

Compromis Marche Aléatoire Et Information Financière

Driss DAOUI

Professeur Habilité Ibn Tofail/Faculté des sciences économiques, juridiques et sociales Kenitra, Maroc
Corresponding Author: Driss Daoui

ABSTRACT : *The random walk model remains the reference model in the financial markets. Its parsimony and maneuverability are certainly attractive. However, one must not lose sight of the restrictive or even simplistic assumptions on which it is based and limit its ability to reproduce the dynamics of the market. The aim of this article is to look at the general behavior of financial assets and their trends characterized by a given level of volatility and yield.*

The factors that determine this evolution are certainly numerous, some are related to the economic and monetary environment of companies, the others are related to market mechanisms, to the possible specificity of stakeholder psychology and to the financial characteristics of companies.

As part of this work, we will try to verify this theory at the level of the Moroccan stock market by choosing a number of securities that are the subject of a multitude of transactions per day.

KEYWORDS: *return, volatility, information and price of financial assets.*

Date of Submission: 28-04-2018

Date of acceptance: 14-05-2018

RESUME : Le modèle de la marche aléatoire reste le modèle de référence sur les marchés financiers. Sa parcimonie et sa maniabilité sont certes attractives. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue les hypothèses restrictives, voire simplistes, qui lui servent de base et limitent sa capacité à reproduire la dynamique du marché. L'ambition de cet article consiste à se pencher sur le comportement général des actifs financiers et leurs tendances caractérisée par un niveau de volatilité et de rendement donné.

Les facteurs qui déterminent cette évolution sont certes nombreux, les uns sont liés à l'environnement économique et monétaire des entreprises, les autres sont liés aux mécanismes de marché, à l'éventuelle spécificité de la psychologie des intervenants et aux caractéristiques financières des entreprises.

Dans le cadre de ce travail, on va essayer de vérifier cette théorie au niveau du marché boursier marocain en choisissant un certain nombre de titres qui font l'objet d'une multitude de transactions par jour.

MOTS CLES : rendement, volatilité, information et prix des actifs financiers.

I. INTRODUCTION

Comprendre les causes des variations des cours boursiers est l'une des questions de recherche les plus actives en finance. Plusieurs travaux ont démontré qu'un grand nombre de variables économiques possédaient un pouvoir prédictif sur le cours des actifs. Les cours boursiers sont-ils alors prévisibles ?

L'étude du comportement révèle que derrière chaque cotation il y a une information, et que l'historique est étudié pour prévoir les variations futures. Quoi qu'il en soit, la part du hasard dans la formation des prix des actifs financiers est prépondérante. L'étude de la marche au hasard pourrait apporter des éléments de réponse pour comprendre la formation des prix des actifs financiers et permettra, à cet égard, de s'interroger sur le comportement boursier des cours des titres. Quel est le fondement logique de cette théorie ? Quelle est sa pertinence pratique ?

Cette théorie permet-elle de décrire le comportement boursier. La réponse à ces épineuses questions fera l'objet principal de notre présent travail.

II. LES HYPOTHESES DE LA MARCHÉ AU HASARD

Depuis l'œuvre du précurseur français Bachelier (1900), cette théorie n'a véritablement commencé à prendre de l'importance que vers le milieu des années 50. Depuis, elle a inspiré de nombreux travaux tant théoriques qu'empiriques tels les travaux de Fama (1965) et de Samuelson (1973).

La théorie de la marche au hasard a joué un rôle important dans la description et l'étude des séries des prix des actifs financiers. Son hypothèse principale considère que les changements successifs du prix d'une valeur sont engendrés par un processus aléatoire. Ce processus a pour paramètres : l'espérance mathématique et la variance. Ceux ci constituent en effet la base du calcul de la rentabilité et du risque. Il convient de souligner que cette théorie recouvre toute une classe de modèles relatifs au comportement d'une série chronologique de

prix. Elle stipule dans sa forme simple, que le prix d'un titre au moment t+1 est égal au prix de la période précédente plus un terme aléatoire, celui-ci doit avoir une espérance nulle.

Cette propriété de la variable aléatoire p_{t+1} peut s'exprimer par la relation $p_{t+1} = p_t + \varepsilon_t$. En prenant l'espérance mathématique des deux termes : $E(p_{t+1}) = p_t$, c'est-à-dire que la meilleure estimation du prix futur est le prix présent. De ce fait le cours suit une martingale, de même lorsqu'il est possible de définir la distribution des valeurs que peut prendre p_{t+1} à partir des valeurs observées de p_t , alors le processus de prix est markovien, c'est-à-dire le prix futur ne dépend de son passé que par l'intermédiaire de son prix présent.

2.1 La martingale : une première condition de la marche au hasard

La notion de martingale a pris une importance dans la modélisation financière avec les travaux de Ross (1976-1978) et surtout de Harrison et Kreps (1979). Leur contribution essentielle a consisté à montrer que lorsque les actifs peuvent être évalués par arbitrage, le processus de prix constitue une martingale par rapport à une probabilité particulière.

Une martingale est un processus tel que l'espérance de la valeur future est égale à la valeur à l'instant t. Ceci signifie que la valeur espérée de p_{t+1} est la valeur observée p_t . Une série p_{it} constitue une martingale si et seulement si :

$$P_{i,t-1} = \alpha_i E(p_{i,t} / \varphi_{t-1}) + \beta_i z_{it} + \varepsilon_{i,t}^1$$

$P_{i,t}$: prix de l'actif financier i au temps t ;

φ_t : ensemble des informations disponibles au temps t ;

Z_{it} : un vecteur de fondamentaux considérés a priori comme des déterminants de $p_{i,t}$;

$\varepsilon_{i,t}$: un terme d'erreur aléatoire, représentant l'influence imprévisible sur $p_{i,t}$ de tous les facteurs exogènes, eux aussi non prévisibles.

La forme la plus simple que puisse prendre cette formule est où $\alpha_i = 1$, où le vecteur $\beta_i = 0$, et où φ_{t-1} est l'information contenue dans la série chronologique des prix de l'actif. Dans ce cas l'expression ci dessus devient :

$$P_{i,t-1} = E(p_{i,t} / \varphi_{t-1}).$$

En d'autres termes, l'espérance du prix à un instant quelconque du futur conditionné par l'information φ_t (les prix passés) est égale au prix actuel. Ce qui se traduit par le fait que la connaissance des prix antérieurs n'intervient en rien dans la prévision des prix futurs.

2.2 Le processus Markovien : une deuxième condition

Un processus aléatoire obéit à la condition de Markov si :

- L'ensemble des états possibles est fini ;
- Pour tout instant déterminé t1 la probabilité d'un état E ne dépend que de t2. La suite des états constitue une chaîne de Markov finie d'ordre 1. Autrement dit, l'état présent du système résume toute l'information utile pour connaître son comportement futur.

X est un processus de Markov si et seulement si pour t1, t2

$$E[f(p_{t2}) / F_{t1}] = E[f(p_{t2}) / p_{(t2)}] \quad ^2$$

A l'instant t toute l'information pertinente sur les réalisations futures est contenue dans la réalisation p_{t1} . Cette expression conduit à des résultats plus généraux que celle de la martingale. Elle est fondée sur l'idée que l'information qui arrive sur un marché est utilisée immédiatement et se trouve incorporée dans les prix.

Un processus est dit markovien lorsqu'il est possible de définir la distribution des valeurs que peut prendre p_t à partir des valeurs observées de p_{t-1} . La représentation des cours des titres est un processus aléatoire, c'est-à-dire une suite de variables aléatoires. En général, le cours à l'instant t n'est pas indépendant de celui à l'instant t-1, mais l'accroissement entre le prix à l'instant t et celui à l'instant t+1 ($\Delta p_{t+1} = p_{t+1} - p_t$) et l'accroissement entre le prix à l'instant t-1 et celui à l'instant t ($\Delta p_t = p_t - p_{t-1}$) peuvent l'être, c'est-à-dire que le prix futur ne dépend de son passé que par l'intermédiaire de son prix présent.

III. LA MARCHE AU HASARD : UN CORPUS THEORIQUE RATIONNEL

Un important problème concernant le comportement des cours boursiers est de savoir si l'historique des prix des actifs financiers est utile pour la prévision des changements de prix futurs. Si les conditions de martingale et du processus de Markov sont observés, les changements de prix des titres ne peuvent être dus qu'à la survenance d'événements purement imprévisibles. De ce fait, les changements des prix sont totalement aléatoires et indépendants. Ces caractéristiques des changements de prix définissent le concept de marche au hasard.

¹ R.Cobbaut 1992, « la théorie financière », Ed Economica, P 250

² G.Demange, J-C.Rochet « Méthodes mathématiques de la finance », Ed Economica, P.190

Une marche au hasard est définie comme un processus $[X_{(t)}, t \in \mathbb{N}]$ tel que $x_{(0)}$ est une constante et $X_{(t+1)} = X_{(t)} + Y_{(t+1)}$ ³. Les variables $Y(t)$ sont indépendantes, suivent la même loi et prennent les valeurs c ou $-c$; avec des probabilités p et $p-1$. Alors :

- 1) La suite $X_{(t)}$ est une chaîne de Markov ;
- 2) $E[X_{(t+1)} / F_{(t)}] = X_{(t)}$ est une martingale.

Selon ce concept, le cours de l'action i à l'instant t constitue la meilleure prévision pour le cours à l'instant $t+1$, mais le mouvement qu'a subi le cours de l'action entre l'instant $t-1$ et t ne peut en rien être utile pour la prévision de la fluctuation qu'il connaîtra entre t et $t+1$. En d'autres termes, l'historique des cours ne peut permettre de prévoir leur évolution future. Donc, deux conditions définissent la marche au hasard : les changements de prix successifs doivent être indépendants et identiquement distribués.

Selon cette théorie, le prix d'un actif financier intègre instantanément toutes les informations disponibles le concernant. Il est donc impossible de prévoir l'évolution de ce prix puisque toute l'information est totalement contenue dans le prix actuel. Les prix futurs dépendront uniquement des informations qui parviendront quotidiennement aux marchés. Le prix des actifs suit donc une marche au hasard, il n'y a aucune relation de dépendance temporelle entre eux. En fait, l'hypothèse de marche au hasard des cours boursiers a été confirmée par l'observation empirique, de Kendall (1953), selon laquelle les changements successifs de l'indice des actions cotées à Londres (1928-1938) étaient totalement indépendants. Cette constatation fut par la suite démontrée par d'innombrables tests⁴ sur le marché américain.

Cette théorie demeure proche du cas marocain étant donné qu'elle a émergé avec le développement de la spéculation engendrant une envolée des cours sur les marchés financiers en Europe. Cependant, elle présente une limite dans la mesure où elle réduit l'évolution des cours à une évolution aléatoire. Si les variations des cours sont distribuées au hasard, il reste à expliquer pourquoi il ne sert à rien d'utiliser l'information disponible pour prévoir leur évolution future.

Le test d'auto corrélation ne permet de détecter que certaines formes de dépendance linéaire. Cette caractéristique génère un problème de non-linéarité. En outre, il a comme inconvénient d'être très sensible aux observations externes. Ainsi, les techniques usuelles d'estimation et de test aboutiront à des résultats et interprétations qui doivent être pris avec précaution. Dès les années 1960, le mathématicien Benoît Mandelbrot avait découvert que les séries des prix des actifs avaient une «dimension fractale». Ces travaux sont toujours restés en marge de la science économique, tenus à l'écart parce qu'ils entraient en contradiction avec la théorie de l'efficacité puisque les séries des prix, selon Mandelbrot, ne suivent pas totalement une marche au hasard.

IV. TEST D'AUTOCORRELATION

Le coefficient d'autocorrélation est calculé pour chaque valeur en considérant les variations de cours journaliers. D'après Cobbaut «Le coefficient de corrélation sérielle fournit une mesure de la relation qui existe entre la valeur prise par une variable aléatoire à la période t et la valeur prise par cette variable aléatoire T périodes auparavant»⁵.

Tableau n° 1 : Test de la marche au hasard

Entreprise	Coefficient d'auto corrélation
IAM	0,088
ADDOHA	0,092
BCP	0,029
ATTJARIWafa	0,101
WafaASSURANCE	-0,038

Source : Etabli par nos soins sur la base des informations fournies par la Bourse des valeurs de Casablanca

L'analyse des résultats fournis par le tableau laisse entendre la faiblesse des coefficients calculés pour les changements de cours successifs. Ce qui signifie que les changements de prix sont linéairement indépendants. Le test de validation a montré que les variations successives des cours sont purement aléatoires, ce qui confirme la théorie de la marche au hasard.

V. TEST D'AUTO CORRELATION PARTIELLE

L'une des méthodes les plus utilisées pour analyser la corrélation partielle est d'appliquer l'approche ARMA (p,q). La question qui se pose à ce niveau est de savoir si le processus des taux de rendement est une moyenne

³ P.Roger 1991 « Les outils de la modélisation financière ». Ed Puf. P.201.

⁴ Les tests de corrélation statistique de Cootner (1964) et Fama (1965).

⁵ R.Cobbaut 1997 « la théorie financière » Ed Economica P307

mobile (MA) d'ordre q ou un processus autorégressif (AR) d'ordre p, ou un processus mixte, c'est-à-dire ARMA d'ordre (p,q). Le processus MA(q) suppose que la valeur d'une variable est une moyenne pondérée des bruits blancs passés et actuels. L'expression mathématique d'un MA (q) est :

$$X_t = \alpha_0 + \varepsilon_t + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \alpha_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}$$

X_t : la valeur de la variable X au temps t. α_i : les paramètres du modèle qui sont inconnus. L'ordre du processus qu'il faut prendre est le dernier paramètre significativement différent de zéro avant que le processus se stabilise.

ε_t : bruit blanc de la période t pour tout t : $X_t - X_{t-1}$ avec $E(\varepsilon_t) = 0$ et $V(\varepsilon_t)$ une constante. Le processus AR(p) suppose que la valeur d'une variable X au temps t, soit X_t dépend de ces valeurs au temps t-1, t-2, ..., t-p.

L'expression d'un processus AR(p) est alors :

$$X_t = \theta_0 + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p}$$

Le modèle ARMA (p,q) est une combinaison des deux processus AR(p) et MA(q). L'équation du modèle est donnée par :

$$X_t = \theta_0 + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + \alpha_0 + \varepsilon_t + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \alpha_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}$$

Le problème pertinent consiste à trouver les valeurs appropriées de p et de q permettant de spécifier le modèle ARMA. Ce problème peut être résolu, en partie, en se basant sur la fonction d'auto corrélation ρ_k et la fonction d'auto corrélation partielle θ_{kk} . La fonction d'auto corrélation d'un MA(q) doit être égale à zéro pour $k > q$ et la fonction d'auto corrélation partielle d'un AR(p) doit tendre vers zéro pour des retards supérieurs à p, où $\theta_{kk} = 0$ pour $k > p$.

Pour identifier empiriquement p et q, nous nous basons sur la signification des coefficients d'auto corrélation et les coefficients d'auto corrélation partiels. Sous l'hypothèse nulle et pour $n > 30$, les coefficients d'auto corrélation partiels suivent approximativement la loi normale de moyenne nulle et de variance $1/n$. La valeur critique égale à $Z = \theta_{kk} / (1/n)^{1/2}$.

Les résultats portant sur la signification des coefficients de corrélation et de corrélation partielle n'ont pas permis de rejeter l'hypothèse nulle de la marche aléatoire puisque aucun de ces coefficients n'est significativement différent de zéro. Les résultats sont confirmés par l'estimation des paramètres d'un processus ARMA(1,1).

Les résultats sont :

Tableau n° 2 : les résultats des coefficients de corrélation

	Valeurs critiques Z	n	Estimations
IAM	0,021	134	$R_t = 0,041 - 0,11R_{t-1} + 0,021\varepsilon_{t-1}$
ADDOHA	0,016	133	$R_t = 0,007 + 0,16R_{t-1} + 0,016\varepsilon_{t-1}$
BCP	0,011	134	$R_t = 0,009 + 0,21R_{t-1} + 0,011\varepsilon_{t-1}$
ATTIJARIWafa	0,003	134	$R_t = 0,032 + 0,43R_{t-1} + 0,003\varepsilon_{t-1}$
WafaASSURANCE	0,049	130	$R_t = 0,004 + 1,08R_{t-1} + 0,049\varepsilon_{t-1}$

La modélisation des séries de rendements par un processus ARMA (1,1) permet d'expliquer une grande partie des variations successives des cours à la fois de court terme et de moyen terme. Cette étude laisse à penser qu'un simple processus ARMA (1,1) peut être suffisant pour expliquer la majeure partie des composantes linéaires des séries de prix. L'influence de l'information sur le cours est évidemment fonction de la nature de l'information, de son caractère pessimiste ou optimiste, direct, ou indirect, quand il transite par les réactions coutumières des opérateurs à tel ou tel type d'information. Les travaux de la littérature ont distingué les bonnes et les mauvaises nouvelles qui correspondent à une hausse ou une baisse espérée du cours (Ball et Brown, 1968).

VI. L'EFFET DE L'INFORMATION SUR LES VARIATIONS DES COURS

L'idée selon laquelle les variations des cours ne suivraient aucune loi autre que celle du hasard renvoie à l'hypothèse d'un cheminement aléatoire des cours, et la valeur d'équilibre des actions dépend instantanément des nouvelles informations reçues par les opérateurs, car elles seraient nombreuses pour dégager des lignes de comportement ; meilleure information, peu d'informations ou mauvaise information.

A ce niveau, deux ordres de questions sont examinés. Tout d'abord, une meilleure information a-t-elle un effet bénéfique sur les cours ? Ensuite, une information très faible entraîne-t-elle une sous-évaluation systématique ?

Concernant la première question, une meilleure information sur une action réduit l'incertitude qui est associée au rendement, mais cette incertitude est spécifique et diversifiable, aussi, il n'est pas certain qu'un investisseur rationnel donnera une valeur supplémentaire à une action parce qu'on aura réduit son incertitude. De même, il n'est pas du tout sûr que cet investisseur qui diversifie, sous évalue une action sur laquelle il y a peu

d'informations. Cependant, le fait d'avoir une très mauvaise information sur une action diminuerait-il le prix que l'on accepterait de payer?

La mauvaise information est une source de friction. Quelles sont les implications de cet effet informatif ?

6.1 Mesure de l'information

Dans la théorie de l'efficience des marchés financiers, la série des prix peut apporter de l'information mais de qualité différente suivant l'efficience du marché. Ainsi, dans la forme dite faible de l'efficience, les prix reflètent seulement l'historique des cours ; c'est seulement dans la forme semi-forte qu'ils prennent en considération l'ensemble des informations publiques et dans la forme forte qu'ils incluent, en plus, les informations privilégiées.

Mais, cette vertu à être porteur d'informations crée une interdépendance entre les prix et le comportement des agents qui peut déboucher sur un mimétisme important si beaucoup d'entre eux accordent une grande importance à l'évolution des prix. Dans ce cas, l'acheminement vers un équilibre est plus difficile et plus instable car les comportements des agents dépendent de moins en moins des valeurs économiques réelles (leurs besoins, leurs ressources) et de plus en plus des évolutions du marché (d'où possibilité d'apparition de bulles spéculatives, de multiplicité d'équilibres, etc.).

Ainsi, tout agent non informé peut penser que d'autres intervenants détiennent des informations qui lui seraient pertinentes. Dans ce cas, les prix peuvent permettre d'observer le comportement de ces agents mieux informés. "Un individu qui cherche à gérer un portefeuille de valeurs financières peut être mal informé des perspectives de rendement des diverses valeurs ; mais, sachant que l'évolution des cours reflète l'évolution de ces perspectives, il est indirectement informé par la simple observation des cours"⁶. L'information que peut retirer un agent de l'évolution des prix dépend donc du degré d'efficience du marché.

Il importe de mieux comprendre - justement - l'information, de la définir, de la mesurer pour mieux évaluer son action sur les marchés financiers. L'information en tant que telle n'a pas de signification si on ne sait pas l'interpréter. Et cette capacité à traiter les nouvelles économiques et financières est peut être plus importante que ce que tous les intervenants peuvent connaître (hormis bien sûr les informations "privilégiées" mais qui sont interdites par la loi - le délit d'initiés - et donc d'une ampleur limitée).

Les cours d'une valeur sont une information aisément accessible, mais la capacité à l'interpréter de façon intelligente (comparaison avec l'indice du marché ou d'autres valeurs, moyennes mobiles, etc.) nécessite des compétences (informatiques, statistiques, économiques) déjà plus difficiles à réunir. Déceler des tendances dans la multitude de données macro-économiques diffusées quotidiennement exige une expertise peu courante.

En fait, on peut considérer que sur le marché financier, les intervenants récupèrent tous les mêmes informations (données macro-économiques, comptes des entreprises, presse, cours, ...) et la concurrence se fait sur la capacité à bien les interpréter pour produire d'autres informations (analyse financière, conseil) plus pertinentes. Mais, la particularité de ces dernières informations est qu'elles sont produites en interne - par l'intervenant lui-même - à partir du recoupement et de l'analyse d'informations largement diffusées. Ce sont ces informations que l'on pourrait qualifier de "privilégiées", bien qu'elles n'aient aucun caractère illégal, mais leur diffusion est plus restreinte.

On préférera donc considérer l'ensemble des informations arrivant sur le marché à la disposition de tous comme un tout, c'est-à-dire sans faire de distinction entre bonne ou moins bonne information : chacun utilise ces données comme il l'entend. On ne porte plus de jugement de valeur a priori sur tel ou tel type d'informations. Ensuite, à mesure que ces nouvelles sont analysées, recoupées, traitées par les intervenants - les agents financiers - elles deviendront des informations de plus en plus importantes. On pourrait même dire que les données qui arrivent sur le marché ne sont que des "nouvelles" ou des "événements" et pas encore des informations ; seul une analyse peut leur donner ce statut.

VII. CONCLUSION

La littérature concernant l'information s'est attachée principalement à l'étude d'un événement précis pour un ensemble de sociétés. Ce cadre d'analyse restrictif ne peut examiner l'ensemble d'information pour une société particulière. Les variations des cours boursiers présentent de grandes oscillations dans le mouvement des prix. Le mobile se résume en deux points à savoir l'anticipation d'un changement de prix des titres et l'avantage qui résulterait de leur emploi. Les mouvements des cours sont un processus aléatoire lié à la survenance arbitraire des informations de toutes sortes auxquelles un grand nombre d'opérateurs réagissent très rapidement.

Il y a certainement une composante aléatoire, mais les mouvements des cours sont liés à de nombreuses variables économiques identifiables à savoir le niveau d'investissement, l'évolution de la rentabilité, la distribution des dividendes, la qualité et la nature de l'information, la modification structurelle des intervenants

⁶ Malinvaud 1986 « Leçons de théories microéconomiques » Ed Dunod P

sur le marché, le changement de la microstructure, la sous-évaluation, la concurrence des agents, la taille des transactions et la volatilité des prix.

REFERENCES

- [1]. Blanchard, O.J., & Watson, M.W. (1984). « Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers », *Annales de l'INSEE*, 54.
- [2]. BOYA, C., 2009, Analyse des informations exogènes secondaires et mesure d'impact sur le marché action, *Revue Internationale d'Intelligence Economique*, 1.
- [3]. Cobbaut., La théorie financière., *Economica*, 1992.
- [4]. Demange, J-C.Rochet, *Méthode mathématiques de la finance*, *Economica*
- [5]. EVRAERT, F., 2007, L'Influence des Variables Non-Financières dans l'Évaluation des Entreprises de NTIC Françaises : Étude d'Événement pour la période 2000-2002, 4rd International Finance Conference
- [6]. FAMA, E. F., FISHER, L., JENSEN, M. C., ROLL, R., 1969, The adjustment of stock prices to new information, *International Economic Review*, 10.
- [7]. Husson, B. (1987). *La prise de contrôle d'entreprises*, Paris : Presses Universitaires de France.
- [8]. LARDIC, S., MIGNON, V., 2003, Analyse intra quotidienne de l'impact des news sur le marché boursier français, *Économie Appliquée*.
- [9]. Lardic, S., & Mignon, V. (2002). « Etudes d'événements sur données intra quotidiennes françaises : les réactions des actionnaires aux annonces », *Revue d'économie financière*, 66.
- [10]. Malinvaud., *Leçons de théories microéconomiques*. E.d.Dunod. 1986
- [11]. Roger., *Les outils de la modélisation financière*. éd.Puf.1991

Driss DAOUI. "Compromis Marche Aléatoire Et Information Financière" *International Journal of Business and Management Invention (IJBMI)*, vol. 07, no. 05, 2018, pp. 63–68.