

THE HISTORY OF THE EFFICIENT MARKET HYPOTHESIS

LES PREMICES DE LA THEORIE DE L'EFFICIENCE INFORMATIONNELLE DES MARCHES FINANCIERS

***Naima FERHATI**

Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Email : naima.ferhati@universite-paris-saclay.fr

Lila AMIAR

Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Email : lildouadi@yahoo.fr

Reçu le: 20/01/2020 **Accepté le :** 02/04/2020 **Publication en ligne le:** 01/06/2020

ABSTRACT: The efficient market hypothesis (Fama 1965-1970) studied stock price variations and prices' formation by assimilating them to a stochastic process that follows a random walk. Therefore, the analysis of the financial market as an efficient dynamic framework cannot be dissociated from the random walk model, which has gradually risen to economic theory and in recent times it becomes a core notion of the modern financial theory. In this study, we present the emergence of the efficient market hypothesis, through exploring the main methods which have attempted to elucidate the dynamics of the price of a financial asset. Furthermore, we retrace the principal steps that led to the introduction of the random walk model into the theory of market equilibrium, giving rise to the theory of informational efficiency.

Keywords : informational efficiency - random walk - martingale - balance game - stock prices.

JEL Classification : (Type de police : Time new roman, Taille de la police 9 normal)

RESUME : La théorie de l'efficacité informationnelle des marchés financiers développée par Eugène Fama (1965-1970), propose d'étudier les variations des cours boursiers et la formation des prix en les assimilant à un processus stochastique obéissant à une marche aléatoire. Dès lors, l'analyse du marché financier comme cadre dynamique efficace ne peut être dissociée du modèle de marche aléatoire, qui s'est graduellement hissé en théorie économique pour constituer, de nos jours, une notion élémentaire au centre de la théorie financière moderne. En ce sens, et sans prétendre à l'exhaustivité de l'article, nous nous proposons de présenter les prémices de la théorie de l'efficacité informationnelle des marchés financiers, à travers l'exploration des grandes voies qui ont tentées d'élucider la dynamique du prix d'un actif financier. Nous retraçons, dans ce qui suit, les principales étapes qui ont abouti à l'introduction du modèle de marche aléatoire dans la théorie économique de l'équilibre de marché, donnant naissance à la théorie de l'efficacité informationnelle.

Mots clés : efficacité informationnelle – marche aléatoire – martingale – jeu d'équilibre – cours boursiers.

1. INTRODUCTION

La théorie de l'efficacité informationnelle des marchés financiers est apparue durant les années 1960-1970, suite aux travaux des pionniers de la finance moderne. Cependant, c'est à Eugène Fama que revient le mérite d'avoir introduit la notion de « *marché efficient* » dans un article fondateur de 1970, qui caractérise l'efficacité comme la capacité du marché financier à synthétiser de manière exhaustive toute l'information relative à un actif financier dans son cours. Ainsi, l'efficacité informationnelle est appréhendée comme la capacité du marché à évaluer correctement les titres qui y sont cotés, en incorporant instantanément toute l'information disponible. Dans sa version initiale, l'efficacité informationnelle fait référence à l'impossibilité de réaliser un gain certain de telle sorte à surperformer le marché¹. Ce dernier, s'il est efficient, éliminerait immédiatement toute opportunité de le « battre » en dégageant des rentabilités éventuelles supérieures, lesquelles sont le fruit du hasard.

Les travaux de Fama ont suscité de vives réactions au sein de la communauté universitaire, qui a commencé dès lors à s'intéresser au concept d'efficacité informationnelle, à travers de multiples études portant essentiellement sur des tests empiriques traitant de la dimension pratique de la théorie. Ces innombrables contributions au même titre que les travaux de Fama, par le biais de l'étude de l'impact du contenu informatif des cours boursiers dans l'élaboration de projections futures, ont repris l'hypothèse consensuelle qui suppose que les fluctuations des cours boursiers suivent une marche aléatoire. En effet, la théorie de l'efficacité informationnelle des marchés financiers est reconnue pour avoir donné une assise théorique et un contenu économique à l'hypothèse antérieure, qui postule l'imprévisibilité des cours boursiers à travers un comportement de marche aléatoire ou de martingale.

Le modèle de marche aléatoire, aujourd'hui accepté en finance, est admis dans la théorie financière moderne depuis le XIX^{ème} siècle, suite à la tentative de Jules Regnault (1863) d'élucider les dangers de la spéculation à travers la mise en place d'une « *science de la bourse* ». Bien qu'il soit dépourvu de toute formalisation mathématique, l'ouvrage de Regnault constitue le point de départ de l'idée de marche aléatoire. Celui-ci, en raisonnant à partir de « la loi normale » attribuée aux variations boursières un caractère aléatoire qui lui avait permis de défendre d'équité des opérations, et par ricochet de justifier la nature éthique des activités de la Bourse². Trente-sept ans plus tard, le mathématicien français Louis Bachelier (1900) s'inspira du raisonnement de son prédécesseur pour bâtir les fondements empiriques du modèle de marche aléatoire. Il fut le premier à donner une formalisation mathématique aux variations des cours boursiers représentées par un mouvement brownien. Toutefois, le modèle de marche aléatoire n'a commencé à prendre de l'ampleur qu'à partir du krach boursier de 1929, qui incita l'économiste américain Alferd Cowles (1933) à s'intéresser à la non prédictibilité des fluctuations boursières. À

¹ C'est-à-dire un portefeuille suffisamment diversifié.

² Rappelons que l'étude de Jules Regnault (1863) se situe dans un contexte où le statut de la Bourse et des opérations de spéculation furent fortement contestées, suite à un ensemble de considérations morales et éthiques qui condamnent certaines opérations. Cette méfiance vis-à-vis des marchés financiers fut déclenchée par l'agiotage considéré comme l'élément déclencheur des diverses crises qui ont suivi la chute du système de Law (1724).

partir de cette période, les bases de l'économétrie furent bâties et la scientificité de la finance reconnue, grâce au pragmatisme et à l'accessibilité des outils de modélisation mathématique et à leur « vulgarisation » auprès de économistes financiers (1950-1960). Néanmoins, à partir des années 60, le modèle de marche aléatoire commença à montrer quelques anomalies suite à une série de tests empiriques qui montrèrent l'existence de corrélations dans les mouvements des cours boursiers. Ces limites, conjuguées à la rigidité du modèle de marche aléatoire en soi, conduisent Samuelson (1965) à mener une démonstration qui met en relief le caractère aléatoire des cours boursiers qui répondent à un jeu d'équilibre modélisé par une martingale. Cinq ans plus tard, Fama (1970) publie un article qui affine les idées fars de la perception de Samuelson, tout en proposant la notion de « *marché efficient* » dans le souci de distinguer sa théorie.

Dans la suite de l'article, nous examinons les principaux apports des travaux des économistes précités, en mettant en exergue la problématique de la modélisation de la prévisibilité des fluctuations des cours boursiers, à travers le modèle de marche aléatoire et de martingale, qui a amorcé la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers.

2. LE MODELE DE MARCHE ALEATOIRE

La marche aléatoire est un processus stochastique, qui consiste en la modélisation mathématique d'un système ayant une dynamique composée d'une succession d'unités élémentaire aléatoires, appelées pas aléatoire. Utilisée dans plusieurs domaines, dont les mathématiques, la physique et l'économie, la notion de marche aléatoire indique la remise en cause instantanée du futur d'un système dû à son état présent et sans aucune relation avec son état passé³. La marche aléatoire se caractérise, également, par l'existence d'une certaine dé-corrélation entre les différents pas qui procure la possibilité de choisir la grandeur et la direction du pas de façon hasardeuse. Cette propriété est appelée *caractère markovien* de la marche aléatoire, en référence au mathématicien Markov.

À l'origine, la marche aléatoire avait pour objet la description de phénomènes naturels, tel que le mouvement d'une particule soumise au choc de ses voisins le tout baignant dans un fluide (Brown, 1820, puis Einstein en 1905), ainsi que la migration des populations de moustiques (Pearson, 1905). Cela dit, la notion de marche aléatoire ne fut introduite qu'en 1919, à travers l'utilisation du terme allemand « *Irrfahrt* » par le mathématicien hongrois G.Polya.

En économie, la marche aléatoire décrit le mouvement hasardeux que suivent les cours des titres sur les marchés financiers. Ce qui revient à dire que l'évolution future de ces cours est indépendante des événements passés. En temps discret, l'équation de la marche aléatoire $X = \{X_t, t \in T\}$, est une suite de variables aléatoires dont les (X_t) sont indépendants et équidistribués, tel que : $S_0 = 0$ et $S_n = \sum_{t=1}^n X_t$. Ainsi : $E(S_n) = 0$ et $(S_n) = n$. De ce fait, selon le modèle de marche aléatoire, l'évolution du prix d'un actif

³ La marche aléatoire est également appelée « *marche de l'ivrogne* » à cause de la perte de mémoire que subi un système lors de son évolution dans le temps. Ce terme provient de l'exemple de « *l'homme ivre* » qui, en sortant d'un bar complètement ivre, marche aléatoirement dans une rue bordée de lampadaires installés à des distances régulières. L'homme, sous l'effet de l'alcool choisi de façon aléatoire le futur lampadaire.

financier en temps discret s'écrit comme suit : $P_{t+1} = P_t + \varepsilon_{t+1}$, avec (ε) bruit blanc : $\varepsilon = \{\varepsilon_t, t \in N\}$.

En temps continu, le modèle de marche aléatoire prend la forme suivante : $S_t = S_0 + \delta W_t$, où (W_t) est un mouvement brownien qui suit un processus dont la trajectoire est continue, et les accroissements sont à caractère indépendants et stationnaires, avec : $W_0 = 0$, $E(W_1) = 0$ et $E(W_1^2) = 1$.

Par ailleurs, le recours à ce type de modélisation en finance remonte à très loin. Le mathématicien français Louis Bachelier avait suivi un raisonnement en temps continu pour étudier les fluctuations boursières de la bourse de Paris, en 1900. Ce dernier s'étant inspiré des travaux de Jules Regnault (1863).

2.1. Émergence de l'idée de marche aléatoire : Jules Regnault (1863)

Historiquement, la première utilisation de l'idée de marche aléatoire remonte à 1863. Ce fut l'économiste français Jules Regnault qui introduit ce raisonnement dans le souci d'apporter des réponses quant au statut très contesté du marché financier parisien, à l'époque, dû aux considérations éthiques des dangers que peut véhiculer une mauvaise spéculation. Dans son ouvrage « *Calcul des chances et philosophie de la bourse* », Regnault étudie les variations des cours des titres en insistant sur « [l'existence d'une] loi mathématique qui règle les variations et l'écart moyen des cours de la bourse ... » (REGNAULT. 1863, p. 50), qu'il formalise littérairement pour la première fois : « *L'écart des cours est en raison directe de la racine carrée des temps* » (Regnault 1863 : PP 50). En dépit de l'absence d'une formalisation mathématique, Regnault fut le premier à avoir un raisonnement qui se rapproche de l'idée de marche aléatoire, même si son étude ne portait pas sur les rendements cumulés des cours boursiers. En effet, à travers l'étude des propriétés de dilution de l'écart type, Jules Regnault avait mis en exergue le lien entre la racine carrée du temps et l'écart type des variations successives des cours boursiers.

Dans le souci d'étudier, de façon « scientifique », les lois qui régissent les variations boursières, Regnault analyse les cours de la rente de l'État (3%) sur une période de 37 ans (de mai 1825 jusqu'à octobre 1862). En utilisant les données mensuelles correspondant aux prix les plus hauts et aux cours les plus bas ayant été atteint au cours de cette période de 37 ans, il calcul l'écart moyen pour différentes phases (mois, trimestre, année). Les résultats de cette étude démontrent que l'écart moyen est proportionnel à la racine carrée du temps écoulé. Ceci étant, pour mettre l'accent sur le rôle économique du marché financier tout en signalant les dangers que peut véhiculer une mauvaise spéculation, Regnault met en place deux modèles distincts correspondant à des spéculations de court terme et de long terme. Le premier modèle, appelé « *modèle du joueur* », a trait aux spéculations de court terme qui suivent une marche aléatoire symétrique. Il postule, entre autres, que le jeu peut se révéler dangereux à cause des frais de courtage qui dépassent les gains éventuels du joueur qui spéculé à court terme. En effet, étant donné que les spéculations de court terme ne peuvent dépasser une période d'un mois, les plus-values que peuvent empocher les joueurs sont faibles et ne dépassent pas les frais de courtage. Le second modèle, qui correspond aux spéculations de long terme, est désigné sous le terme de « *véritable spéculation* ». Regnault postule à travers son modèle que cette spéculation a des retombées bénéfiques sur le plan

individuel et social. Toutefois, les résultats concluants de la loi de la racine carrée du temps auxquels est parvenu Regnault dans ses tests empiriques, et qui soutiennent l'idée de marche aléatoire, l'ont poussé à en faire usage pour démontrer le danger de la spéculation de court terme.

Pour les individus, la spéculation de long terme permet de bénéficier de plus-values qui ne sont autre que les coupons distribués. Sur le plan social, ce type de spéculation va dans le sens du développement économique (Jovanovic 2001). Ainsi, Regnault répond aux questions posées par les détracteurs des marchés financiers⁴ quant à leur utilité et à la nécessité de leur développement. Pour y répondre, il suit l'idée que les variations boursières évoluent selon une marche aléatoire et que tous les intervenants sur le marché financier subissent les mêmes conditions. Le seul élément différenciateur est l'espérance des rendements futurs qui varie d'un intervenant à un autre en fonction « *du degré de probabilité qu'il[s] attribu[ent] aux événements* » (Regnault 1863 : PP 20). Ainsi, Regnault fixe la vraie valeur du titre autour de laquelle gravitent les spéculations des intervenants, en se basant sur l'estimation de la valeur moyenne du titre à long terme. Par ailleurs, l'analyse des spéculations de court terme s'apparentent à un « jeu de pile ou face » en raison de la diversité des interprétations et des opinions des intervenants face aux informations publiques relatives à un titre⁵. Regnault attribue les tendances haussières et baissières (qui gravitent toujours autour de la valeur moyenne du titre), aux erreurs auxquelles sont soumises les interprétations des joueurs. Ainsi, pour distinguer la bonne spéculation de la mauvaise, il analyse la fréquence des opérations et l'utilité qu'elles génèrent au niveau individuel et collectif (Walter 2013). C'est dans ce sens qu'il démontre la nocivité de la spéculation ayant des fins individuelles à travers le « *modèle du joueur* », et qu'il plaide le caractère légitime de la spéculation de long terme qui engendre une utilité collective.

Pour construire son raisonnement, Regnault estime que la spéculation est légitime si elle répond à la loi normale⁶, ce qui revient à la construction d'une gaussienne. Par ailleurs, il met en place un modèle probabiliste fondé sur une approche binominale qui considère la probabilité d'une baisse des cours par rapport à la valeur moyenne égale à la probabilité de leur hausse (soit 1/2). À cette première hypothèse, vient se greffer celle qui stipule l'indépendance des variations des cours boursiers comme dans un jeu de pile ou face. D'après ce raisonnement, Regnault arrive à deux conclusions fondamentales. D'une part, l'espérance pour un joueur de réaliser un gain est nulle, car la probabilité de perte ou de gain pour un intervenant, au moment d'effectuer une opération, est toujours d'1/2. D'autre

⁴ À partir du XIX^{ème} siècle, et après de nombreuses périodes spéculatives, les marchés financiers commencent à gagner en crédibilité et en attractivité, et deviennent ainsi des outils importants de financement de l'économie. Le livre de Jules Regnault est venu en réponse aux questions relative à l'utilité des marchés financiers (en particulier le marché parisien) suite à la crise de 1857-1860. Cette dernière avait animé des débats sur l'utilité des marchés financiers qui peuvent nuire au fonctionnement de l'économie réel à cause des dangers de la spéculation.

⁵ À ce sujet, Regnault dira la diversité des opinions est à l'origine des échanges : « *si tout le monde avait les mêmes idées et appréciait également les mêmes causes, il n'y aurait plus de contrepartie possible, l'acheteur ne trouverait plus de vendeur, ni le vendeur d'acheteur, et les variations seraient nulles par conséquent* » (Regnault 1863 : PP 22).

⁶ « *Regnault ne nomme jamais explicitement la loi normale, mais ses représentations graphiques [...] et de nombreux passages la décrivant laissent supposer qu'il raisonnait effectivement dans le cadre de cette loi* » (Jovanovic 2000b : PP 405).

part, l'ensemble des informations publiques disponibles sont pleinement reflétées dans les cours actuels des titres (Regnault 1863. PP 29-30). Cependant, force est de constater que la notion de marche aléatoire n'a jamais été évoquée dans le livre de Jules Regnault. Il a fallu attendre que Louis Bachelier soutienne sa thèse sur « *La théorie de la spéculation* », en 1900, pour voir cette notion étudiée de façon beaucoup plus approfondie.

2.2. Formalisation de la marche aléatoire : Louis Bachelier (1900)

Dans le souci de mettre en place une théorie relative au calcul probabiliste fondée sur un raisonnement en temps continu, le mathématicien français Louis Bachelier s'intéresse aux données boursières qui lui fournissent un cadre d'analyse empirique idéal. En effet, même si l'étude du marché financier ne constituait pas but en soi, la thèse de Bachelier a fourni une véritable assise mathématique qui démontre empiriquement le raisonnement qu'a eu Jules Regnault 37 plus tôt.

Pour modéliser les mouvements que suivent les cours boursiers, Bachelier recourt à l'utilisation conjointe des probabilités en temps continu et en temps discret. Après avoir mis en évidence son objet d'étude, qui est la formation des variations boursières, il en distingue deux sortes ; à savoir les variations qui ont un fondement réel « *variations naturelles* », et celles dont le fondement n'est pas naturel « *variations artificielles* »⁷. Par ailleurs, Bachelier admet que la dynamique de la Bourse et les mouvements de la cote ne peuvent être des sciences exactes, à cause de l'impossibilité de recourir au calcul de probabilité pour les étudier. Néanmoins, l'état statique du marché à un instant donné peut faire l'objet d'une modélisation mathématique, à travers l'établissement de la loi de probabilité des variations de cours admises par le marché à l'instant même (Bachelier 1900. PP 21). Il en ressort de ce qui a été dit, la formulation de l'équation suivante :

$$P_{z, t_1 + t_2} dz = \int_{-\infty}^{+\infty} P_{x, t_1} P_{z-x, t_2} dx dz$$

Cette équation signifie que sachant que le cours (x) a déjà fait l'objet de cotation au moment (t_1), le terme ($P_{z, t_1 + t_2}$) désigne la probabilité pour le cours (z) d'être coté au moment ($t_1 + t_2$). Par la suite, Bachelier introduit un mouvement brownien (W_t), qu'il multiplie par l'écart type (δ), avec : $\delta W_t = \sqrt{2\pi k}$. Ce qui donne lieu à la formule ci-dessous :

$$p = \frac{1}{2\pi k \sqrt{t}} e^{-\frac{x^2}{4\pi k^2 t}}$$

Avec comme indications : la lettre (t) représente le temps, la lettre (k) est une constante, et (x) désigne le cours du titre.

⁷ À ce sujet, Bachelier dira dans sa thèse : « À côté des causes en quelques sortes naturelles des variations, interviennent aussi des causes factices : la Bourse agit sur elle-même et le mouvement actuel est fonction, non seulement des mouvements antérieurs, mais aussi de la position de place » (Bachelier 1900 : PP 21). À noter que cette classification fut déjà abordée par Jules Regnault.

À partir de l'introduction du mouvement brownien⁸, Bachelier arrive à faire ressortir un coefficient qui permet de mesurer la volatilité du titre, et par ricochet l'état de la valeur. Ce coefficient est appelé « *coefficient d'instabilité ou de nervosité de la valeur* » (Bachelier 1900 : PP 53). L'introduction de ce critère de volatilité résulte des considérations distributionnelles du marché, qui consistent à examiner la variabilité des cours et les risques qui en découlent (Walter 2013). En effet, ce raisonnement a permis à Bachelier de se défaire des considérations qui s'inscrivent dans une perspective directionnelle, dont le souci est de prévoir les rendements futurs des titres. Cette dernière étant impossible du fait du caractère aléatoire que suivent les variations boursières. En outre, il réussit à apporter une réponse au problème de « *la théorie mathématique du jeu* », en démontrant la conformité des résultats obtenus d'un raisonnement probabiliste en temps continu à ceux découlant de probabilités en temps discret, avec comme condition un passage à la limite. La richesse et la pertinence de ses raisonnements mathématiques ont constitué un véritable appui pour la formalisation mathématique du modèle de marche aléatoire déjà énoncé par Jules Regnault. Par ailleurs, Bachelier publia une série de travaux dans lesquels il n'a cessé de développer et d'enrichir les processus aléatoires, tel que son étude de 1906 relative à la « *Théorie des probabilités continues* » qui traite des équations différentielles stochastiques. Ou encore, le traité de « *Calcul des probabilités* », en 1912, dans lequel ont été analysés des concepts novateurs de l'estimation statistique. En dépit de la richesse de ses travaux, ces derniers ne suscitèrent guère l'intérêt des chercheurs de l'époque et tombèrent dans l'oubli jusqu'à la fin des années 50. Cependant, le modèle de marche aléatoire ne fut développé aux États-Unis qu'à partir des années 30 suite à l'émergence de l'économétrie, véhiculée par les travaux entrepris par Alfred Cowles portant sur la mesure de la performance et de la valeur ajoutée des professionnels du marché financier.

2.3. Le modèle de marche aléatoire aux États-Unis : Alfred Cowles (1933)

Suite aux pertes colossales engendrées par la crise de 1929, Alfred Cowles, un riche économiste et homme d'affaire américain, commence à s'interroger sur la pertinence des conseils financiers fournis par les professionnels de la gestion d'actifs pour compte de tiers. C'est dans ce contexte qu'il fonda, en 1932, la *Cowles Commission for Research in Economics* dans le but de collecter et d'analyser les données des marchés financiers, afin d'évaluer et de mesurer la contribution des fonds d'investissement à travers l'estimation de leur valeur ajoutée. Connu également pour avoir pris part à la création de la *Société d'Économétrie*, aux côtés de Regan Frisch, Cowles fut le premier à introduire des études sur la marche aléatoire aux États-Unis.

Indépendamment des travaux de Regnault et de Bachelier, Cowles postule dans son article fondateur de 1933, publié dans la revue *Econometrica*, que la non-prévision du krach boursier de 1929 trouve ses origines dans le caractère aléatoire que suivent les cours

⁸ Le mouvement brownien est apparu en 1827, lorsque Robert Brown (botaniste écossais) étudie les mouvements désordonnés que suivent les particules ultramicroscopiques des pollens dans un liquide. Ceci étant, la théorie du mouvement brownien ne fut étudiée qu'en 1905 par Albert Einstein, pour être développée et formalisée par Perrin, Langevin, Fokker, Planck, et Smoluchovsky entre 1905 et 1910. Ce qui revient à dire que Bachelier, dans sa thèse (1900), avait anticipé quelques fonctionnalités du mouvement brownien dans la mesure où son étude est réalisée sous l'hypothèse d'indépendances des variations des cours des titres et de la proportionnalité linéaire de la variance par rapport au temps.

boursiers dans leur évolution. Ainsi, il aborde la question de la performance des professionnels de la gestion d'actifs, supposé connaître le marché, à travers leur capacité de prévision et de bonne gestion⁹. Dans ce sillage, Cowles analyse l'activité de vingt-quatre professionnelles constitué d'un groupe de gestionnaire d'actifs pour compte de tiers (investisseurs institutionnels), et un autre groupe spécialisé dans le conseil et la vente de prévisions, qui émettent des prévisions sous formes de lettres destinées aux investisseurs. Les résultats de son étude montrent l'échec de la prévisibilité des cours boursiers. En effet, la méthode de Cowles, qui consistait à transformer des prévisions qualitatives en données quantitatives (qui se matérialisent par des ordres d'achat ou de vente) en demandant aux lecteurs des prévisions de prendre position sur le marché qui se situe dans une graduation variant dans un intervalle de 0 à 100% de l'argent investit par lesdits lecteurs, lui a permis de calculer la performance cumulée des résultats hebdomadaire des vingt-quatre professionnels (Walter 2013). Sur ces vingt-quatre prévisions examinées, Cowles conclut que seize d'entre elles émettent des prévisions incertaines, contre huit ayant des prévisions avérées. Par la suite, il établit une confrontation entre des prévisions obtenues de façon aléatoire sur vingt-quatre séries chronologiques artificielles, et les prévisions faites par les professionnels. Le résultat de cet examen montre que la performance moyenne des prévisions des professionnels ne dépasse pas 4% de la performance faite au hasard (Walter 2013 : PP 17). Par conséquent, Cowles considère que les professionnels, pourtant censés bien connaître le marché, échouent dans leurs tentatives de prévision de l'évolution future des cours (Cowles 1933 : PP 318). En ce sens, les conclusions de cette étude poussent Cowles à contester les analyses chartistes qui prétendent que l'évolution historique des cours permet de prédire leurs évolutions futures¹⁰. Par ailleurs, Cowles s'est attaqué à l'étude audacieuse des prévisions effectuées par l'un des éditeurs du *Wall Street Journal* les plus influents de la sphère financière américaine à l'époque, à savoir William Peter Hamilton fervent défenseur de l'analyse chartiste. Ce travail, qui analyse des données allant de 1903 à 1929, a démontré que la moitié des prévisions réalisées par Hamilton se sont avérées fausses. Ces résultats confortent le postulat de Cowles selon lequel des prévisions réalisées aléatoirement n'engendreraient pas des résultats plus mauvais que ceux découlant de la méthode graphique. Toutefois, certaines anomalies sont à relever du travail de Cowles, notamment le contexte et la conjoncture économique dans lesquelles l'ensemble de ces prévisions ont été effectuées.

Ceci étant, l'apport de Cowles demeure d'une importance capitale dans la mesure où il fut le premier à faire le lien entre la qualité des prévisions et la nature des informations utilisées. En ce sens il distingue trois ensembles d'informations. Le premier type est relatif au marché, et concerne les données endogènes qui sont de nature publique et qui sont à la portée de tous les opérateurs. Le second ensemble a trait à la conjoncture économique et à la situation financière des émetteurs des titres. C'est à partir de ces informations de nature exogène que les professionnels établissent leurs prévisions. Le troisième ensemble est non

⁹ Pour Cowles, la bonne gestion des professionnels du marché financier fait référence à leur capacité de prévoir correctement les évolutions futures des cours boursiers. Concrètement, cela consiste à faire des erreurs de prévisions moins d'une fois sur deux (Cowles : 1933).

¹⁰ À noter que Cowles fut soutenu dans sa prise de position par l'économiste statisticien américain Holbrook Working, qui étudia à son tour en 1934 et en 1949, les mouvements des séries des cours boursiers. En dépit de l'absence d'une formalisation mathématique, ses résultats consolident ceux de Cowles.

accessible à toutes les catégories des opérateurs du marché. En effet, ces informations sont détenues par les « *les assureurs* » ayant accumulé une certaine connaissance sur le marché. Toutefois cette connaissance concerne toujours des données exogènes (Walter 2013 : PP 19-20).

3. DE LA MARCHE ALEATOIRE AU MODELE DE MARTINGALE

Vingt ans après les travaux de Cowles, le contexte de la recherche en économie a pris une autre dimension avec l'émergence de l'économétrie et l'accessibilité des outils de calculs stochastique aux économistes. Ces derniers, durant les années 1950-1960, s'intéressèrent de plus en plus au fonctionnement des marchés financiers qui connurent un épanouissement sans précédent. Cet intérêt porté à l'égard des marchés financiers fut accompagné par l'émergence des théories financières modernes, permettant ainsi le descentrement définitif de la finance autant que discipline scientifique de l'économie. Cette rupture est en grande partie due à la mathématisation et au recours à la modélisation engendrée par le développement et la « vulgarisation » de la théorie des probabilités auprès des économistes financiers, ce qui a procuré plus de scientificité et de pertinence à leurs recherches. En ce sens, une multitude de travaux est venue appuyer le postulat qui prétend l'impossibilité de prévoir les évolutions futures des cours boursiers à cause de leur caractère aléatoire.

2.3. Évolution de la marche aléatoire au cours des années 50

Deux décennies après les résultats très concluants de Cowles, le statisticien britannique Maurice Kendall (1953) fut le premier à reprendre les recherches sur le modèle de marche aléatoire. À cet effet, il analyse par régression plus d'un siècle de données relatives au cours des actions de la Bourse de Londres, et ceux des matières premières sur les marchés financiers américains¹¹. Suite à une étude attentive, Kendall arrive à une conclusion qui conforte l'hypothèse de marche aléatoire dans le sens où ses résultats témoignaient de l'impossibilité de prédire les mouvements des cours à partir des données contenues dans les séries historiques. D'un point de vue mathématique, cela revient à dire que les données passées et futures sont statistiquement indépendantes.

En 1959, Osborne développe un modèle mathématique fondé sur une optique probabiliste, qui illustre l'évolution aléatoire des cours boursiers à travers une technique novatrice qui consiste à introduire une nouvelle variable, appelée « *innovation de prix* », notée (ε_t). Cette dernière fait référence à la différence absolue des prix de l'actif. Mathématiquement, Osborne établit la formule suivante :

$$\varepsilon_t = X_t - X_{t-1} \text{ Avec : } \varepsilon_t = \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right)$$

Ainsi, grâce à son raisonnement, Osborne affirmait que les variations des cours boursiers pouvaient être modélisées sous forme d'équation logarithmique, ce qui soutient le modèle de marche aléatoire. En 1964, il reprend ce même modèle et le développe en mettant en

¹¹ Kendall s'intéresse à l'étude des cours du blé sur la Bourse de Chicago, et ceux du coton sur la Bourse de New York (Kendall 1953).

place des hypothèses qui mettent l'accent sur le mouvement brownien, que le caractère gaussien que décrit l'innovation des prix. Dans ce modèle, Osborne met en relief la loi de distribution normale¹² pour démontrer que sur le marché financier, l'innovation des cours est un processus aléatoire.

En 1959, Roberts apporta une contribution dans laquelle il observa l'existence d'une certaine correspondance entre les données réelles fournies par le marché financier, et une série de prix obtenue au hasard. Suite à ces constatations, il remet en cause la pertinence des analyses chartistes en avançant que, pratiquement, la totalité des modèles qui servent à effectuer une analyse technique pourraient être engendrés de façon artificielle, à travers l'utilisation d'une table de nombres au hasard (Roberts 1959).

2.4. La marche aléatoire à partir des années 60

À partir des années 60, le souci des chercheurs s'inscrivait dans une démarche beaucoup plus rigoureuse, dans le sens où ils se sont intéressés à l'intervalle de temps dans lequel s'inscrivent les tests du modèle de marche aléatoire. De ce fait, l'ensemble des tests qui ont été réalisés à partir de cette période recourent à des techniques et des méthodes de calculs plus sophistiqués et pertinentes.

Cowles (1960), qui défendait portant l'hypothèse de prédiction des cours mensuels futurs à partir de leurs mouvements passés dans une recherche qu'il réalisa en 1937 avec Jones, se repositionna par rapport au postulat de l'analyse technique dont il était partisan. En effet, les conclusions auxquelles il aboutit, en 1960, le poussèrent à remettre en cause son étude antérieure en raison de l'absence de preuves témoignant de la possibilité de déduction des fluctuations mensuelles futures des cours, en se basant sur l'analyse des mouvements passés retracés dans les séries historiques des cours. Cette auto contestation donna le coup d'envoi à une série de travaux accordant une importance particulière à l'intervalle de temps dans lequel s'inscrivent les tests empirique de marche aléatoire. Ainsi, Alexander (1961) fut le premier à remettre en cause le modèle de marche aléatoire en se basant sur une étude qui tient compte d'un intervalle de temps variable. Pour construire sa démonstration, il fait appel à la « *méthode des filtres* »¹³. De façon lapidaire, Alexander montre que pour s'enrichir rapidement sur les marchés financiers, il serait judicieux de passer des ordres d'achats et de maintenir sa position lorsque le marché grimpe de 5%. Ce choix se justifie, selon lui, par le fait que les prix ont une aptitude à suivre des tendances. Par conséquent, un titre qui subit une hausse de 05% serait vraisemblablement amené à poursuivre sa hausse plutôt que de chuter. Très peu de temps après l'apparition de l'article d'Alexander, Cootner (1962-1964) revient sur les lacunes d'ordre méthodologiques que ce dernier a bien pu commettre. Dans ce sillage, il met en lumière des définitions méticuleuses relatives à

¹² Pour mettre en relation le mouvement brownien et le bruit blanc (ϵ_t), Osborne utilise la loi normale (de Gauss) dans son raisonnement. Selon lui, ce choix s'est imposé à travers les hypothèses qu'il a posées. En effet, la loi normale fait en sorte que la distribution de la variable prenne une forme de cloche symétrique, de telle sorte à créer une confusion entre le mode, le médian et la moyenne. Cela dit, cette démarche fut critiquée par Mandelbrot (1963) et Fama (1963) suite à une série d'études empiriques qui ont démontré son aspect erroné.

¹³ Cette méthode permet d'ignorer les mouvements insignifiants des fluctuations des cours, généralement troublés par des bruits blancs, dans le cadre d'une tendance. Ce choix s'opère en fonction de la sensibilité choisie en ayant recours à la sélection du nombre de période.

l'intervalle de temps passé et futur utilisé (1962). En ce sens, il effectue une étude sur deux intervalles différents. Le premier consiste à prendre en considération une semaine de données passées et futures par rapport à la date à laquelle il se positionne. Le résultat de ce premier cas de figure renforce le postulat du modèle de marche aléatoire, dans le sens où il était impossible pour Cootner de prévoir les fluctuations futures des cours (sur une durée d'une semaine) à travers les données de la semaine passées. Le second prend en considération un intervalle un peu plus long, dont la durée est de 14 semaines relativement à la date de positionnement. Pour cette seconde situation, les résultats furent diamétralement opposés aux premiers dans la mesure où le modèle de marche aléatoire ne fut pas validé. En 1964, Cootner publie un ouvrage dans lequel il reprend exhaustivement l'ensemble des articles et des travaux ayant traité du modèle de marche aléatoire. Par ailleurs, cet ouvrage élucide le manque de précision d'Alexander dans la justification de la pertinence et de la validité statistique de ses résultats.

Une année après la parution du recueil d'articles de Cootner, Eugène Fama (1965) tenta à son tour de valider le modèle de marche aléatoire. À cet effet, il analyse trente actions du Dow Jones en collectant des informations à intervalle d'une journée à 16 jours. Au terme de son étude, Fama dresse un bilan qui fait part de l'impossibilité de prédiction des mouvements futurs des cours des 30 actions étudiées en raison de leur caractère aléatoire. La même année, Paul Samuelson (1965) apporte sa contribution au modèle de marche aléatoire et affirme qu'« *on ne peut s'attendre à faire un profit en extrapolant dans les prix futurs des tendances décelées dans les variations passées, que ce soit par des études graphiques ou par tout autre moyen ésotérique, qu'il relève de la magie ou des mathématiques* » (Samuelson 1965 : PP 785). Néanmoins, il insiste sur la nécessité de faire appel à un autre modèle pour étudier les variations des cours boursiers, à cause des configurations restrictives du modèle de marche aléatoire, qui l'éloignent considérablement des modèles de références d'analyse de marché. De cette manière, il fut le premier à proposer le modèle de martingale comme instrument statistique d'étude des fluctuations boursières.

2.5. Apparition du modèle de martingale

En dépit du caractère aléatoire des cours boursiers, Samuelson ne va pas jusqu'à admettre qu'ils suivent un mouvement brownien, car ceci sous-entend que les prix des actifs financiers ne sont pas la résultante de la loi de l'offre et de la demande. Samuelson défend une fluctuation des cours qui répond à un jeu d'équilibre, et qui n'épouse pas de façon systématique des tendances. Autrement dit, il s'oppose à une marche aléatoire pure de type mouvement brownien. Ce positionnement est d'autant plus justifié qu'un certain nombre de tests empiriques a démontré d'existence de corrélations dans les mouvements des prix des titres.

Contrairement à la marche aléatoire, le modèle de martingale repose sur un jeu d'équilibre et n'exige aucune restriction en termes d'indépendance statistiques ou de stationnarité sur les moments conditionnels supérieurs (Jovanovic 2009 : PP 66). Ainsi, l'ensemble de variables aléatoires (P_t) approprié à l'ensemble d'informations (Φ_t) , correspond à une martingale si la valeur de la variable (P) à l'instant (t) est égale à la

meilleure estimation possible de ladite variable au temps $(t + 1)$, faite à partir des informations (ϕ) disponibles à l'instant (t) ¹⁴. Ce qui correspond à la formalisation mathématique suivante :

$$E(P_{t+1}/\phi_t) = P_t$$

Sachant que $E(P_{t+1}/\phi_t)$ désigne l'espérance conditionnelle de la variable (P_{t+1}) par rapport à l'ensemble d'informations (ϕ_t) , le modèle de martingale se définit uniquement par l'espérance conditionnelle. L'autre spécificité de la martingale réside dans le fait qu'elle représente un jeu d'équilibre. En effet, partant du principe que l'équation $E(R_t/\phi_t) = 0$ désigne un jeu d'équilibre pour le processus stochastique (R_t) ¹⁵, l'expression des deux équations de martingale et de jeu d'équilibre à travers une même variable permet de définir l'équation d'équilibre sur les marchés financiers. Par conséquent, l'équation de jeu d'équilibre prendra la forme suivante :

$$E(P_{t+1} - P_t/\phi_t) = 0$$

Ce qui signifie que lorsque la valeur actualisée des revenus futurs suit une martingale, cela revient à dire que les rendements épousent un jeu d'équilibre. Et c'est là que réside toute la subtilité du modèle de Samuelson, qui postule que les cours boursiers sont supposés être égaux à la valeur fondamentale, contrairement à la marche aléatoire qui considère qu'ils gravitent autour de celle-ci. Car réellement, la valeur fondamentale d'un actif financier correspond à la valeur actualisée de ses revenus futurs composés entre autres des dividendes et du gain en capital (pour les actions). Par ailleurs, l'étude des deux modèles révèle que tandis que la marche aléatoire impose une restriction d'indépendance relative aux périodes de la série de variables étudiées, la martingale suppose que les cours des titres répondent à des périodes continues de stabilité et de turbulence ayant la même dimension, représentées par des variances conditionnelles successives des cours des titres positivement auto corrélées (Ndong 2007).

3. LA THEORIE DE L'EFFICIENCE INFORMATIONNELLE DES MARCHES FINANCIERS

Il ressort des deux grands axes traités précédemment que le modèle de martingale est issu de la prise en compte des anomalies de la marche aléatoire relatives à ses spécificités jugées trop restrictives et rigides. Force est de constater que, marche aléatoire ou martingale les deux s'accordent pour témoigner du caractère aléatoire que suivent les fluctuations des cours boursiers. Cela dit, ce sont les multiples tentatives d'interprétation théoriques de ces modèles qui ont posé les premiers jalons de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers.

¹⁴ Cette formalisation mathématique du modèle de martingale, qui explique empiriquement la façon avec laquelle les prix se forment en intégrant toute l'information disponible, permet de déterminer les trois formes d'efficience informationnelle étudiées en spécifiant de quel ensemble d'informations il s'agit.

¹⁵ Cette équation signifie que l'espérance conditionnelle de la variable (R_{t+1}) par rapport à l'ensemble d'informations (ϕ_t) est égale à zéro.

3.1. Vers la formalisation de la théorie de l'efficience informationnelle

Les premiers jalons de l'efficience informationnelle des marchés financiers commencèrent à apparaître vers le début des années 60 lorsque Working (1958, 1961), Roberts (1959) et Cowles (1960) essayèrent d'établir un cadre théorique explicatif du modèle de marche aléatoire. Tandis que Working tenta d'expliquer les fluctuations hasardeuses des cours boursiers par l'arrivée fortuite de nouvelles informations, Roberts de son côté justifia le caractère aléatoire des cours par l'absence d'opportunités d'arbitrages qui disparaissent dès que les intervenants sur les marchés financiers en prennent compte. Quant à Cowles, il fut le premier à confronter les résultats des tests empiriques du modèle de marche aléatoire avec le postulat de la théorie de l'équilibre concurrentiel. Toutefois, c'est à Samuelson que revient le mérite d'avoir établi un lien solide entre les fluctuations aléatoires des cours boursiers et la théorie économique d'équilibre concurrentiel. La pertinence de ce rapprochement entre les résultats économétriques et la théorie économique standard ne furent possible qu'avec l'utilisation du modèle de martingale qui offre un cadre d'analyse plus souple et convenable. Bien que Samuelson ne prononce jamais le terme « *efficience* », ses conclusions vont dans ce sens. Il estime que « *le prix du marché à un moment donnée incorpore tout ce qui peut être connu à propos du futur et, en ce sens, [prend] en compte les aléas futurs autant que cela soit humainement possible* » (Samuelson 1965 : PP 785). Il posa ainsi les premières hypothèses de l'efficience à travers l'étude des variations boursières par le biais d'un modèle d'équilibre inspiré de la théorie économique, qui suppose l'existence d'une concurrence pure et parfaite sur le marché financier, d'une rationalité au niveau des anticipations, et d'une neutralité par rapport au risque. Le modèle de Samuelson, qui concerne les rendements espérés, implique la stabilité de ces derniers d'une période à une autre. Mathématiquement, cela correspond à l'équation suivante :

$$E(R_t / \Phi_{t-1}) = \rho$$

À travers ce modèle des rendements constants, Samuelson suppose que l'espérance des rendements d'un titre à la période (t) noté par $E(R_t)$, conditionnellement à l'information disponible à l'instant ($t - 1$) noté par (Φ_{t-1}) , est égale à une constante (ρ). Aussitôt publié, Eugène Fama (1965) s'empare du modèle de Samuelson et effectue à son tour une analyse des variations des cours boursiers¹⁶. Dans son article de 1965, Fama traite de la marche aléatoire et de l'imprévisibilité des cours boursiers, et établit un lien entre ce qu'il caractérise de « *marché efficient* » et « *informations* », tout en se gardant de donner des définitions détaillées. Néanmoins, il indique que sur un marché efficient, à tout instant, les prix effectifs des titres incorporent toute l'information relative aux événements déjà survenus, d'une part, et à ceux auxquels le marché s'attend, d'autre part. Cette situation est induite par la concurrence qui existe entre les divers opérateurs du marché qui seraient tous avisés. En d'autres termes, « *sur un marché efficient, à tout instant, le prix des titres fournit une bonne estimation de leur valeur intrinsèque* » (Fama 1965 : PP 76). De cette définition ressort une différence fondamentale par rapport à l'interprétation de Samuelson. En effet, tandis que ce dernier ne fait aucunement allusion à l'exactitude des prix des actifs

¹⁶ D'autres travaux soutiennent l'hypothèse émise par Samuelson, notamment Fama, Fisher, Jensen et Roll (1969).

financiers, ni à leur relation avec l'efficacité de l'allocation des ressources et l'évolution de l'économie réelle, Fama admet ouvertement l'existence d'un lien entre la valeur des titres et la sphère de l'économie réelle. Selon ses propos, les titres possèderaient une « *valeur intrinsèque* » dont les cours, qui sont supposés intégrer toute l'information passée et présente, sur des marchés financiers mettant en concurrence plusieurs participants, représenteraient une « *bonne estimation* » de ladite valeur intrinsèque. Toutefois, Fama reconnaît l'existence de divergences entre les cours des titres et leur valeur intrinsèque. Cet écart serait considérablement et rapidement réduit grâce à la présence de deux catégories d'opérateurs sur le marché. La première concerne les « *échangistes avertis* » qui disposent d'une forte capacité d'évaluation correcte de la valeur fondamentale des titres. La seconde catégorie s'oppose à la première dans la mesure où elle n'a pas sa capacité d'évaluation, et elle représente la source des « *bruits* », (*noise*), sur le marché financier. Ainsi, sur un marché efficient, le nombre et la capacité financière des échangistes avertis, qui partagent en principe le même modèle d'évaluation des prix des actifs, devrait dépasser celles des autres opérateurs (Fama 1965). De cette façon, les actions de cette catégorie d'intervenants devraient permettre aux cours des titres de tendre vers leurs valeurs intrinsèques, que ce soit en profitant d'opportunités d'arbitrages¹⁷ ou à travers l'évaluation instantanée des conséquences de nouvelles informations sur la valeur fondamentale d'un actif (Jovanovic 2009). Grâce à l'introduction des échangistes avertis dans son raisonnement, Fama a réussi à tisser les liens forts entre le caractère aléatoire des fluctuations des cours boursiers et la théorie économique d'équilibre sur un marché financiers caractérisé par une concurrence pure et parfaite.

3.2. Mise en place des fondements de l'efficience informationnelle

En 1970, Fama publie une revue de littérature dans laquelle il répond aux critiques adressées à sa théorie de l'efficience, jugée trop vague et évasive. Par le biais de cet article, il dresse les fondements théoriques des tests empiriques de l'efficience informationnelle des marchés financiers, qui postulent que les conditions d'équilibre d'un marché peuvent être traduites à travers les rendements espérés. Par ailleurs, dans le souci de généraliser son modèle, Fama fut contraint d'abandonner toute référence directe à la valeur fondamentale et à éliminer la question du nombre d'échangistes avertis (Jovanovic 2009). Ces concessions incitèrent Fama à poser de nouvelles hypothèses sous lesquelles la théorie de l'efficience informationnelle serait vérifiée. Selon cette nouvelle version, « *un marché dans lequel les prix 'reflètent pleinement' et instantanément l'information disponible est appelé efficient* » (Fama 1970 : PP 389). L'idée sous-jacente de cette définition est qu'aucun investisseur n'a la possibilité de réaliser un gain certain en achetant et en vendant des titres tout en utilisant des informations passées et présentes. Ce qui est exprimé de façon courante en disant « *qu'il est impossible de battre le marché* ». Fama traduit en suite l'efficience informationnelle sous la forme suivante :

$$E(P_{j,t+1}/\Phi_t) = P_{j,t}[1 + E(r_{j,t+1}/\Phi_t)]$$

¹⁷ Le modèle de raisonnement par arbitrage a été mis en place par Franco Modigliani et Merton Miller (1958) dans le souci de justifier la présence d'un équilibre dans une situation caractérisée par l'incertitude et l'absence d'opportunité d'arbitrage.

Sachant que $E(X)$ représente l'opérateur de l'espérance conditionnelle appliqué à l'identité $r_{t+1} = (P_{t+1}/P_t) - 1$, avec (P_j) et (r_j) prix et rendement du titre (j) à une période donnée $(t \text{ ou } t + 1)$, et (ϕ_t) l'ensemble d'informations disponibles à l'instant (t) .

Cette formalisation permet de calculer le taux de rentabilité espéré du titre (j) à l'instant $(t+1)$ quand le prix reflète toute l'information disponible. À cet effet, lorsque cette équation est vérifiée pour l'ensemble des titres coté sur le marché financier, ce dernier est dit efficient (Gillet 1999). Par ailleurs, la formalisation de Fama sous-entend que « l'information (ϕ_t) est totalement utilisée dans la détermination du rendement d'équilibre anticipé [...] c'est dans cette mesure que (ϕ_t) est 'parfaitement reflété' dans la formation du prix $(P_{j,t})$ » (Fama 1970 : PP 384). Pour donner plus de robustesse à son modèle, Fama a obtenu à travers l'utilisation des caractéristiques du modèle de marche aléatoire et de martingale un jeu d'équilibre qui démontre la manière avec laquelle les cours des titres se forment sur les marchés financiers tout en reflétant l'ensemble de l'information disponible. Autrement dit, la théorie de l'efficacité informationnelle des marchés financiers peut être testée empiriquement à travers les propriétés du modèle de marché aléatoire ou de martingale. Ainsi, selon le modèle de martingale :

$$E(P_{t+1}/\phi_t) \geq P_t \quad \text{Ou bien :} \quad E(P_{t+1} - P_t/\phi_t) \geq 0$$

Cela signifie que conditionnellement à l'ensemble d'informations disponibles (ϕ_t) , le rendement espéré d'un investisseur est inférieur à zéro. Ce qui revient à dire que lorsque les cours suivent, dans leur évolution, une martingale qui décrit leur fluctuation aléatoire, aucune stratégie d'investissement ne peut permettre de réaliser un profit anormal de telle sorte à « battre le marché ». Or, cette modélisation de l'efficacité informationnelle ne peut être vérifiée que si un certain nombre de condition se réalise, notamment : la rationalité des investisseurs, qui suppose que ces derniers agissent dans le but de maximiser leur utilité espérée. La disponibilité et la gratuité de l'information pour tous les agents. L'absence de coûts de transactions et de taxes boursières, qui sont la rémunération perçue par les intermédiaires qui exécutent les opérations financières. L'atomicité des investisseurs, suppose qu'aucun d'entre eux ne puisse avoir la capacité d'influencer le marché, ainsi que la liquidité de ce dernier. Toutefois, la théorie de l'efficacité informationnelle demeure contestée à cause de l'absence d'un consensus permettant de la tester empiriquement. En ce sens, Fama (1970) propose une classification graduelle de l'efficacité informationnelle en trois formes, en fonction de la qualité de l'information contenue dans le cours des titres. Dans un premier temps, il distingue le marché efficient au sens de la forme faible. Cette première version tient compte des séries historiques des cours et des rendements pour justifier l'efficacité. Ainsi, un marché est dit efficient si les cours 'reflètent pleinement' toute l'information contenue dans ces séries historiques. Par conséquent, il n'est pas possible de tirer profit de ces informations passées pour réaliser des profits anormaux. En d'autres termes, l'analyse technique ne permet pas de prévoir l'évolution future des cours dans la mesure où ces derniers suivent une marche aléatoire¹⁸. Dans un second temps, Fama

¹⁸ Les tests de marche aléatoire démontrent l'absence d'autocorrélation entre les rentabilités passées, et les rentabilités futures. En 1991, Fama, dans son nouvel article, fait référence à la forme faible par la notion « test

fait référence à une forme semi-forte d'efficacité informationnelle, qui renvoie à une information publiquement disponible¹⁹. La forme semi-forte d'efficacité informationnelle est validée lorsque les cours évoluent de façon à intégrer instantanément toutes les informations publiques. Ainsi, aucun opérateur sur le marché financier ne devrait avoir la capacité de réaliser des profits anormaux grâce aux informations rendues publiques. Un gain anormal ne peut être que la conséquence de détention d'informations privilégiées²⁰. Dans un troisième et dernier temps, Fama décrit un cas extrême d'efficacité informationnelle à travers la forme forte. Celle-ci, en plus des informations contenues dans les séries historiques des cours et de l'information rendue publique, suppose qu'un marché est efficace au sens de la forme forte si les cours des titres 'reflètent pleinement' et instantanément toute l'information historique, publique mais aussi privée détenue par des investisseurs privilégiés. Autrement dit, il serait impossible de dégager des profits anormaux en prévoyant les fluctuations futures des cours à partir des informations privées²¹.

3.3. Efficacité informationnelle, marche aléatoire, martingale : discussion

Pour justifier l'efficacité informationnelle des marchés financiers à travers le caractère aléatoire des fluctuations des cours boursiers, Fama a suivi le raisonnement ci-après. Pour commencer il traduit l'énoncé de la théorie de l'efficacité informationnelle sous la forme mathématique suivante :

$$E(P_{j,t+1}/\Phi_t) = P_{j,t}[1 + E(r_{j,t+1}/\Phi_t)] \quad (1)$$

Cette équation implique que le prix du titre (*j*) anticipé à l'instant (*t*) pour la période (*t + 1*), noté ($P_{j,t+1}$), conditionnellement à l'ensemble d'informations disponibles au temps (*t*), noté (Φ_t), dépend aussi bien de son prix à l'instant (*t*) que de son rendement anticipé ($r_{j,t+1}$).

de prévisibilité des rendements ». De plus, il élargit le contenu de cette première forme, en termes d'informations, en intégrant l'historique de l'ensemble des variables économiques et financières susceptibles d'avoir une influence sur la prévisibilité des cours boursiers.

¹⁹ Pour un actif coté (action), l'information publique désigne : les augmentations de capitale, l'annonce de dividendes, l'émission de nouvelles actions, les rapports annuels, les analyses technique et fondamentale publiquement disponibles, les informations relatives au secteur de l'entreprise émettrice, ainsi que toutes les informations d'ordre macroéconomiques.

²⁰ En 1991, Fama propose une légère modification par rapport à cette seconde forme, qui consiste en un changement de dénomination. À partir de là, cette deuxième classification désigne la forme semi-forte sous l'appellation de « tests d'étude événementielles ». Ces tests ont pour objectif de déterminer la vitesse à laquelle les prix s'ajustent en intégrant instantanément toute l'information rendue publique.

²¹ En 1991, Fama remplace la notion de forme forte par des « tests sur l'information privée », qui consistent à réaliser des études sur les délits d'initiés afin de déterminer la capacité des investisseurs privilégiés à dégager des profits anormaux en effectuant des arbitrages. Ce qui revient, concrètement, à étudier la performance réalisée par les professionnels de gestion de portefeuille. Cela dit, cette troisième forme est la plus contestée à cause de son rejet par les tests empiriques. À ces critiques, Fama (1991) répond que les erreurs des tests sont d'ordre méthodologique. Il souligne, entre autre, que l'étude empirique de l'efficacité informationnelle n'est en réalité qu'une analyse d'hypothèse jointe. Car pour tester l'efficacité informationnelle, le recours à un modèle d'évaluation des prix des actifs financiers est indispensable. Ainsi, l'erreur peut aussi bien provenir de l'inefficacité du marché que de l'hypothèse jointe du modèle d'équilibre.

Ensuite, à travers les propriétés du modèle de martingale, Fama exprime la perte ou le profit ($x_{j,t+1}$) qu'un investisseur n'a pas anticipé entre les deux périodes (t) et ($t + 1$) comme suit :

$$x_{j,t+1} = P_{j,t+1} - E(P_{j,t+1}/\phi_t) \quad (2)$$

Il en déduisait que :

$$E(x_{j,t+1}/\phi_t) = 0 \quad (3)$$

Ce qui signifie qu'aucun investisseur ne peut dégager une plus-value positive, entre deux périodes successives (t) et ($t + 1$), conditionnellement à l'ensemble d'informations disponibles (ϕ_t). C'est-à-dire qu'un marché efficient informationnellement, est un marché où l'espérance de rentabilité anormale est nulle.

À travers ces équations, Fama défend la possibilité de tester la double caractéristique de la théorie de l'efficacité informationnelle, à savoir : l'incorporation totale de l'information des cours boursiers, et l'impossibilité de dégager des rendements espérés positifs (Jovanovic 2009 : PP 69-71).

En 1973, LeRoy s'intéresse à l'étude de l'efficacité informationnelle à travers le modèle de martingale. Dans ses résultats, il démontre l'existence d'un caractère non réfutable de la théorie de l'efficacité. Celui-ci réside dans le fait que l'équation (1) est toujours vérifiée, en remplaçant le taux de rendement par sa formule ($r_{j,t+1} = \frac{P_{j,t+1} - P_{j,t}}{P_{j,t}}$). En d'autres termes, l'efficacité informationnelle nécessite impérativement une martingale dont la validité impose inévitablement une certaine neutralité par rapport au risque. Outre la tautologie du modèle de Fama, LeRoy (1989) considère que ni le modèle de marche aléatoire ni celui du jeu équitable ne peut représenter explicitement l'efficacité. Le premier étant trop restrictif, et le second trop générique. Par conséquent, il estime que le modèle de martingale de Samuelson est le plus apte à représenter l'efficacité informationnelle. Par ailleurs, LeRoy (1973) mentionne l'absence de précision concernant les équations (1) et (2) en termes de données utilisées. Pour cause, ces équations ne peuvent faire l'objet de tests sur le marché²²

En 1978, Lucas vient apporter un appui solide aux résultats constatés par LeRoy qui établit des liens solides entre la validité du modèle de martingale et l'existence d'une neutralité par rapport au risque. Cependant, l'étude de Lucas a été réalisée dans un contexte qui suppose que les agents économiques forment leurs anticipations en fonction de la valeur actuelle des actifs financiers et des erreurs postérieures qu'ils ont bien pu commettre. Ce qui revient à dire que leurs anticipations sont rationnelles. Pour autant, Lucas n'écarte pas la possibilité que ces agents fassent des erreurs dans l'élaboration de leurs prévisions conditionnellement à l'information disponible. Il suppose entre autre que l'économie soit très faiblement bruitée. Ce cadre théorique lui a permis de mettre en place un modèle

²² Étant donné que les prix sont formés sur le marché, la différence entre les prix qui se forment réellement sur ledit marché et les prix que ce dernier anticipe, devrait impérativement être de zéro (Jovanovic 2009 : PP 71-72).

d'équilibre d'évaluation des prix des actifs avec des cours boursier qui évoluent sans suivre une marche aléatoire ou une martingale. De cette manière, Lucas met en place un argumentaire solide qui élucide la démarche de Fama, qui consiste à étudier l'équilibre du marché financier par le biais des rendements espérés.

En 1986, Summers remet en question les tests d'autocorrélation des rentabilités qui ont longtemps soutenu le modèle de marche aléatoire. Ainsi, grâce à la simulation d'un processus aléatoire, Summers déduit que les tests de marche aléatoire réalisés par Fama sur les cours boursiers présentaient quelques anomalies dans la mesure où les cours simulés contiennent des rentabilités autorégressives qui ne représentent pas réellement une marche au hasard. Par conséquent, avec cette construction, Fama ne pouvait pas rejeter ses tests de marche au hasard. Par ricochet, ses tests sur l'efficacité sont validés. Ces tâtonnements ont conduit à la réalisation de plusieurs autres travaux dans le but de « *mettre en évidence une trace de composante transitoire dans les rentabilités boursières* » (Walter & Brian 2008 : PP 41). En ce sens, Summers et Poterba (1988), ainsi que Fama et Fisher (1988) mettent en relief l'existence d'une composante transitoire²³ qui serait à l'origine du rejet des tests de marche aléatoires. Ceci étant, l'invalidité de modèle de marche aléatoire ne remettrait guère en cause la pertinence de l'efficacité informationnelle dont l'idée de base découle d'un jeu d'équilibre.

4. CONCLUSION

Bien qu'elle soit attribuée à Eugène Fama, la théorie de l'efficacité informationnelle des marchés financiers trouve ses origines les plus profondes dans la modélisation des fluctuations des cours boursiers par des processus stochastiques. Concrètement deux interprétations peuvent ressortir de la définition de l'efficacité informationnelle. La première fait référence à l'imprévisibilité des cours boursiers, et sous-entend que ces derniers suivent un processus aléatoire qui ne peut être prédit par les opérateurs du marché, car il dépend d'un ensemble de nouvelles informations qui elles-mêmes ne peuvent être prédites. Par conséquent, aucun investisseur ne peut réaliser des gains certains, sur le long terme, supérieurs à la performance du marché. La seconde interprétation a trait à la valeur fondamentale, et signifie que les cours des titres gravitent autour de leur valeur intrinsèque du fait qu'ils reflètent toute l'information disponible. De ce fait, les cours boursiers procurent suffisamment d'informations pour une allocation optimale des ressources financières.

Cet article, à travers ces deux perceptions de l'efficacité informationnelle, a tenté de réexaminer les prémices qui ont conduit à la formulation de cette théorie telle que nous la connaissons aujourd'hui. En ce sens, il fait ressortir trois conclusions notables relatives au modèle de marche aléatoire, à celui de martingale, et aux fondements empiriques de l'efficacité informationnelle. Dans un premier temps, concernant le modèle de marche aléatoire, nous avons pu constater que cette démarche relativement ancienne (Regnault 1863, Bachelier 1900), a été lentement admise en théorie économique par le biais de tests empiriques, dont le souci était d'analyser la capacité des opérateurs du marché financier à prévoir les fluctuations futures des cours boursiers (Cowles 1933). Ce modèle, couramment

²³ L'étude de cet aspect du modèle de marché aléatoire (appelé également « *composante parasitaire* »), a ouvert la voie à d'autres recherches qui se sont intéressées au « *parasitage des cours boursiers par des opérateurs qui interviennent sur des bruits non-fondés* » (Walter & Brian 2008 : PP 41-44).

admis en théorie financière, justifie l'absence d'opportunités d'arbitrage sur le marché financier, et revendique le caractère aléatoire des cours boursiers qui seraient égaux à la valeur fondamentale des titres cotés. Dans un second, l'aspect strictement aléatoire des variations boursières fut remis en cause (Alexander 1961, Alexander & Cootner 1962-1964, Cootner 1964) suite à la découverte de l'existence de corrélations constatées empiriquement sur les fluctuations des cours. Cette révélation a conduit les académiciens (Samuelson 1965) à reconsidérer le modèle de marche aléatoire en introduisant la martingale. Cette approche est beaucoup moins restrictive, dans la mesure où elle permet la représentation de l'imprévisibilité des cours boursiers en tolérant la présence de faibles corrélations. Dans un troisième et dernier temps, et dans la continuité de ces travaux, Fama (1965-1970) introduit le modèle de marche aléatoire dans la théorie de l'équilibre appliquée au marché financier, et lui attribue le concept de « *marché efficient* ». Ainsi, à travers le modèle de marche aléatoire, Fama corrobore l'hypothèse d'absence d'opportunités d'arbitrages matérialisée par l'impossibilité de réaliser des profits anormaux, et démontre entre autre que les prix sur les marchés financiers reflètent constamment des prix d'équilibres qui égalisent plus ou moins la valeur fondamentale des actifs. Tout compte fait, la modélisation de la théorie de l'efficience informationnelle des marchés financiers revient usuellement à celle de la marche aléatoire.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ALEXENDER, J.**, « *Price movements in speculative markets: trends or random walks* », in *Industrial Management Review*, 1961.
2. **BACHELIER, L.**, « *Théorie de la spéculation* ». Thèse de doctorat. Sciences économiques, Paris : Université de la Sorbonne, 1900. *Annales Scientifiques de l'E.N.S.*, 3^{ème} série, tome 17, 1900.
3. **COOTNER. P.H.**, « *The random character of stock market action* », in *Revue Cambridge Mass: M.I.T. Press*, 1964, pp. 132-138.
4. **COWLES, A.**, « *A revision of previous conclusions regarding stock price behaviour* », in *Revue Econometrica*, 1937, N°04, Vol 28, (octobre 1960), pp. 909-915, Reprinted in Paul.H.Cootner, Ed *The random character of stock market prices*, Cambridge, Mass: M.I.T. Press, 1964, pp. 132-138.
5. **COWLES, A.**, « *Can Stock Market Forecasters Forecasts* », in *Revue Econometrica*, Vol 01, 1933, pp. 309-324.
6. **COWLES, A., JONES, H.F.**, « *Some a posteriori probabilities in stock market action* », in *Revue Econometrica*, N°03, Vol 07, 1937, pp. 280-294.
7. **FAMA, E.**, « *The behavior of stock market prices* », in *Journal of Business*, 1965a, pp. 34-105.
8. **FAMA, E.**, « *Random Walks in Stock Market Prices* », in *Financial Analysts Journal*, N°21, Vol 05, 1965b, pp. 55-59.
9. **FAMA, E.**, « *Efficient capital markets: A review of theory and empirical work* », in *Journal of Finance*, 1970, pp. 383-417.
10. **FAMA, E.**, « *Foundations of Finance* », in New York, Basic Book, 1976.
11. **FAMA, E.**, « *Efficient capital markets: II* », in *Revue Journal of Finance*, N°5, Vol 46, 1991.
12. **FAMA, E.**, « *Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance* », in *Journal of Financial Economics*, N°49, 1998, pp. 283-306.

13. **FAMA, E.**, « *Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance* », in *Revue Behavioral Finance*, Vol 1, 2001, pp. 617-640.
14. **FAMA, E.**, « *Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance* », in *Revue Speculative and Financial Markets*, Vol 1, 2002, pp. 359-382.
15. **FAMA, E., FISHER, L., JENSEN, M.C., ROLL, R.**, « *The adjustment of stock prices to new information* », in *Revue International Economic Review*, N°2, Vol 10, 1969, pp. 01-21.
16. **FAMA, E., FRENCH, K.R.**, « *Permanent and temporary components of stock prices* », in *Journal of Political Economy*, N°96, 1988, pp. 246-273.
17. **FAMA, E., FRENCH, K.R.**, « *The cross section of expected stock returns* », in *Revue Journal of Finance*, N°46, 1991, pp. 427-466.
18. **FAMA, E., FRENCH, K.R.**, « *Common stocks factors in the returns of stocks and bonds* », in *Revue Journal of Financial Economics*, N°33, 1993, pp. 03-56.
19. **FAMA, E., FRENCH, K.R.**, « *Size and book-to-market factors in earnings and stocks returns* », in *Revue Journal of Finance*, N°50, 1995, pp. 131-155.
20. **FAMA, E., FRENCH, K.R.**, « *Multifactor explanation of asset pricing anomalies* », in *Revue Journal of Finance*, N°51, 1996, pp. 55-84.
21. **GILLET, P.**, « *L'efficience des marchés financiers* ». 2^{ème} éd, Edition Economica, Paris, 2006.
22. **JOVANOVIC, F.**, « *L'origine de la théorie financière : Une réévaluation de l'apport de Louis Bachelier* », in *Revue d'Économie Politique*, N°110, Vol 03, 2001, pp. 395-418.
23. **JOVANOVIC, F.**, « *Pourquoi l'hypothèse de marche aléatoire en théorie financière ? Les raisons historiques d'un choix éthiques* », in *Revue d'Économie Financière*, 2001, N°61, 2009, pp. 203-211.
24. **JOVANOVIC, F.**, « *Le modèle de marche aléatoire dans l'économie financière de 1863 à 1976* », in *Revue d'Histoire des sciences humaines*, N° 20, 2009, pp. 51-78.
25. **NDONG, Benjamin.** « *Marchés boursiers émergents et problématique de l'efficience : le cas de la bourse régionale des valeurs mobilières (BRVM)* ». Thèse de doctorat, Sciences économiques, France : Université de Franche Comté, 2007.
26. **OSBORNE, M.**, « *Periodic structure in the Brownian Motion of stock prices* », in *Revue Operations Research*, N°10, 1962, pp. 345-379.
27. **REGNAULT, J.**, « *Calculs des chances et philosophie de la Bourse* ». Paris : Mallet Bachelier et Castel, 1863.
28. **SAMUELSON, P.**, « *Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly* », in *Industrial Management Review*, N°06, Vol 02, 1965, pp. 41-49.
29. **WALTER, C.**, « *Les origines de marche au hasard en finance* », in *Revue Histoire et Épistémologie de la Finance*, FMSH-WP 2013-33. Ce texte constitue le chapitre 2 de l'ouvrage « *Le modèle de marche au hasard en finance* » de Christian Walter, 2013.
30. **WALTER, C.**, « *Les deux quantifications de la théorie financière. Contribution à une histoire critique des modèles financiers* », in *FMSH-WP*, N°89, 2015, pp. 01-31.