enchaîne sur les ajustements sans fin que les défenseurs de la cosmologie de Ptolémée faisaient de son système cosmologique centré sur la terre, avant que Copernic et Galilée mettent tout le monde d'accord. Cependant, GARCH et ses dérivés sont très largement utilisés sur les marchés financiers. Engle a obtenu pour cette raison le prix Nobel en 2003... Contrairement à ce qu'affirment certains financiers ou universitaires¹², les modèles GARCH ne permettent pas une meilleure prise en compte des problèmes de dépendance et de mémoire mis en lumière par Mandelbrot, il s'agit simplement de bricolage dans un cadre gaussien.

Mandelbrot s'interroge : « Pourquoi une telle répugnance au changement ? Parce que les anciennes méthodes sont faciles à comprendre et commodes à utiliser. Elles fonctionnent, paraît-il, pour la plupart des situations de marché. Seul en quelques rares moments de grande turbulence la théorie s'effondre – et en de tels moments, qui pourrait garantir contre une prise de contrôle hostile, une banqueroute ou toute catastrophe financière divine ?¹³ » Mais

¹¹ Wim Schoutens, *Lévy processes in Finance*, John Wiley & Sons, 2002.

¹² Par exemple : « Mandelbrot and the smile » Thorsten Lehnert, Maastricht University, 2005.

¹³ Benoît Mandelbrot, *Une approche fractale des marchés*, op. cit., p. 34.

dire que le modèle classique fonctionne en temps normal sauf en cas de crise n'est absolument pas satisfaisant scientifiquement parlant !

6) L'entreprise contaminée par la finance gaussienne

Voici l'aspect le plus novateur de mes recherches, on ne le trouvera nulle part ailleurs (chapitre V de *Repenser l'économie*). Le point de départ est une simple remarque de Mandelbrot dans son livre *Une approche fractale des marchés* (page 81), qui s'appuie sur une étude de deux économistes du NBER (John Graham, Campbell Harvey, « *How Do CFOs Make Capital Budgeting and Capital Structure Decisions?* », *Journal of Applied Corporate Finance* 2002). Les trois quarts des directeurs financiers aux États-Unis utilisent le Medaf pour répondre aux questions auxquelles ils sont confrontés dans leur activité : quelles acquisitions réaliser, quelles usines financer et lesquelles arrêter ? Est-il plus rentable d'émettre des actions, des obligations, ou d'emprunter auprès des banques ?

Au total cela fait un paragraphe puis Mandelbrot passe à autre chose. J'ai voulu creuser cette idée. Mon cours du CNAM contient une partie sur la gestion d'entreprise, qu'à la vérité je maîtrisais assez peu. J'ai décidé de m'y plonger à la lumière de cette remarque du mathématicien.

Reprenons brièvement le raisonnement du chapitre V de *Repenser l'économie* : les fonds propres ont un coût... et il est déterminé par le Medaf, c'est-à-dire un modèle gaussien, donc erroné nous l'avons vu.

Les motivations de la politique d'investissement d'une entreprise peuvent être très variées, mais un critère absolu doit être respecté : la rentabilité. Une entreprise doit générer plus de richesses qu'elle n'en consomme. Un investissement n'est rentable que s'il procure un surplus monétaire après avoir fait face à toutes ses obligations financières. La mesure de ce surplus est le rôle de la VAN (valeur actuelle nette). La VAN d'un investissement est calculée comme étant la valeur actualisée des flux économiques nets générés par cet investissement :

$$VAN = \frac{\sum_{t=1}^n Ft}{(1 + a)^t}$$

où F_t : flux net généré par l'investissement de l'année t

a : taux d'actualisation

n : nombre d'années durant lesquelles l'investissement génère des flux monétaires (nombre d'annuités)

Le « flux net » (ou *free cash flow*) est la différence entre les flux d'autofinancement (les revenus générés par l'investissement au cours de sa durée de vie) et les flux d'investissement (frais de recherche, acquisitions de machines, salaires des personnels supplémentaires, publicité et marketing)¹⁴. Cette formule permet de mesurer la rentabilité d'un investissement en monnaie actuelle, et ainsi de comparer plusieurs investissements de durées différentes. Elle actualise l'ensemble des revenus futurs pour pouvoir comparer différents projets. La

¹⁴ Christian Pierrat, *La gestion financière de l'entreprise*, La Découverte, coll. Repères, 2006, p. 94.

question centrale de la formule est : comment calculer le taux d'actualisation (a) correspondant à une entreprise donnée ?

Pour répondre à cette question, il faut s'interroger sur l'origine des fonds qui vont financer les projets d'investissements.

« Les fonds propres c'est ce que j'ai dans ma caisse, donc c'est gratuit ! » dirait M. de La Pali-ce, patron de son entreprise. Eh bien non. Une entreprise se finance par l'emprunt et par ses fonds propres. On sait ce que coûte l'emprunt (le taux d'intérêt), mais qu'en est-il des fonds propres ? Les fonds propres (ou capitaux propres) d'une entreprise ont deux sources :

- les apports en capital amenés par les actionnaires lors de la création de la société, ou lors des augmentations de capital ;
- les bénéfices accumulés par l'entreprise et qu'elle a mis en réserve (c'est-à-dire qu'elle n'a pas distribués aux actionnaires sous forme de dividendes).

Pour une entreprise familiale non cotée, les fonds propres sont considérés comme une res-source gratuite (pas d'autorisation à demander, pas d'intérêt à verser comme un emprunt, pas de comptes à rendre). C'est longtemps ce point de vue qui a prédominé. Évidemment l'actionnaire minoritaire qui apporte son argent lors de la constitution de la société ou lors des augmentations de capital ne partage pas ce point de vue ! Il attend, lui, une rémunéra-tion des fonds qu'il apporte à l'entreprise. Cette conception s'est progressivement imposée et elle est désormais validée par les normes comptables : les fonds propres ne sont pas gra-tuits, ils ont un coût.

Comment calculer ce coût des fonds propres ? « Le taux d'actualisation à appliquer à un in-vestissement déterminé est le taux minimum de rentabilité après impôt exigé pour cet in-vestissement. Ce taux doit permettre une rémunération normale des capitaux qui financent l'investissement¹⁵. » On note le glissement sémantique, fonctionnel, structurel : le taux d'actualisation d'un investissement devient la rentabilité attendue par les actionnaires de l'entreprise ! Nous voici en plein dans la financiarisation de l'entreprise. Et comment déter-mine-t-on ce taux ? Avec le Medaf, que l'on retrouve ici !

On se place, nous l'avons compris, du point de vue de l'actionnaire. Le coût des fonds pro-pres dépend du niveau de risque pris par l'entreprise, et comment mesure-t-on précisément ce risque ? C'est tout simplement avec le bêta (β) du Medaf. Rappelons ce modèle :

$$E_i = r + \beta (E_m - r)$$

E_i : espérance de rentabilité du titre i

r : taux sans risque

E_m : espérance de rentabilité du marché (rendement moyen du marché)

Pour l'entreprise, la formule devient :

$$\text{Coût des fonds propres} = r + \beta (E_m - r)$$

¹⁵ Roland Portrait, Patricia Charlety, Denis Dubois, Philippe Noubel, *Les décisions financières de l'entreprise*, PUF, 2004, p. 91.

Il s'agit de la même formule ! Le coût des fonds propres pour l'entreprise est égal à la rentabilité attendue par l'actionnaire ; ce sont les deux faces du même phénomène. C'est le bêta (β) qui détermine la « vérité » du marché, la rentabilité espérée pour l'actionnaire (E_i) et le coût des fonds propres imposé à l'entreprise. Bien sûr, le fait que ce modèle simpliste ait été remis en cause, y compris par des défenseurs de la théorie classique (Fama et French avec leur fameux article « *Beta is dead* ») ne change rien. Les actionnaires ont réussi à imposer leur méthode, ils ne vont pas lâcher prise.

Il y a une erreur de fond, nous le savons : ce taux d'actualisation provient d'un modèle fondé sur la loi normale qui, donc, sous-estime grandement les événements extrêmes. C'est tout le problème. Comprenons bien la logique du taux d'actualisation : plus l'incertitude qui pèse sur les revenus futurs d'un actif financier ou d'une entreprise est élevée, plus le taux d'actualisation sera élevé. Ainsi, lorsque l'on calculera la valeur actuelle de ces revenus futurs, ils seront d'autant plus faibles (puisque l'on est d'autant moins certains de les toucher). Inversement, une faible incertitude sur l'avenir garantit de toucher effectivement ces revenus futurs, le taux d'actualisation sera donc faible, et la valeur actualisée de ces revenus élevée.

Le taux d'actualisation calculé avec un modèle (le Medaf) qui mesure le hasard avec la loi normale sera donc intrinsèquement sous-évalué (tous les événements extrêmes, non prévus par la loi normale, sont considérés comme n'existant pas !). La valeur actualisée des revenus futurs sera donc artificiellement plus élevée que de raison, on exigera « trop » de l'entreprise.

Avec le modèle gaussien, le taux d'actualisation est faible, donc la valeur actualisée des revenus futurs élevée. De ce fait, l'exigence de rentabilité (pour atteindre cette valeur actualisée élevée) sera forte. Mais dans le monde réel c'est l'inverse !

Taux d'actualisation : l'erreur de calcul

	Incertitude	Taux d'actualisation	Valeur actualisée des revenus futurs	Exigence de rentabilité
Le modèle	Faible « gaussienne »	Faible	Elevée	Forte
La réalité	Forte Événements extrêmes, Cygnes noirs	Elevé	Faible	Modérée

Bien sûr, si l'on considère que l'entreprise ne rencontrera quasiment jamais d'événements extrêmes, on peut être plus exigeant envers elle en termes de rentabilité. Mais la réalité n'est pas celle-ci, les entreprises font face à un environnement toujours incertain, où les cygnes noirs sont fréquents, il suffit d'ouvrir les yeux. Mettre des lunettes gaussiennes nous rend dangereusement myopes face à l'avenir.

Par le même raisonnement, le CMPC (coût moyen pondéré du capital) ou WACC (*Weighted average cost of capital*) seront calculés de la même façon, ce qui génère quantité d'effets pervers et une « financiarisation » des entreprises.

7) Pourquoi les lois de puissance ? La notion d'entropie

Fondamentalement, pourquoi existe-t-il des lois de puissance en économie ? Il n'existe pas de réponse définitive à cette question pour l'instant. Mandelbrot lui-même avoue son impuissance. Je propose une explication, en cohérence notamment avec la notion d'incertitude. Cela passe par la compréhension de la notion d'entropie, elle-même vue à travers la théorie de l'information de Shannon, toute cela répondant à une vraie logique interne, comme je l'explique (chapitre IX de *Repenser l'économie*). Ce type de raisonnement a déjà été mis en lumière par deux chercheurs :

- Christian Fayat, *Economie et entropie*, thèse d'Etat, Université de Rennes, 1980.
- Michel Forsé, *L'ordre improbable, entropie et processus sociaux*, PUF, p. 209.

La théorie mathématique de la communication de Claude E. Shannon, en collaboration avec Warren Weaver, deux chercheurs des laboratoires Bell, marque une avancée fondamentale dans l'histoire des sciences et trouvera de nombreux développements, bien au-delà des télécommunications, son domaine d'origine. Leur article fondateur est *A Mathematical Theory of Communications*, paru en 1948, et traduit en français un an plus tard¹⁶. On pourrait nous rétorquer que l'économiste ne s'intéresse pas à la quantité d'information mais à sa signification, ce à quoi nous répondons que nous voulons mettre ici en lumière la structuration d'un marché à travers la multitude des informations qui le traverse. On se reportera au chapitre IX de *Repenser l'économie* pour une présentation de cette théorie.

Nous reprenons ici la conclusion de ce développement : en situation d'incertitude, la « distribution entropique » (en forme de loi de puissance) est la forme d'équilibre d'un système donné. C'est quelque chose que l'on observe sur tous les marchés : on y trouve à chaque fois de grandes entreprises, des moyennes, et un grand nombre de petites (graphiquement et mathématiquement, cela correspond à une loi de puissance) ; ceci représente un « équilibre ». Et cette différenciation, cette hiérarchisation des entreprises prend le contre-pied de la conception néoclassique traditionnelle de la concurrence « pure et parfaite » : elle suppose en effet une information parfaite et égale pour tous, ce qui aboutit, à l'équilibre, en une multitude d'entreprises de même taille. Si l'une d'entre elle avait une taille plus importante que les autres, cela signifierait, selon cette théorie, qu'elle bénéficie d'une asymétrie d'information, et la concurrence serait alors imparfaite. On notera par contre que l'approche que nous développons est conforme à la conception de la concurrence de Friedrich Hayek qui, lui, fait de l'inégalité la source de la concurrence : chaque agent cherche à se différencier des autres pour prendre l'avantage, certains y réussissent mieux que d'autres.

Les lois de puissance sont donc très courantes en économie parce c'est la meilleure organisation possible dans un environnement où règne une forte incertitude.

On notera que Fayat et Forsé n'ont, en quelque sorte, pas « donné suite », et leurs travaux n'ont pas été repris. Au-delà de cet aspect (expliquer les lois de puissance en économie), la très riche notion d'entropie est porteuse à la fois d'espoirs et de désillusions dans le domaine de la recherche. De Nicholas Georgescu-Roegen à René Passet, pour prendre deux gran-

¹⁶ Claude Shannon, Warren Weaver, *Théorie mathématique de la communication*, Retz, 1949.

des références, de nouveaux horizons ont été ouverts, mais cette notion demeure encore à la lisière de la science économique. Dans ce cadre, je considère que l'approche par les lois de puissance, les travaux de Mandelbrot et Taleb, peuvent permettre d'en renouveler la réflexion.

8) La remise en cause de la valeur fondamentale

Voici un autre aspect que j'avais développé dès le début de mes recherches : la remise en cause de la valeur fondamentale (chapitre X de *Repenser l'économie*).

Le concept de valeur fondamentale (ou intrinsèque) fait partie des fondements de la théorie classique de la finance. Le prix d'un actif financier, la plupart du temps très volatile, n'est en réalité qu'une approximation de sa « vraie » valeur, appelée « valeur fondamentale ». Pour chaque action cotée en bourse il existe une valeur dépendant des caractéristiques réelles de l'entreprise (rentabilité, part de marché, carnet de commandes, etc.) et de son environnement économique (taux d'intérêt, taux de change, prix des matières premières, taux de croissance du PIB, etc.). Autour de ce repère, le prix évolue de façon plus ou moins erratique la cotation boursière seconde par seconde résultant de l'arrivée permanente de nouvelles informations ainsi que des comportements des intervenants. Cette notion remonte même aux débuts de l'époque moderne. Pour les économistes classiques comme David Ricardo, la valeur fondamentale est la valeur-travail, la quantité de travail incorporée dans la marchandise lors de sa production, c'est elle qui détermine son « vrai » prix, les variations de l'offre et de la demande faisant varier le prix réel autour de celui-ci. Ensuite, pour les néoclassiques comme Léon Walras, la valeur fondamentale est déterminée par l'équilibre général qui réalise l'allocation optimale de l'offre et de la demande. Seuls les économistes « Autrichiens » (Mises, Hayek) resteront à l'écart de cette notion et refuseront toute détermination transcendante des prix.

Dans ma « première » thèse, celle de Dauphine, j'avais développé une analyse philosophique, qui certes éclaire le débat, mais offre le flanc à la critique, celle de manquer d'appui sur le domaine purement économique.

Je reviens sur ce sujet à partir d'une remarque de Taleb concernant la courbe de Gauss qui me permet de développer cette idée fondamentale, à savoir que la courbe de Gauss correspond à un « domaine » dans lequel il existe une valeur fondamentale, une « vraie » valeur, tandis que les lois de puissance concernent des domaines dans lesquels cette valeur fondamentale, cet « ancrage » n'existe pas.

Expliquons cela brièvement : Taleb rappelle que la courbe de Gauss a été inventée pour mesurer les erreurs en astronomie. Au XIX^e siècle, le développement de l'astronomie est confronté à un problème d'approximation des mesures à cause de la qualité moyenne des optiques. On n'obtient pas de position précise pour une étoile, mais plutôt un nuage de points établis par les différents astronomes. La procédure retenue pour déterminer la « meilleure » mesure possible fut la méthode des moindres carrés, qui donnera la courbe dite de Gauss. Mais dans ce cas, la « vraie » position de l'étoile existe, et on la déterminera précisément ensuite lorsque les télescopes seront construits. La « valeur fondamentale » (la vraie position de l'étoile, la « vérité ») existe.

Pour les ventes de livres au contraire, aucun discours rationnel ou scientifique ne permet de dire que tel livre fera telles ventes ou d'expliquer pourquoi, il n'y a pas de « valeur fondamentale », de vérité connaissable, mais au contraire une multiplicité d'opinions. Conclusion : nous sommes face à une loi de puissance. C'est aussi le cas des marchés financiers bien sûr.

On peut comprendre cette différence en faisant intervenir la notion d'apprentissage. Il n'y a aucun processus d'apprentissage dans la loi normale parce que l'on connaît déjà la réponse ! On sait dès le départ qu'il existe une étoile à tel endroit du ciel dont on va essayer de mesurer précisément la position, on sait qu'il existe un poids moyen idéal pour une taille donnée et la variété du poids des individus va tourner autour de cette valeur, on sait que l'on a une chance sur deux de tomber sur pile ou face et que, sur la durée, ils s'équilibreront. Il n'y a pas d'apprentissage, de mémoire, ce qui est une autre façon de dire que les valeurs (ces mesures, ces lancers) sont indépendantes les unes des autres. Cette « indépendance » étant, pour rappel, le premier i de « i.i.d. » (indépendantes et identiquement distribuées), caractéristique des variables gaussiennes. On est ainsi dans un pur processus d'approximation, et l'on pourrait même dénier à la courbe de Gauss le fait de parler du *hasard* tant celui-ci est contrôlé et lié à quelque chose de préexistant...

Au contraire, avec une loi de puissance il n'y a aucune vérité connaissable et incontestable. On se retrouve donc dans un processus d'apprentissage, un système autoréférentiel, fait d'arguments et de contre-arguments, qui aboutira à une « vérité », un résultat à un moment donné (le prix de telle action, le fait que tel auteur ait du succès) mais qui sera remis en cause peu de temps après. La mémoire, Mandelbrot l'a compris, constitue ici une fonction fondamentale, vitale. Dans cette configuration, le hasard et l'incertitude sont extrêmes. On peut synthétiser ces différences dans le tableau suivant :

Loi normale/loi de puissance : différences conceptuelles

	Loi normale	Loi de puissance
Valeur fondamentale	Oui	Non
Moyenne	Oui	Non
Vérité (ou résultat)	Prédéterminée	Autoréférentielle
Processus	Approximation	Apprentissage
Fonction	Répétition	Mémoire
Valeurs	Indépendantes	Liées
Écarts entre les valeurs	Faible	Très important
Équilibre	Stable	Instable
Système	Linéaire, continu	Fractal

Dans le monde des fractales également, il n'y a pas de « valeur fondamentale », de référent auquel s'accrocher. Il n'existe pas de moyenne ou d'écart-type, on ne peut calculer la « bonne » longueur de la côte de Grande-Bretagne mais seulement sa dimension fractale, sa longueur n'étant qu'affaire de convention. Mais justement, c'est l'absence référent qui permet à une fractale d'être scalable, quand au contraire, pour une loi normale, sa moyenne apparaît comme un centre de gravité qui l'empêche de changer d'échelle.

La moyenne, intellectuellement appuyée sur une « valeur fondamentale », c'est un peu notre géocentrisme contemporain, ce à quoi on se rattache pour se rassurer. Mais la réalité, spécialement en économie, ne fonctionne pas du tout comme cela. Nous n'avons pas encore fait notre révolution copernicienne. L'invariance d'échelle, l'autosimilarité, la forme qui se

répète indéfiniment au fur et à mesure que l'on s'en approche (une fractale comme le flocon de von Koch), ne va pas sans poser des questions existentielles.

L'écrivain Jorge Luis Borges nous fait toucher du doigt cette interrogation dans l'un de ses textes¹⁷ : après avoir signalé plusieurs mises en abymes dans des grandes œuvres, ainsi que l'idée d'une carte de l'Angleterre tracée à même le sol anglais et tellement bien dessinée qu'elle contiendrait cette carte, qui à son tour contiendrait la carte de la carte et ainsi de suite, Borges nous interpelle : « Pourquoi sommes-nous inquiets que la carte soit incluse dans la carte et les mille et une nuits dans le livre des *Mille et une nuits* ? Que Don Quichotte soit le lecteur du *Quichotte* et Hamlet spectateur d'*Hamlet* ? Je crois en avoir trouvé la cause : de telles inversions suggèrent que si les personnages d'une fiction peuvent être lecteurs ou spectateurs, nous, leurs lecteurs ou spectateurs, pouvons être des personnages fictifs. En 1833, Carlyle a noté que l'histoire universelle est un livre sacré, infini, que tous les hommes écrivent et lisent et tâchent de comprendre, et où, aussi, on les écrit. »

¹⁷ Jorge Luis Borges, *Enquêtes*, Gallimard, 1967, p. 77.

9) Pourquoi des bulles ? La notion de réflexivité

Mais si nous abandonnons la notion de valeur fondamentale, cela pose un problème de taille pour comprendre un phénomène courant et très déstabilisant pour les marchés et les investisseurs : les bulles. Les bulles financières, ou spéculatives, se définissent justement par un écart excessif entre le prix d'un actif et sa valeur fondamentale. En évacuant cette dernière, comment savoir si un prix devient « excessif » ?

Un homme nous apporte une réponse, mais il n'est pas connu comme économiste ou penseur, à tort. George Soros (né en 1930) est mondialement connu comme spéculateur, gérant d'un des grands *hedge funds* de la planète, « l'homme qui fit sauter la banque d'Angleterre » (en 1992, lorsqu'il spécula sur la sortie de la livre du Système monétaire européen). Ce n'est pas cet aspect du personnage qui nous intéresse mais un autre, bien moins connu, celle d'un « penseur critique et non dogmatique » de la finance, pour reprendre sa formule, qui s'attache à comprendre le fonctionnement des marchés financiers à travers des ouvrages comme *The Alchemy of Finance*, paru en 1994, jusqu'à *Mes solutions à la crise* ou *Quelques leçons tirées de la crise*, sortis en 2009 et 2010¹⁸. Ce dernier regroupe cinq conférences prononcées à la Central European University de Budapest, sa ville de naissance, dans lesquelles il précise le concept clé de sa pensée : la *réflexivité*.

Voici comment Soros définit la réflexivité : « La pensée des acteurs à deux fonctions. L'une consiste à comprendre le monde où nous vivons ; je l'appelle *fonction cognitive*. L'autre consiste à modifier les situations à notre avantage ; je l'appelle *fonction participative* ou *manipulatrice*. Chacune des deux établit, entre pensée et réalité, une relation fonctionnant en sens opposé. Dans la fonction cognitive, la réalité est censée déterminer les opinions des acteurs ; la relation de causalité part du monde pour aboutir à l'esprit. Dans la fonction participative ou manipulatrice, au contraire, cette relation va de l'esprit au monde ; en d'autres termes, les intentions des acteurs produisent un effet sur le monde. Lorsque les deux fonctions opèrent simultanément, elles peuvent interférer avec l'une avec l'autre. »¹⁹ Et dans ce cas, les interférences empêchent les deux fonctions d'aboutir correctement (« elles se privent mutuellement de la variable indépendante qui serait nécessaire pour déterminer la valeur de la variable dépendante ») : la fonction cognitive ne peut produire une connaissance suffisante pour fonder les décisions des acteurs, tandis que la fonction participative ne produit pas l'effet recherché.

La réflexivité concerne en fait toutes les sciences humaines, pas seulement l'économie mais aussi la sociologie, la psychologie, l'ethnologie, l'histoire, les sciences politiques, etc., des disciplines où les jugements de valeur sont inévitables et se modifient inéluctablement au cours du temps, des sciences qui ne seront jamais « exactes », comme la physique, l'astronomie ou la biologie.

Les acteurs s'expriment donc par des énoncés, des comportements, des actions, qui produisent de la réflexivité, « qui prend généralement la forme de boucles de rétroaction. Les opi-

¹⁸ Edités respectivement chez John Wiley & Sons, Hachette, Denoël ; Valor publie en français *L'Alchimie de la finance* en 1998.

¹⁹ George Soros, *Quelques leçons tirées de la crise*, Denoël, 2010, p. 20.

nions des acteurs influent sur le cours des événements, le cours des événements influe sur les opinions des acteurs. » Un concept – la rétroaction – qui invalide à lui seul toute vision gaussienne de la réalité, avec ses notions rassurantes d'indépendance, d'équilibre, de moyenne, etc. parce qu'il remet en cause l'indépendance des variables.

La rétroaction peut être négative ou positive explique Soros. Dans le premier cas elle rapproche l'opinion des acteurs de la situation réelle, il s'agit d'un retour à l'équilibre, mais ce n'est ici, on le comprend, qu'un cas parmi d'autres. Au contraire, un processus de rétroaction positive crée un « déséquilibre dynamique », qui se renforce car les acteurs vont agir en ce sens et la réalité va alors confirmer ce processus (tout le monde pense que telle action va monter et, en l'achetant, c'est effectivement ce qu'elle va faire !). Et c'est ainsi qu'apparaissent les « bulles ». La réflexivité est ainsi, on le comprend, la source d'une incertitude qui peut rapidement prendre une ampleur importante du fait qu'en agissant, les acteurs vont inscrire dans la réalité une tendance née dans leur esprit, ce qui renforce d'autant cette tendance, et ainsi de suite.

Soros fait ainsi justement remarquer que « la plus impressionnante tentative, et de loin, [d'éliminer les difficultés liées à l'incertitude humaine] est celle des économistes, qui ont d'abord présumé la connaissance parfaite, avant de se livrer, lorsque ce postulat s'est révélé intenable, à des contorsions croissantes pour maintenir la fiction d'un comportement rationnel. »²⁰ Conséquence : « il ne faut pas attendre de la théorie économique qu'elle produise des lois à validité universelle, utilisables de façon réversible pour expliquer et prédire les faits historiques. »

Il ajoute justement que sa théorie « n'a pas l'outrecuidance de se prétendre scientifique, car elle ne fournit pas d'explications et de prédictions déterministes. Elle est simplement un cadre conceptuel aidant à la compréhension des événements qui ont des acteurs humains. [...] Elle se contente d'affirmer que la réflexivité, chaque fois qu'elle est en jeu, introduit dans le cours des événements un élément d'indétermination, et qu'il serait donc inapproprié de chercher des théories fournissant des prédictions détaillées. »²¹

Ainsi les marchés financiers ne se contentent pas de refléter la réalité économique sous-jacente (vision naïve, candide de l'économie) mais peuvent l'affecter et modifier ces « prétendus fondamentaux » (la formule est de Soros). La réflexivité rend donc inopérante la définition traditionnelle de la bulle (écart significatif et grandissant entre le prix d'un actif et ses fondamentaux), mais elle permet de l'expliquer : c'est précisément quand elle se met en place qu'une bulle apparaît.

Une rétroaction négative peut corriger un écart et ramener le prix vers un « équilibre » momentané, mais si les rétroactions positives s'enclenchent, « elles peuvent provoquer des mouvements de grande ampleur, tant sur les prix du marché que sur les fondamentaux sous-jacents »²², et à ce moment la quasi-totalité des intervenants n'y voient que du feu ! Voilà pourquoi le marché ne se guérit jamais de créer des bulles, à chaque fois sous des formes

²⁰ George Soros, *Quelques leçons tirées de la crise*, op. cit., 2010, p. 29.

²¹ George Soros, *Mes solutions à la crise*, op. cit., 2009, p. 51 et 144.

²² George Soros, *Quelques leçons tirées de la crise*, op. cit., 2010, p. 37.

différentes, mais qui semblent toujours validées par la réalité. « Le processus s'enclenche lorsque tendance et interprétation se confortent l'une l'autre » poursuit Soros, et si ce mouvement est assez fort et résiste à plusieurs rétroactions négatives, la bulle prend une ampleur insoupçonnée, jusqu'au moment « où les attentes du marché sont si éloignées de la réalité que les acteurs sont obligés de reconnaître leur erreur. » Et c'est le krach. Les bulles ont généralement une forme asymétrique, avec une période d'expansion longue et étirée, l'accélération est progressive jusqu'à un sommet, puis la contraction est brutale du fait de la liquidation forcée de positions qui se révèlent soudain douteuses, et c'est la panique, la crise financière.

L'analyse traditionnelle en termes prix/fondamentaux ne permet de détecter la bulle que lorsqu'elle est lancée à pleine vitesse, et il est déjà trop tard pour réagir, alors que la notion de réflexivité peut nous aider à comprendre dès le début qu'un mécanisme délétère se met en place (la théorie de la réflexivité ne donne pas la réponse, il faut analyser la situation, mais elle nous guide vers ce qui est dangereux).

Ce type d'analyse nous permet aussi de sortir du débat stérile rationnel/irrationnel, comme le directeur de la Fed, Alan Greenspan, qui parlait « d'exubérance irrationnelle » à propos de la bulle Internet de la fin des années 1990. Le mécanisme que nous venons de décrire s'est mis en place et il a agit, point. On peut le comprendre, il a une rationalité, il procède de décisions rationnelles, ou considérées comme telles, le déclarer « irrationnel » est une façon d'abdiquer, de ne pas chercher à comprendre. George Soros, le spéculateur cette fois, avoue candidement : « Lorsque je vois une bulle se former, je me précipite pour acheter, bien que je sache que cela revient à verser de l'huile sur le feu. Il n'y a rien d'irrationnel à cela. »²³

²³ George Soros, *Quelques leçons tirées de la crise*, op. cit., 2010, p.41.

10) Théorie de la proportion diagonale

Voici ce qui restera l'une des grandes découvertes de ma « vie » d'économiste, un véritable cygne noir, la théorie de la proportion diagonale (chapitres XI et XII de *Repenser l'économie*). Elle remonte à loin, très loin : Aristote ! Elle disparaît ensuite, Karl Polanyi en parle à la fin de sa vie, et Paul Jorion publie un livre entier sur le sujet, *Le Prix* qui sort en 2010. Elle sort littéralement de nulle part.

La loi de l'offre et de la demande, avec ses belles courbes continues qui se croisent en un point pour déterminer le prix et les quantités échangées, demeure plus une construction intellectuelle qu'une observation de la réalité. Elle est notamment incapable d'expliquer les brusques sauts de prix que l'on constate sur les marchés financiers (*i. e.* caractéristiques des lois de puissance). Mais jusqu'ici il n'existait rien d'autre.

La loi de l'offre et de la demande n'est pas invalidée en soi, elle continue de fonctionner mais à l'intérieur d'un « rapport de force » entre l'acheteur et le vendeur. Ce rapport de force ne provient pas de la théorie marxiste, il est déterminé par la rareté relative de chacun. Cette introduction de la notion de probabilité permettant de rattacher cette théorie aux lois de puissance (qui sont une représentation d'une probabilité d'occurrence d'un événement donné). Tout se « boucle » à ce niveau là.

Pour résumer cette théorie, reprenons ce passage de Paul Jorion : « Le prix résulte d'un rapport de force entre vendeur et acheteur. Ce rapport de force reflète le statut réciproque du vendeur et de l'acheteur. Ce statut réciproque est lui-même le reflet de l'abondance ou de la rareté relative de chacun au sein de la catégorie socioprofessionnelle à laquelle il appartient (« pression concurrentielle »). » Nous ferons une remarque : il ne faut pas se limiter à la « catégorie socioprofessionnelle », trop vague et qui concerne uniquement un aspect de la demande, mais parler de façon plus globale de « groupe homogène », du côté de la demande (CSP, jeune diplômé, habitant d'une métropole ou d'une petite ville, etc, toutes ces dimensions jouent et se croisent) comme de l'offre (type de produit ou de service proposé).

La formation des prix

Vendeur		Acheteur
pression concurrentielle (ou rareté relative)	→ statut → prix ← statut ←	pression concurrentielle (ou rareté relative)

Ainsi « le prix exprime sous forme quantitative le rapport qualitatif entre le statut du vendeur et celui de l'acheteur »²⁴, grâce à l'existence de la monnaie. Le prix est un « effet de frontière » - pour reprendre la formule de Jorion – reflétant le rapport de force instantané entre vendeur et acheteur. Ce rapport de force est plus visible lors d'une vente en face à face, mais il est tout aussi réel dans l'anonymat de nos centres commerciaux.

²⁴ Paul Jorion, *Le Prix*, Editions du croquant., 2010, p. 302.

Prenant le problème d'un autre point de vue, Jorion fait remarquer qu'« en fait, tout se passe comme si les deux parties acceptaient toujours de faire intervenir dans le prix de la transaction, la prime (d'« assurance ») couvrant le risque de défaillance qu'elles font courir à l'autre en étant précisément ce qu'elles sont. »²⁵, signalant ensuite logiquement que l'on pourrait envisager la question comme étant celle d'un « différentiel de primes ».

Le prix est déterminé par ce rapport, à *l'intérieur duquel* jouent les variations d'offre et de demande. Cette loi n'est pas invalidée, elle est remise dans un contexte plus large.

Prolongeant son analyse de la théorie d'Aristote, Paul Jorion fait cette remarque fondamentale : « de la même manière que l'on progresse dans la compréhension du mécanisme de la formation des prix lorsqu'on déplace l'accent de la qualité des marchandises vers la qualité des personnes [les statuts réciproques], un progrès similaire a lieu lorsqu'on cesse de parler de la rareté des marchandises pour s'intéresser plutôt à la rareté des personnes. Qu'est ce qui fait le faible prix du pain ? L'abondance obligée des personnes qui achètent du pain, denrée de première nécessité. Qu'est ce qui fait le prix élevé du diamant ? La rareté de ceux qui achètent des diamants sans intention de les revendre, c'est-à-dire qui les « consomment » comme objet de parure. »²⁶

On opère ici un changement radical de point de vue qui ouvre de nouvelles perspectives de compréhension des marchés et des prix. « L'abondance obligée » des personnes qui achètent du pain les place dans le plus bas des statuts, ainsi que les innombrables boulangers, le pain est donc l'un des produits les moins chers. Pour la baguette classique, il n'y aucune rareté ni d'un côté ni de l'autre, donc le prix est bas (mais les multiples pains de campagne permettent à chaque boulanger de faire valoir son talent face à une clientèle plus exigeante et plus rare, et les prix augmentent). Le prix très élevé du diamant vient au contraire du très faible nombre (l'extrême rareté) des personnes acceptant de s'en acheter comme parure (« sans intention de les revendre », bien sûr de nombreuses personnes voudraient bien avoir des diamants mais beaucoup les revendraient pour acheter d'autres biens) et donc du statut très élevé qui est le leur.

Une remarque. Dans le domaine du marketing, on parle d'une chose équivalente, mais sans en faire une théorie générale : le *pricing power*, c'est-à-dire la capacité d'une entreprise à imposer ses prix au consommateur (grâce à sa notoriété, à la puissance de sa marque, autrement dit son rapport de force, par exemple Apple).

On comprend bien désormais, et cela est fondamental, que la théorie de la proportion diagonale est une théorie de *l'échange*, pas de la *valeur*. La qualité de l'objet échangé n'intervient pas, on évacue ainsi les controverses métaphysiques qui ont parcouru toute l'histoire de la science économique (valeur travail, valeur d'usage/valeur d'échange, fonction d'utilité) pour s'en tenir à la stricte observation de la réalité. On ne présuppose pas d'« intentions » chez les acteurs de la vie économique, on constate que tels objets (maison, chaussures, pain, diamants, etc.) s'échangent et l'on cherche à comprendre le mécanisme de

²⁵ Paul Jorion, *Le Prix*, op. cit., 2010, p. 226.

²⁶ Paul Jorion, *Le Prix*, op. cit., 2010, p. 208.

formation des prix. Une attitude plus modeste mais plus scientifique, plus axée sur le comment plutôt que sur le pourquoi.

A partir de cette analyse, j'apporte ensuite plusieurs développements personnels : 1) le fait que la notion de prix unique est un mythe, 2) le retour du couple rendement/risque, 3) la réhabilitation du marketing :

1) Le prix unique est un mythe

L'unicité du prix relève d'une croyance qui dérive de la théorie marginaliste, mais elle est en réalité rarement effective. La loi de l'offre et de la demande, en agrégeant tout dans le temps et dans l'espace, fait comme s'il y avait un acheteur et un vendeur, et donc effectivement un prix. La réalité est tout autre, un même produit est vendu en magasin à plusieurs endroits différents (chaque commerçant disposant d'un certain pouvoir de négociation face au grossiste), amenant à lui un certain type de clientèle, certains ayant une carte de fidélité, d'autres payant avec le compte de leur entreprise (déduisant donc la TVA), ou attendant les soldes. Quel est le « vrai » prix public d'un modèle précis de téléphone mobile ? Qui peut répondre à cette question ? Cela dépend de l'opérateur, de la formule d'abonnement choisie, des « points » accumulés par le client, si la période correspond à une promotion, etc., etc. Bien sûr, le constructeur peut vous vendre l'appareil « nu » (sans abonnement), est-ce le vrai prix pour autant ? Qui achète un téléphone mobile sans abonnement ? Et il en va de même pour les abonnements eux-mêmes (caractéristiques différentes, pas forcément les mêmes appareils, etc) !

2) Le retour du couple rendement/risque

Un élément fondamental qu'apporte cette analyse, que Paul Jorion ne développe pas explicitement, c'est qu'elle permet le retour du couple rendement-risque, à la base de toute l'activité économique et de la finance. Nous l'avions « perdu » lorsque nous nous étions débarrassés du modèle gaussien, le revoici, cette fois profondément ancré dans la réalité économique.

Lors d'une transaction, le vendeur doit être d'un statut supérieur au vendeur. On ne vend un produit à une personne que si on lui propose un prix avantageux, et si on gagne soi-même de l'argent, sinon la transaction n'a pas de sens. Et le fait que l'on puisse procurer ces avantages induit que l'on est d'un statut supérieur (on a accès à des ressources, à des informations auxquelles n'a pas accès l'acheteur). Ainsi :

$$\frac{\text{statut du vendeur}}{\text{statut de l'acheteur}} > 1$$

Mais dans le même temps, la concurrence fait tendre ce rapport vers 1, cette marge va intéresser de nouveaux entrants qui proposeront des prix moins élevés, la « pression concurrentielle » augmente et le statut commence donc à baisser (de même que la rareté), jusqu'à ce qu'une nouvelle « innovation » (technique, marketing, etc) permette à l'une des entreprises de reprendre temporairement un avantage sur les autres, etc. On comprend aussi qu'au fur et à mesure que le rendement augmente, le risque s'accroît, car plus le statut de l'acheteur est bas, plus son taux de défaut s'élève, ainsi : plus la différence de statut est importante, plus la rentabilité augmente, mais le risque également. On retrouve le couple rendement-risque, cette fois concrètement ancré dans la réalité économique. On ne se limite pas à

l'évolution des prix (analyse du modèle classique de la finance) mais on prend du recul pour comprendre la nature de l'offre et de la demande.

3) La réhabilitation du marketing

Jorion n'en parle pas mais il nous semble important de le signaler : discipline méprisée par la pensée universitaire et académique, le marketing retrouve, dans l'optique que nous développons, toute sa place. En fait on pourrait dire que tout le discours du marketing consiste à *ne pas* suivre la pure loi de l'offre et de la demande, que c'en est le contre-modèle inconscient. Suivant cette loi, l'entreprise doit diminuer ses prix au fur et à mesure que ses quantités vendues régressent : une erreur absolue, la dernière marche vers la disparition dirait un spécialiste du marketing, cela prouverait que l'entreprise perd pied, que ses clients s'enfuient et que son produit se dévalue ! Ou, au contraire, elle devrait augmenter ses prix au fur et à mesure que ses quantités vendues augmentent : une idée stupide également, elle se couperait alors progressivement de sa clientèle, elle ferait mieux de maintenir ses prix et de jouer sur l'effet quantité, et de sortir éventuellement un autre produit plus luxueux pour capter cette hausse de la demande. Tout le discours du marketing s'accorde à la proportion diagonale d'Aristote : l'essentiel consiste à se positionner en termes de marque, de notoriété, de « positionnement commercial », c'est-à-dire de statut, pour reprendre notre terminologie. Et l'étude de marché devra évaluer la concurrence existante (quelle est la rareté de mon offre ?) et l'ampleur de la demande (la taille – ou la rareté – du créneau que je vise). Le marketing est un discours sur les statuts (marque, notoriété). Si Apple vend son iPhone bien plus cher que les modèles équivalents, c'est parce qu'il a acquis un « statut » (en termes d'image, de notoriété) qui le lui permet, cela n'a rien à voir avec la loi de l'offre et de la demande !

11) Le critère scalable/non-scalable, une nouvelle théorie du portefeuille

Si les lois de puissance dominant largement en économie, les phénomènes gaussiens n'en disparaissent pas pour autant complètement, et c'est tout l'intérêt du critère scalable/non scalable de pouvoir les distinguer, et à partir de là de construire une nouvelle théorie du portefeuille (chapitre XVIII de *Repenser l'économie*).

Les lois de puissance dominant notre univers économique et financier, nous l'avons vu. La courbe de Gauss disparaît-elle pour autant complètement ? Certes non, il existe des phénomènes stables, gaussiens en économie. Alors comment distinguer ce qui relève de l'un ou de l'autre ?

Nassim Taleb donne un outil très simple pour reconnaître dans quel cadre on agit, même s'il ne développe pas suffisamment cette idée²⁷ : il faut se poser la question de savoir si l'activité économique dont on parle est « scalable » ou « non-scalable ». Si elle est non-scalable, elle répond à la loi normale, si elle est scalable, elle répond à une loi de puissance.

Reprenons les deux exemples très simples présentés dans le livre :

1) La vente de pizzas à emporter

M. X. décide d'ouvrir une boutique de vente de pizzas à emporter à Paris, dans une rue passante. Cette activité est « non-scalable » : pour produire plus de pizzas, il est obligé d'acheter plus d'ingrédients (farine, légumes, sauce tomate, etc.), il doit travailler plus, embaucher, acheter un réfrigérateur plus grand, etc. L'*output* et l'*input* augmentent en même temps. La règle est donc : cette activité est non-scalable, donc elle répond à la loi normale. Ce *business* ressort de la courbe de Gauss. Un spécialiste de la vente à emporter pourra dire, compte tenu de l'emplacement et du produit vendu, quel chiffre d'affaire moyen M. X. fera avec quelle marge d'erreur, et il aura raison. La moyenne et l'écart-type ont un sens tout à fait légitime et concret ici. M. X. est obligé de tenir compte du prix moyen de la part de pizza à emporter à Paris lorsqu'il s'installe, il peut être un peu plus cher s'il propose un service supplémentaire (ingrédients bio, choix large, etc.), un peu moins s'il veut prendre rapidement une part de marché conséquente ; cela ressort des décisions de « l'entrepreneur », mais il doit en tenir compte. En même temps, c'est un *business* rassurant, le risque est faible, l'écart-type « garantit » un certain volume de vente. En travaillant consciencieusement, M. X. est certain de faire du chiffre d'affaires et de se verser un salaire à la fin du mois. Il ne fera pas fortune, mais aura des revenus réguliers (c'est le côté rassurant de la courbe de Gauss).

2) La galerie d'art

M. Y décide d'ouvrir dans Paris une galerie d'art consacrée à de jeunes artistes. Ce type d'activité est « scalable » : il peut augmenter le chiffre d'affaires de sa galerie sans être obligé d'augmenter sa surface ou d'embaucher, il suffit (mais c'est toute la difficulté !) de vendre des tableaux plus chers et en plus grand nombre, en repérant les artistes prometteurs et en convainquant ceux dont on parle d'exposer chez lui. La règle donc : cette activité est scalable, donc elle répond à une loi de puissance. On a vu ce qu'impliquent les lois de puissance.

²⁷ Nassim Nicholas Taleb, *Le Cygne noir*, op. cit., p. 58.

ce : risque très élevé, répartition extrêmement différenciée du chiffre d'affaires des sociétés (« le gagnant rafle tout »). Les notions de moyenne et d'écart-type ne veulent plus rien dire ici. Le prix moyen d'un tableau d'un jeune artiste à Paris ne signifie rien, il mêle des noms reconnus vendant très cher à une multitude d'inconnus proposant leurs toiles à quelques centaines ou milliers d'euros ; et l'écart-type est infini. Ouvrir sa galerie en se disant qu'on va exposer dix toiles et qu'on espère les vendre au prix moyen constaté à Paris, c'est ne rien comprendre et courir à la catastrophe ! Cela fonctionne pour les pizzas, pas pour les tableaux. Il ne faut pas oublier que la loi de puissance fonctionne dans les deux sens : gagner beaucoup d'argent avec des moyens limités, mais aussi travailler énormément et ne pas avoir vendu une seule toile à la fin du mois !

Nous avons vu plus haut notre critique du coût des capitaux propres (le WACC) et comment les entreprises filialisaient ou revendaient leur patrimoine immobilier, externalisaient ou délocalisaient leur production, et gardaient leurs fonctions stratégiques (marketing, communication, création de nouveaux produits). Cette distinction recouvre assez largement la différence scalable/non-scalable, même si cela n'est pas forcément explicite pour elles bien sûr. Mais cette différence apparaît dans la vitesse de rotation du capital, rapide dans le scalable, lente dans le non-scalable, un critère de choix essentiel comme nous l'avons vu.

La distinction scalable/non-scalable recouvre non seulement les fonctions de l'entreprise, mais aussi ses produits. Le chiffre d'affaires « récurrent » (les produits ayant un volume de vente relativement stable, une clientèle fidèle, le « fonds de catalogue ») ressort du modèle gaussien, tandis que le lancement de nouveaux produits répond clairement à celui des lois de puissance. Nous pouvons synthétiser ce que nous venons de dire à propos de l'entreprise et du critère scalable/non-scalable dans le tableau suivant :

Le critère scalable/non-scalable

Activité	Non-scalable	Scalable
Loi de probabilité	Loi normale	Loi de puissance
Fonctions	Immobilier, production, comptabilité	Marketing, communication, R & D
Produits	Fonds de catalogue	Nouveautés
Clients	Réguliers	Occasionnels
Vitesse de rotation du capital	Lente	Rapide
Risque	Faible (gaussien)	Élevé (cygnes noirs)
Croissance et rentabilité potentielles	Faibles	Élevées

Loi d'échelle, loi de puissance et loi scalable sont ici, on l'aura compris, parfaitement synonymes et désignent la même réalité mathématique, le terme « scalable » renvoyant de façon plus concrète à une réalité économique que chacun peut évaluer autour de lui.

Essayons d'appliquer ce que nous avons vu à la technique d'élaboration des portefeuilles. Suivons le raisonnement de Nassim Taleb²⁸ qui décrit une technique très simple, pleine de bon sens. Vous voulez construire un portefeuille d'actifs avec un risque « moyen », propose-t-il. Selon les théories de Markowitz et consorts, vous allez alors mettre dans votre portefeuille plusieurs actifs au risque « moyen », quelques-uns « sûrs » et quelques autres « risqués », la large majorité étant donc d'un risque moyen. Mais, en réalité, que sait-on de ces actifs au risque « moyen » ? Ce risque est calculé d'après le bêta, la loi normale, le modèle classique de la finance, c'est-à-dire des outils en lesquels nous n'avons pas confiance. Peut-être ces actifs sont-ils en réalité extrêmement risqués ! Les acheteurs de *subprimes* pensaient acheter du risque faible. Taleb préconise au contraire de placer, par exemple 90 % de votre portefeuille en bons du Trésor d'un pays important et en bonne situation budgétaire (au risque quasiment nul), ou carrément en cash, et le reste en produits spéculatifs (produits dérivés, actions très volatiles, investissements dans des *start-ups*, etc.). Vous bénéficiez ainsi d'un « plancher » à 90 % de votre portefeuille (dans le pire des cas il vous reste 90 % de votre mise) et, sur les 10 % de part spéculative, vous vous donnez les moyens de faire de gros profits en attrapant un « cygne noir » positif. Un tel portefeuille comporte un risque quasiment nul d'un côté et très élevé de l'autre, mais globalement il est modéré, réellement modéré, beaucoup plus sûr qu'un portefeuille « à la Markowitz ».

On se rend compte que l'on mêle ici du « gaussien » (des bons d'État en bonne santé, du cash) et de la loi de puissance (la part spéculative du portefeuille). Les bons d'État offrent en effet des rendements stables avec un risque nul ; leur volatilité est faible, la moyenne et l'écart-type ont ici tout à fait leur sens, c'est « l'actif sans risque » de la théorie classique (même si avec la crise actuelle il faut bien sélectionner les États !). Le « portefeuille de Taleb » (c'est nous qui le nommons) offre une voie extrêmement intéressante et opérationnelle pour gérer un portefeuille dans un monde dominé par les lois de puissance.

²⁸ Nassim Nicholas Taleb, *Le Cygne noir*, op. cit., p. 270.

12) Considérer l'économie comme un réseau

Cette approche « en réseau » permet de synthétiser et de mieux comprendre les différentes notions étudiées jusqu'ici (lois de puissance, fractales, rétroaction, redondance, réflexivité, etc.) et de *penser* l'économie autrement (chapitre XV de *Repenser l'économie*). J'y développe notamment le concept de criticalité auto-organisée, à partir de l'ouvrage du physicien (qui s'intéresse à l'économie) Per Bak (*Quand la nature s'organise*, Flammarion, 1999).

Cette façon de comprendre l'économie n'est pas nouvelle puisqu'un des premiers économistes classiques, le Français François Quesnay (1694-1774), en développa l'idée dans ses *Tableaux économiques* (1758). S'inspirant de la découverte, un siècle et demi plus tôt, de la circulation sanguine par William Harvey, il décrit avec précision le circuit des richesses créées par la « classe productive » (les fermiers) entre sa propre consommation, celle de ses salariés, ses achats de produits manufacturés, la rente versée au propriétaire, etc. Ces tableaux montrent l'interdépendance des activités économiques, les relations qui s'établissent dans la production et sa répartition, et aussi la fragilité qui en résulte.

Cette façon de comprendre la réalité économique disparaîtra malheureusement au profit d'analyses plus globales, plus macroéconomiques, qui calculeront quelques grands agrégats qui effaceront au passage la complexité des interrelations, indicateur direct de la fragilité de l'ensemble. On citera tout de même Wassily Leontief (1905-1999, Prix Nobel en 1973) avec son analyse entrées-sorties comme modélisation d'un secteur économique, mais c'est moins une analyse en termes de réseaux qu'une approche de comptabilité nationale « fine » qui est mise en œuvre, dès lors l'aspect systémique et la notion de fragilité disparaissent.

Très peu de chercheurs aujourd'hui s'intéressent à cette approche en réseau. Citons cependant Rama Cont²⁹ qui s'est livré à une étude approfondie du système bancaire brésilien pour le « reconstruire » sous forme de réseau en intégrant les expositions que chaque banque possède sur les autres. Les expositions, ainsi que le nombre de connections, s'avèrent très hétérogène et suivent une loi de Pareto : quelques grosses banques sont connectées à toutes les autres, tandis que les nombreuses petites banques n'ont que quelques connections. Les quatre ou cinq grandes banques possèdent de ce fait une dimension systémique et la faillite de l'une d'entre elles mettrait l'ensemble du système bancaire en péril. Pour un choc donné, l'écart d'estimation entre l'analyse traditionnelle (linéaire, gaussienne, calculant des montant globaux et recherchant des moyennes) et cette analyse en réseau, est de 15 ! On voit comment l'analyse gaussienne et globalisante sous-estime complètement l'impact des crises sur l'économie. Dans l'analyse traditionnelle on va dire par exemple qu'un choc de, mettons, 10 milliards de réaux (le pluriel de réal, la monnaie brésilienne), si la totalité des fonds propres des banques s'élève à 50 milliards, n'aura pas de conséquence grave. Dans un réseau, si ce choc affecte une banque systémique, un effet d'enchaînement peut balayer le système. Rama Cont en déduit que le régulateur ne devrait pas se limiter à une exposition agrégée mais à une exposition maximale par contrepartie, ainsi qu'à l'imposition de normes de solvabilité supérieures pour les plus grosses banques. Quoi qu'il en soit, le Brésil constitue

²⁹ Conférence à Paris le 18 mai 2011. On lira « Network Structure and Systemic Risk in Banking Systems », 2010, disponible sur ssrn.com.

l'un des très rares pays à recueillir les engagements croisés de ses banques, une bonne pratique à signaler aux instances de régulation des autres pays.

Les théories économiques traditionnelles, comme l'explique Per Bak, ne traitent que de « variables macroscopiques telles que le Produit intérieur brut (PIB), le taux de chômage ou les taux d'intérêt. Le travail des économistes consiste alors à développer des équations mathématiques censées relier ces variables. Dans ce type de modèle, les différences de comportement individuel disparaissent en se moyennant et aucun accident historique ne peut modifier l'équilibre »³⁰. Ce type de raisonnement échoue totalement à représenter les systèmes qui sont à l'état critique, et c'est le cas de l'économie, tout le temps.

Les gens communiquent les uns les autres, il est donc logique que les sociétés humaines soient critiques et auto-organisées. Le fait que les gens communiquent entre eux, et n'agissent pas de façon indépendante en fonction de leurs seuls choix rationnellement établis (comme le pense la théorie néoclassique), explique que la vision gaussienne (qui suppose l'indépendance des variables) ne fonctionne pas et que l'on bascule alors dans les lois de puissance, comme nous l'avons vu.

A propos des tremblements de terre, qui suivent une loi de puissance, Per Bak en conclut « qu'il est inutile d'essayer de trouver des explications particulières pour les grands tremblements de terre, mais qu'il vaut mieux tenter de bâtir une théorie générale englobant tous les tremblements de terre, les grands et les petits. »³¹ Il en va de même en économie : plutôt que de raisonner de façon linéaire, gaussienne, néoclassique quand tout va bien, puis de se retrouver sans dessus-dessous lorsqu'une crise arrive et de chercher une explication spécifique à cet événement « totalement imprévu », il faut au contraire considérer que la petite variation d'aujourd'hui répond exactement à la même loi de puissance que celle qui provoquera un mouvement d'ampleur extraordinaire un jour ou l'autre. Conclusion de Bak : « les grandes fluctuations observées en économie indiquent que celle-ci opère à l'état critique auto-organisée, où des chocs mineurs peuvent provoquer des avalanches de toutes tailles, comme pour les tremblements de terre. Les fluctuations sont donc inévitables : il n'existe aucun moyen de stabiliser l'économie et de se débarrasser des fluctuations régulant les taux d'intérêt ou en prenant d'autres mesures. Un événement différent et relativement inattendu viendra toujours bouleverser l'équilibre soigneusement confectionné, et une avalanche majeure se produira alors quelque part ailleurs dans le système. »³²

Faut-il le déplorer ? Bak soutient que cet état critique est en fait le plus efficace dynamiquement : compte tenu de l'ensemble des contraintes, c'est le système le plus efficace : « L'état le plus robuste d'une économie pourrait bien être l'état critique auto-organisé et décentralisé de l'économie capitaliste, avec ses fluctuations de toutes tailles et de toutes durées. »³³

³⁰ Per Bak, *Quand la nature s'organise*, op. cit. p. 246.

³¹ Per Bak, *Quand la nature s'organise*, op. cit. p. 30.

³² Per Bak, *Quand la nature s'organise*, op. cit. p. 256.

³³ Per Bak, *Quand la nature s'organise*, op. cit. p. 264.

13) Une application du mode de penser « en réseau » : les monnaies complémentaires

Dans les deux derniers chapitres de *Repenser l'économie*, je montre en quoi ce mode de penser en réseau et en état critique auto-organisé renouvelle notre approche de la monnaie. Nous vivons en effet avec des monnaies étatiques, officielles et obligatoires (l'euro, le dollar, le yen, etc.), nous n'avons pas le choix. Cette situation n'est pas « naturelle », elle procède d'une volonté des Etats de contrôler la monnaie, pour pouvoir ensuite s'endetter ! Et quand ça ne suffit plus, de faire « tourner la planche à billets ».

Nous sommes ici tout à fait dans un modèle vertical, hiérarchique, consolidé, sous contrôle, Taleb dirait « harvardien à la soviétique » (!). Mais ce système atteint en ce moment sous nos yeux ses limites et menace d'implorer. Quelles sont les solutions proposées ? Encore plus de réglementation (Bâle 3, Solvency, Dodd-Frank, etc.), la nationalisation des banques (pour un Etat encore plus obèse), la manipulation du taux d'intérêt et la planche à billets (comme le font les banques centrales, sans résultat)...

Dans ce système figé, donc fragile, il faut introduire de la *redondance* (un terme typique des réseaux). Comment ? En introduisant d'autres monnaies, en laissant choisir les acteurs quelles monnaies ils vont utiliser. Accessoirement en permettant à l'or de redevenir une monnaie. En somme en allant, ou plutôt en retournant à un *système monétaire diversifié*, puisque c'est ce qui existait avant le XIXe siècle, et depuis les premières civilisations.

Je fais alors intervenir la très pertinente analyse de Bernard Lietaer. Face à la crise de 2008, il a publié un livre blanc³⁴ qui résume ses idées principales. L'objectif est que le système ne choisisse pas « un maximum d'efficacité, mais un équilibre optimal entre les deux pôles opposés d'efficacité et de résilience. [...] Trop d'efficacité mène à la fragilité, et trop de résilience mène à la stagnation » explique Lietaer dans son livre blanc. Pour que notre système financier ait une « durabilité » maximale, il faut viser ce qu'il appelle une « fenêtre de viabilité » entre l'efficacité et la résilience.

Comme Taleb, Lietaer invoque la « réussite » de la nature quant à sa permanence, et dont il faudrait s'inspirer, pour déplorer la fragilité de notre économie : « la nature a sélectionné au cours de milliards d'années les conditions sous lesquelles les écosystèmes complexes sont durables, sinon ils n'existeraient pas aujourd'hui. Par contraste, l'humanité se bat encore aujourd'hui avec la question de la création d'économies durables. »

Un système monétaire diversifié permet de répondre au problème des cygnes noirs. Finalement, pourquoi les cygnes noirs négatifs s'abattant sur le système financier provoquent-ils autant de dégâts ? Parce que celui-ci est trop fragile, une fragilité qui vient de son optimisation, de son fonctionnement en « flux tendus », et d'un système monétaire à monnaie étatique unique. Un système trop hiérarchisé et optimisé, et donc susceptible de s'écrouler totalement. L'argent est un « connecteur », pour reprendre l'expression de Lietaer, parce qu'il permet de gérer le temps et l'incertitude. L'argent peut être stocké sans perdre de valeur (hormis l'inflation), il permet de reporter dans le temps une décision d'achat ou

³⁴ Bernard Lietaer, *Toutes les options pour gérer une crise bancaire systémique*, novembre 2008, téléchargeable sur lietaer.com.

d'investissement, il peut aussi répondre à des dépenses urgentes, accélérer les échanges. La qualité de ce connecteur est donc fondamentale, toute défiance envers lui se traduit par des dommages au niveau de l'économie, et sa limitation à une seule monnaie étatique laisse dans l'ombre une part significative des transactions. La meilleure réponse aux cygnes noirs est la résilience.

En ce qui concerne les sources théoriques, il est intéressant de noter que l'idée de monnaies complémentaires se retrouve sur tout l'éventail idéologique, mais à chaque fois de façon marginale. Même si cette pratique est ancienne, on l'a vu, puisqu'elle remonte aux premières civilisations, le premier théoricien moderne à en parler est Silvio Gesell (1862-1930), qui en développe l'idée dans son ouvrage majeur, *L'Ordre économique naturel* (1916). A Munich en 1918, il prend part aux événements révolutionnaires et est nommé commissaire aux finances dans l'éphémère gouvernement insurrectionnel ; jugé pour haute trahison, il sera acquitté. Mais ses travaux n'auront pas d'influence dans son milieu. Tout à l'autre bout de l'éventail, et bien plus tard, Friedrich Hayek (1899-1992) consacrera l'un de ses derniers écrits à défendre les monnaies privées. Dans *Denationalisation of Money*³⁵, publié en 1976, il prend le problème par l'autre bout, si l'on peut dire, puisqu'il propose de supprimer purement et simplement le monopole étatique de la monnaie, de supprimer la banque centrale, et de permettre à toute banque privée d'émettre de la monnaie (il n'y aurait en quelque sorte que des monnaies complémentaires). Il importe selon lui de soustraire la monnaie à l'Etat, parce qu'il est toujours tenté de la manipuler, pour la confier entièrement au secteur privé. La concurrence des monnaies est seule apte à garantir l'efficacité des transactions et la lutte contre l'inflation, le fléau majeur qui finit par détruire la monnaie. Ce projet radical dérouta jusqu'aux libéraux eux-mêmes qui, sauf rares exceptions, ne l'adopteront pas.

³⁵ Friedrich Hayek, *Denationalisation of Money: An Analysis of the Theory and Practice of Concurrent Currencies*, The Institute of Economic Affairs, 1976.

14) Le cas de l'or

Commençons par nous poser tout à fait sérieusement cette question : écrire un livre vantant les mérites de l'or comme monnaie n'équivaut-il pas à un suicide universitaire ? N'est-ce pas totalement « ringard », hors de propos, provocateur ? *L'or, un placement d'avenir* (Eyrolles), que j'ai publié en 2012, commet en effet le forfait de promouvoir le retour de l'or comme moyen de paiement, et comme valeur sûre face aux « monnaies-papier » (euro, dollar, yen, etc.).

Depuis la fin du système de Bretton Woods et de l'étalon-or, annoncé par le président Richard Nixon le 15 août 1971, l'or semble être relégué au rang de simple matière première et au secteur de la joaillerie. Cependant nous assistons incontestablement à un « retour de l'or », qui se traduit par la hausse ininterrompue de son cours depuis 2001, mais pas seulement. Ici ou là, il est accepté comme moyen de paiement : l'Etat de l'Utah autorise depuis 2011 les particuliers à payer leurs impôts sous forme de pièces en or ou en argent frappées par un atelier américain. La taxe de 7 % sur les ventes d'or a disparu et ces pièces peuvent ainsi redevenir un moyen de paiement pour le fisc, mais aussi entre les particuliers s'ils le désirent. Toujours en 2011, une société de bourse de Zurich innove en proposant le paiement des transactions boursières en or. Lors des primaires républicaines pour l'élection présidentielle, le retour de l'étalon-or a été défendu par plusieurs candidats et Mitt Romney a prévu dans son programme de créer une commission sur ce sujet.

D'une façon plus générale, la crise de 2008 a sonné le retour de l'école autrichienne et de son étalon-or. Elle qui dénonce depuis toujours l'excès de crédit et de création monétaire comme source des crises économiques, a trouvé avec l'explosion des *subprimes* une éclatante justification. La politique de « planche à billets » menée depuis par les banques centrales ne cesse d'inquiéter, et les avertissements des économistes « autrichiens » trouvent un écho grandissant. C'est dans ce cadre que s'inscrit la parution de mon livre.

J'en profite d'ailleurs dans ce livre pour citer un des grands représentants actuels de l'école autrichienne, connu dans le monde anglo-saxon mais quasiment pas en France : Antal Fekete. Né en 1932 à Budapest, il quitte la Hongrie lors des événements de 1956 pour s'installer au Canada. S'intéressant beaucoup à l'or, il développe une théorie originale pour expliquer pourquoi ce métal est universellement accepté : le rapport stock-flux.

Au-delà de ses qualités propres (rare, inaltérable, facile à reconnaître, etc.) explique Fekete, « la raison ultime [pour laquelle l'or est universellement accepté] réside dans le ratio entrées-sorties et comparé aux autres métaux. Le ratio stocks-flux de l'or est très élevé, autour de 60, ce qui signifie qu'à ce rythme de production, il faudrait 60 ans, ou deux générations, pour remplacer les stocks actuels. Par exemple, dans le cas du cuivre, il est de $\frac{1}{4}$ ce qui signifie que si la production de cuivre est stoppée, il faudrait attendre seulement trois mois de consommation avant que les stocks retombent à zéro. Le monde refuse d'avoir plus de cuivre en stock, sinon cela ferait chuter son cours et aussi son utilité marginale. »³⁶

³⁶ Antal Fekete, *Le retour au standard or*, Le Jardin des livres, 2011, p. 74.

On estime qu'il existe dans le monde un stock de 160.000 tonnes d'or (et ce chiffre est assez bien documenté puisque l'essentiel de l'or a été trouvé à partir du XIXe siècle). La production minière en 2011 s'est élevée à 2.638 tonnes. Si l'on arrondit à 2.600, on obtient bien un ratio de $160.000/2600 = 60$.

On comprend ainsi qu'une variation de l'offre ou de la demande de cuivre influera significativement sur son prix, étant donné la taille réduite de son stock. On fonctionne ici à flux tendu, en minimisant les stocks qui représentent un coût. Pour l'or au contraire, les fluctuations de l'offre et de la demande affecteront peu le stock. L'offre et la demande ne sont pas des éléments déterminants pour comprendre l'évolution du cours de l'or. Les détenteurs d'or ne règlent par leurs décisions d'achat et de vente en fonction de l'évolution des prix au jour le jour, ni même de mois en mois, mais en fonction d'une épargne de long terme, ce qui correspond à la nature même de l'or. Ce qui importe pour eux, c'est ce que vaut l'or par rapport aux autres actifs, et par rapport à la monnaie elle-même. C'est cela qui imprime sa valeur à l'or.

L'or n'est donc pas une matière première (seulement 10 % de sa consommation est destinée à l'industrie), c'est sa fonction de thésaurisation qui fait son prix. Le caractère « précieux » de l'or n'est pas affecté par les variations de l'offre et de la demande, qui représentent on le rappelle seulement $1/60^e$ du stock total, il est donc extrêmement stable. Si le stock d'or devait diminuer, si les détenteurs privés venaient à s'en débarrasser et que le rapport stock/flux se mette à plonger, à ce moment-là il faudrait s'inquiéter, cela signifierait que l'or perd sa fonction monétaire ; mais ce n'est encore jamais arrivé au cours de l'histoire. Lors de la suspension de la convertibilité du dollar en or en 1971, de nombreux économistes ont pensé que l'or perdrait définitivement sa fonction monétaire et deviendrait une simple matière première parmi d'autres, destinée à la joaillerie et à l'industrie, il n'en a rien été.

Depuis 1971, le cours de l'or n'a cessé de progresser, de 35 dollars l'once à plus de 1700 en septembre 2012. Mais cette hausse s'est produite durant deux périodes distinctes : les années 70 et les années 2000. A chaque fois des périodes de laxisme monétaire : inflation durant les années 70, taux proche de zéro des banques centrales depuis 2001. Entre temps (les années 80 et 90), les taux d'intérêts étaient au-dessus de l'inflation, l'argent était « coûteux », la situation était « saine », et le cours de l'once d'or n'a quasiment pas bougé (environ 300 dollars l'once de 1980 à 2000).

La hausse des années 2000 a pu étonner au début, car il n'y avait pas d'inflation, contrairement aux années 70. On restait dans l'idée que l'or protégeait contre l'inflation. La plupart des économistes parlèrent alors de bulle. En fait de « l'inflation » il y en avait, mais sur les actifs (l'immobilier notamment), pas sur les biens de consommation (notamment à cause de la concurrence mondiale et de la modération des salaires). La création monétaire excédentaire s'est retrouvée dans l'immobilier et les matières premières. Le krach des *subprimes* en 2008 ne changera pas fondamentalement la donne puisque les banques centrales amplifieront leur politique de *quantitative easing*, la monnaie excédentaire abandonnera l'immobilier (aux Etats-Unis notamment) pour aller sur d'autres actifs (bourse, pays émergents, matières premières). En conclusion, l'or n'est pas une protection contre l'inflation au sens strict, mais contre une création monétaire excédentaire (une dévaluation de la monnaie papier) qui produit des bulles d'actifs.

Ainsi, loin d'être une « relique barbare » (pour reprendre la formule de Keynes), l'or permet de s'interroger et de comprendre des phénomènes économiques globaux et complexes. D'où l'urgence de s'y intéresser.

Peut-on imaginer un retour de l'or dans nos économies ? Balayons déjà un argument systématiquement opposé : « mais il n'y a tout simplement pas assez d'or dans le monde compte tenu de la masse monétaire totale ! ». L'argument est faux : toute la monnaie n'est pas équivalente à la quantité d'or existante, elle circule essentiellement sous forme d'effet réel (effet de trésorerie, lettre de change), et une partie n'est changée en or que lorsque la confiance disparaît (suite à une trop forte progression du crédit), ce qui fait brutalement diminuer la masse monétaire en circulation, et « refroidit » l'économie. Ce système empêche la formation de bulle trop importante et déstabilisante. Comme l'explique Fekete, « ce dont nous avons besoin est d'un étalon-or rendu élastique grâce à la circulation d'effets réels. »

Mais sans aller jusque là, nous pouvons tout simplement considérer l'or comme une monnaie complémentaire et lui permettre de circuler. Point. Et il prendra la place que lui accorderont les acteurs économiques. Il suffit pour cela de supprimer les taxes pesant sur lui (en France l'or est considéré comme un produit d'investissement et sa revente subit la taxe sur les plus-values). Ce serait en tout cas une expérience économique grandeur nature tout à fait passionnante à suivre !

15) La crise de la zone euro

On ne change pas complètement de sujet : la dette des Etats commence à s'accroître dans les années 70, lorsqu'ils se sont « libérés » de la contrainte de l'étalon-or. J'ai écrit *France, la faillite ?* (Eyrolles 2010, 2^e édition en 2012) pour comprendre et approfondir cette dérive qui mène les Etats à la faillite. Parce qu'il faut le dire, au cours de mes études, j'ai souvent entendu des enseignants expliquer qu'« un Etat ne fait jamais faillite »... La donne a changé.

Nous sommes désormais dans la crise de la zone euro. Personne ne sait vraiment comment en sortir, et comment tout cela va se terminer. Mais à la lumière de ce que nous venons de voir, nous pouvons esquisser une réponse. Lorsque l'on regarde l'histoire de la monnaie sur notre époque moderne, on se rend compte que l'Etat cherche à la contrôler de plus en plus. Au XIX^e siècle, il supprime les monnaies complémentaires (les pièces faisant office de monnaies locales et les billets issus du *free banking*) pour imposer la monnaie de sa banque centrale (qui sont créées à cette époque). Le maintien du lien avec l'or empêche les gens de s'inquiéter, la monnaie garde sa valeur. Mais lorsque survient la Première Guerre mondiale, les Etats européens suspendent du jour au lendemain la convertibilité avec l'or, tout le monde est pris par surprise. Une remarque : des économistes défenseurs de l'or comme Antal Fekete ou Ferdinand Lips affirment que si la guerre a duré si longtemps, c'est justement parce qu'elle a été financée par de la monnaie-papier, et que sans cela elle se serait arrêtée au bout de six mois (on se rappelle de Louis XIV obligé de fondre l'argenterie de Versailles pour payer ses armées).

Durant l'entre-deux-guerres, puis après la Deuxième Guerre mondiale, l'étalon-or est rétabli, tant bien que mal. Il faut parler en fait d'un étalon de change-or, dans lequel le dollar tient une place équivalente à l'or, ce qui induira des déséquilibres qui amèneront à la fin des accords de Bretton Woods. Le 15 août 1971, on le sait, le dollar n'est plus convertible en or. La dette des Etats commence à enfler, nous l'avons dit.

La création de l'euro s'inscrit dans cette logique. Lorsque son idée a germé dans les chancelleries européennes, les Anglais ont défendu le principe d'une monnaie commune, qui aurait circulé parallèlement aux monnaies nationales, et s'y serait progressivement substitué. Mais c'est le projet « technocratique » de la monnaie *unique* qui l'emporta. Une conception étatique de contrôle de la monnaie, consistant à imposer une monnaie aux acteurs économiques plutôt que de leur laisser le choix.

A la crise de l'euro, les réponses apportées par les autorités consistent en toujours plus de contrôle, d'intégration, c'est-à-dire une logique étatique. La voie dans laquelle s'engage la BCE est la monétisation, c'est-à-dire un fonctionnement encore plus en circuit fermé (un fonctionnement « autiste »). Une remarque : « l'indépendance » de la BCE, comme de la Fed, ne doit pas faire illusion, il s'agit d'instances étatiques (d'ailleurs créées par les Etats, qui leur ont concédé une autonomie de façade). Les politiques des banques centrales ne nous sauveront en rien. Tous les éléments sont même mis en place pour une destruction de la monnaie dans l'hyperinflation, une crise comme on en a jamais connue.

C'est cette logique qu'il faut remettre en cause. Cela commence à se faire subrepticement, le développement des monnaies complémentaires dans le monde (plus de 5.000 selon Ber-

nard Lietaer) le prouve. Le « retour de l'or » le démontre également. Mais il faut aller plus loin et promouvoir un « système monétaire diversifié », comme nous l'avons dit plus haut.

Un système monétaire diversifié permettrait de répondre à la crise de la zone euro, car ce type de fonctionnement lui donnerait la souplesse nécessaire. Il peut constituer une porte de sortie à la crise actuelle, en permettant à la Grèce de revenir à la drachme, tout en gardant l'euro (pour ses centres touristiques, ses entreprises connectées à l'Europe, les particuliers pour leur épargne), la drachme étant vue ici comme une monnaie complémentaire de l'euro. On peut aussi imaginer des monnaies locales, notamment pour les zones enclavées ne bénéficiant pas de la manne touristique. C'est l'euro considéré comme monnaie unique à tout prix, de façon quasi-obsessionnelle, qui explique en grande partie la crise de la zone euro. Permettre la réintroduction de monnaies nationales pour les pays en difficulté et, dans un même mouvement, encourager dans toute l'Europe l'émergence de monnaies complémentaires, voilà qui donnera des degrés de souplesse – une résilience – qui manquent singulièrement jusqu'ici, tout en gardant les avantages indéniables d'une grande monnaie internationale, pour un ensemble de pays largement ouverts sur le monde comme l'Europe.

Une remarque : cette solution ne doit pas être non plus automatique. Je pense que pour la France, le retour au franc ne se justifie pas. C'est surtout l'absence de réformes structurelles qui pèsent sur notre économie, et mettre nos difficultés sur le dos de l'euro est un peu facile. Une économie française compétitive peut parfaitement fonctionner dans l'euro. Mais il ne faut pas s'interdire non plus, comme c'est *de facto* le cas aujourd'hui, de créer des monnaies complémentaires.

Notons que cette situation de système monétaire diversifié ne serait d'ailleurs qu'un retour à la normale : lorsque l'on regarde l'histoire sur la longue durée, les monnaies complémentaires représentent en réalité la norme : de Charlemagne à Napoléon, sur mille ans, elles existaient partout et jouaient un rôle crucial dans l'économie européenne. Les monnaies en métal précieux (or, argent), émises par le pouvoir royal, étaient essentiellement utilisées pour les échanges lointains et la thésaurisation, tandis que les monnaies en cuivre ou en billon (alliage de cuivre et d'argent), frappées du sceau de l'autorité locale, servaient au commerce local. C'est la mise en place de l'étalon-or au XIX^e siècle qui fera disparaître toutes ces monnaies, non pas parce qu'elles étaient moins efficaces et progressivement abandonnées, mais par la volonté du pouvoir central de les éliminer pour faire place nette (cette époque coïncide avec la naissance de l'Etat-nation moderne).

16) Un peu d'histoire : la plus grande crise financière de tous les temps

En guise de conclusion, faisons un rappel historique qui prend tout son sens dans la situation actuelle, avec « la plus grande crise financière de tous les temps ». J'en parle dans le dernier chapitre de *Repenser l'économie*.

La plus grande crise financière de tous les temps, ce n'est pas celle de 2008, ni celle de 1929, mais, si l'on en croit l'économiste et historien François Seurot³⁷, le grand krach des banques florentines des années 1340-1346. Si l'on retient comme critère l'ampleur des crédits et des dettes par rapport à l'ensemble des flux financiers internationaux, c'est le cas nous affirme-t-il.

A cette date, Florence est la place financière centrale de l'Europe et sa monnaie d'or, le florin, est acceptée dans toute l'Europe et même en Orient. Sa prééminence commence autour de 1300 et durera jusqu'à la crise de 1340 ; elle ne reviendra jamais, même sous les Médicis. « Sa position financière est proportionnellement beaucoup plus importante que celle de Londres en 1880 ou New York en 1925 ou 1960 » explique Seurot.

Les grandes banques florentines se développent dans toute l'Europe, finançant le « commerce au loin » notamment. Elles prêtent aussi des sommes de plus en plus considérables au roi d'Angleterre. Seulement, suite à quelques défaites militaires contre la France, et au poids même de la dette (un an de revenu de la couronne), Edouard III décida en 1340 de ne pas rembourser, de faire intégralement défaut !

A Florence, bien sûr, ce fut un cataclysme et toutes les grandes banques firent faillite, leurs actifs étant loin de compenser la perte. Pourtant, comme le note Seurot, « cette gigantesque crise financière n'eut pas de conséquences considérables sur la vie économique hors de Florence. Elle n'entraîna pas non plus de crise financière sur les autres places financières européennes. » ! Et, poursuit-il, il en va de même pour toutes les crises financières du Moyen-Age : l'économie réelle est épargnée.

Cela n'est pas du à un retard économique, comme aujourd'hui ces banques faisaient de la création monétaire : ce n'était certes pas de la monnaie « étatique » (il n'y avait pas de banque centrale) mais de la monnaie scripturale (rattachée à chaque banque en particulier), et cela revenait au même (une bulle du crédit était tout à fait possible). A Florence, les banques conservaient en général la moitié de leurs dépôts sous forme d'encaisse métallique, parfois moins, c'est plus qu'actuellement mais cela permet tout de même d'alimenter une bulle de crédit. Et les interconnexions entre les places financières étaient très poussées.

Cette *résilience*, qui nous semble incompréhensible aujourd'hui, s'explique aisément : « L'instabilité du crédit touche ceux qui font commerce du crédit et leurs principaux clients mais, à cette époque, elle épargne l'économie réelle. » Le crédit ne concerne qu'une partie de la société (commerce, Etat) et, autre élément essentiel (mais Seurot ne développe pas cet aspect), « l'économie réelle » utilise d'autres monnaies ! Le florin en or sert au commerce

³⁷ François Seurot, « Les crises bancaires en Italie au Moyen-Age : un essai d'application de la théorie de Minsky-Kindleberger », Journal des économistes, décembre 2002.

sur les grandes distances et aux prêts aux pays, mais le paysan travaillant près de Florence n'a certainement jamais eu en main une pièce d'un tel montant. Il fait son commerce quotidien avec une monnaie locale en cuivre ou en argent, gérée par l'autorité locale et non par ces banques intéressées aux opérations financières complexes et spéculatives. Il peut même payer en têtes de bétail (une unité de compte très proche du troc mais très répandue) des légumes auprès d'un maraîcher du coin. Son « système monétaire » est étanche par rapport à celui des grandes banques. Il subira le contrecoup de la baisse d'activité de ces banquiers désormais ruinés, mais la transmission de la crise bancaire à l'économie réelle sera au final très faible.

C'est ce type de résilience qu'il nous faut restaurer.

Soyons lucides : il y aura toujours des crises de crédit, il y aura toujours des bulles, c'est-à-dire de l'espérance un peu démesurée en l'avenir, parce que c'est humain tout simplement. Il y aura toujours des crises économiques, des guerres, des ruptures technologiques, des troubles sociaux, tout cela est humain, trop humain. Mais il nous importe de construire un système monétaire et financier qui soit résilient, qui puisse amortir ces fluctuations, pour ne pas rajouter la crise à la crise. Et il faut aussi qu'une crise purement financière ne se transmette pas, ou le moins possible, à l'ensemble de l'économie. Cela passe par le rétablissement, dans le contexte de notre époque, de ce qui a fait ses preuves pendant des siècles : un système monétaire diversifié.

Bien sûr nos économies sont plus complexes et interconnectées qu'au Moyen-âge (encore qu'il ne faille pas sous-estimer le niveau de développement atteint à cette époque). Mais dans le même temps, notre capacité à créer et gérer des monnaies complémentaires également, spécialement grâce à l'informatique et au réseau Internet. Quant à sortir de notre monoculture de la monnaie unique, obligatoire et étatique, cela ne ressort que de notre volonté.

Conclusion

Conclusion : quelle suite ?

Avons-nous répondu à l'intuition de Schumpeter, avons-nous fondé « une théorie entièrement nouvelle » ? Pas exactement. Nous avons surtout réuni des penseurs qui, pour la plupart, s'ignoraient. Nous les avons mis en cohérence autour d'une notion, les lois de puissance, qui trouve sa source dans les travaux de Mandelbrot. Mais tous ces penseurs, on le notera, sont des « marginaux » dans leurs domaines, rejetés sans précaution par le monde académique : Mandelbrot, Taleb, Soros, Jorion (dans sa relecture d'Aristote), Lietaer. Leur temps viendra, et sans doute plus vite qu'on ne le pense.

Notre objectif est moins de proposer un modèle alternatif que de penser autrement, comme nous l'avons dit : se rendre compte des erreurs du modèle gaussien, intégrer le risque extrême et les lois de puissance, comprendre les notions de fractales et d'entropie, sortir du simplisme de la loi de l'offre et de la demande, admettre la réflexivité dans notre rapport au monde, redécouvrir que l'économie fonctionne en réseau, changer le système monétaire pour rendre notre économie plus résiliente face aux cygnes noirs, qui sont inévitables et bien plus fréquents qu'on ne le pense.

Quelle a été la réception de mes travaux ? Plutôt bonne en fait. Ils s'inscrivent, il est vrai, dans le « retour à » Mandelbrot suite à la crise de 2008 et au succès planétaire (plus de 4 millions d'exemplaires vendus) du *Cygne noir* de Taleb. J'obtiens, en 2011, le Prix du jury du Prix Turgot (l'équivalent de la médaille d'argent) pour mon premier ouvrage, *Finance : le nouveau paradigme* (Eyrolles 2010) ; des approches longtemps marginales sont reconnues par une importante communauté d'économistes, voilà qui est rassurant. Benoît Mandelbrot disparaît le 14 octobre 2010, nous avons eu un échange de mail, et je lui avais envoyé mon livre avant l'été 2010, mais je ne sais pas s'il a pu trouver le temps de le lire. Il s'attelait alors à la rédaction de ses mémoires (parution prévue en octobre 2012 aux Etats-Unis). Par contre Nassim Taleb a pu lire ce livre ainsi que *Repenser l'économie*, nous nous sommes croisés deux fois à Paris et nous restons en contact.

Quels sont mes projets pour le futur ? Ecrire un livre sur la monnaie, de la même ampleur que *Repenser l'économie*. Ce sera, en quelque sorte, la continuation et l'amplification des deux derniers chapitres. Dans un délai de deux à trois ans. Je recherche et rassemble les idées pour l'instant... Mais dans le même temps, et ce n'est pas contradictoire, chaque thématique abordée ici doit être creusée, approfondie et développée.

Bibliographie

- Anderson Chris, *La Longue traîne*, Village Mondial, 2007
- Bachelier Louis, *Théorie de la spéculation*, 1900
- Bak Per, *Quand la nature s'organise*, Flammarion, 1999
- Bénard Vincent, « Pour une croissance saine et durable : sortir de l'économie de la dette et des privilèges bancaires », *Objectif liberté* (objectifliberte.fr), 14 décembre 2009
- Brillouin Léon, *La science et la théorie de l'information*, Jacques Gabay 1959
- Coase Ronald, *The Nature of the Firm*, Economica, 1937
- Cont Rama, « Network Structure and Systemic Risk in Banking Systems », 2010, ssrn.com
- De Grauwe Paul, « *How abnormal was the stock market in October 2008?* », *Eurointelligence*, 11 novembre 2008
- Derrida Jacques, « Du "sans prix" ou le "juste prix" de la transaction » in *Comment penser l'argent ?* Le Monde Edition 1992
- Duquerroy Anne, Gex Mathieu, Gauthier Nicolas, « Credit default swap et stabilité financière : quels risques ? », *Revue de stabilité financière*, Banque de France, septembre 2009
- Fama Eugene, French Kenneth, « *The Cross-Section of Expected Stock Returns* », *The Journal of Finance*, juin 1992.
- Fayat Christian, *Economie et entropie*, thèse d'Etat, Université de Rennes, 1980
- Forsé Michel, *L'ordre improbable, entropie et processus sociaux*, PUF 1989
- Fox Justin, *The myth of the rational market*, HarperCollins, 2009
- Frankhauser Pierre, *Morphologie des villes émergentes en Europe à travers les analyses fractales*, Rapport de recherche, Université de Franche-Comté, 2000
- Gabais Xavier, « Power Laws in Economics and Finance », NBER, mars 2009, téléchargeable sur ssrn.com.
- Genre-Grandpierre Cyrille, « La desserte spatiale des réseaux de transport routier : une approche fractale », *Flux* n° 38, 1999
- Graham John, Campbell Harvey, « *How Do CFOs Make Capital Budgeting and Capital Structure Decisions?* », *Journal of Applied Corporate Finance* 2002
- Greenspan Alan, « Gold and Economic Freedom », *The Objectivist*, 1966
- Grossman Sanford, Stiglitz Joseph, « *On the Impossibility of Informationally Efficient Markets* », *American Economic Review* 1980.
- Hayek Friedrich, *Denationalisation of Money: An Analysis of the Theory and Practice of Concurrent Currencies*, The Institute of Economic Affairs, 1976
- Husson Bruno, « Analyse financière : les normes IFRS signent-elles la mort du ROCE ? », *Option Finance*, juillet 2005
- Jorion Paul, *Le Prix* Editions du croquant, 2010
- Jovanovic Franck, « Le modèle de marche aléatoire dans l'économie financière de 1863 à 1976 », *Revue d'histoire des sciences humaines*, janvier 2009, n° 20
- Kaletsky Anatole, « *Now is the time for a revolution in economic thought* », *Times*, 9 février 2009
- Keynes John Maynard, *Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie*, Payot 1969
- Li David X., « *On default correlation: a copula function approach* », *Journal of Fixed Income*, mars 2000
- Lietaer Bernard, Kennedy Margrit, *Monnaies régionales*, ECLM, 2008
- Lietaer Bernard, *Toutes les options pour gérer une crise bancaire systémique*, novembre 2008, téléchargeable sur lietaer.com

- Mandelbrot Benoît, *Une approche fractale des marchés*, Odile Jacob, 2005
- Markowitz Harry, *Portfolio selection*, Journal of Finance 1952
- Mehra Rajnish, Prescott Edward, « *The Equity Premium in Retrospect* », NBER 9525, 2003
- Mendès-France Michel, « Dimension et entropie des courbes régulières » in *Dimension non entières et applications* sous la direction de G. Cherbit, Masson 1987 et « Dimension et entropie » in *Les théories de la complexité*, Seuil 1991
- Merton Robert, « *On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rate* », *Journal of Finance* 29, 1974
- Orléan André, « La notion de valeur fondamentale est-elle indispensable à la théorie financière ? » in *Regards croisés sur l'économie*, n° 3, mars 2008, La Découverte
- Peters Edgar, *Chaos and order in capital market*, John Wiley, 1990
- Pierrat Christian, *La gestion financière de l'entreprise*, La Découverte, coll. Repères, 2006
- Portrait Roland, Charlety Patricia, Dubois Denis, Noubel Philippe, *Les décisions financières de l'entreprise*, PUF, 2004
- Quiry Pascal, Le Fur Yann, « Rachat d'actions : les raisons du développement », *Les Échos, L'art du management* 2004
- Rashevsky Nicolas, *Mathematical biology of social behavior*, Chicago, The university of Chicago press, 1951
- Salmon Felix, « *Recipe for disaster: the formula that killed Wall Street* », *Wired*, 23 février 2009.
- Schoutens Wim, *Lévy processes in Finance*, John Wiley & Sons, 2002.
- Serval Jean-François, Tranié Jean-Pascal, *La Monnaie virtuelle*, Eyrolles, 2011
- Seurot François, « Les crises bancaires en Italie au Moyen-Age : un essai d'application de la théorie de Minsky-Kindleberger », *Journal des économistes*, décembre 2002
- Shannon Claude, Weaver Warren, *Théorie mathématique de la communication*, Retz, 1949
- Sornette Didier, « Dragon-King, Black Swans and the prediction of crises », *International Journal of Terraspace Science and Engineering*, juillet 2009
- Soros George, *Quelques leçons tirées de la crise*, Denoël, 2010
- Taleb Nassim, *Force et fragilité*, Les Belles Lettres, 2010
- Taleb Nassim, *Le Cygne noir*, Les belles lettres, 2008
- Zajdenweber Daniel, *Économie des extrêmes*, Champs Flammarion, 2001, édition revue et augmentée en 2009

Résumé

Le modèle classique de la finance (Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama) a, dès le début, été remis en cause par le mathématicien Benoît Mandelbrot (1924-2010). Il démontre que la loi normale ne correspond pas à la réalité des marchés, parce qu'elle sous-estime les risques extrêmes. Il faut au contraire utiliser les lois de puissance, comme la loi de Pareto. Nous montrons ici toutes les implications de ce changement fondamental sur la finance, mais aussi, ce qui est nouveau, en ce qui concerne la gestion des entreprises (à travers le calcul du coût des capitaux propres). Nous tentons de mettre à jour les raisons profondes de l'existence des lois de puissance en économie à travers la notion d'entropie. Nous présentons de nouveaux outils théoriques pour comprendre la formation des prix (la théorie de la proportion diagonale), des bulles (la notion de réflexivité), des crises (la notion de réseau), en apportant une réponse globale à la crise actuelle (un système monétaire diversifié). Toutes ces voies sont très peu, ou pas du tout exploitées. Elles sont surtout, pour la première fois, mises en cohérence autour de la notion de loi de puissance. C'est donc une nouvelle façon de comprendre les phénomènes économiques que nous présentons ici.

Mandelbrot, Taleb, Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama, Loi normale, loi de puissance, Pareto, Hayek, école autrichienne, réseau, réflexivité, monnaie complémentaire, système monétaire diversifié

Résumé en anglais

The classical model of finance (Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama) has, from the beginning, been challenged by the mathematician Benoît Mandelbrot (1924-2010). It shows that the normal distribution does not match the reality of the market, because it underestimates the extreme risks. Instead, we must use the power laws, such as the Pareto law. We show the implications of this fundamental change in the finance, but also in the management of companies (through the calculation of cost of capital). We try to update the underlying reasons for the existence of power laws in economics through the concept of entropy. We present new theoretical tools to understand price formation (the theory of diagonal proportion), bubbles (the notion of reflexivity), crisis (network concept), providing a comprehensive response to the current crisis (a diversified monetary system). All these ways are very little or not at all exploited. They are mostly for the first time, made consistent around the notion of power law. This is a new way of understanding economic phenomena presented here.

Mandelbrot, Taleb, Markowitz, Sharpe, Black, Scholes, Fama, normal law, power law, Pareto, Hayek, Austrian School, network, reflexivity, complementary currency, diversified monetary system