

## Modélisation KMV De La Probabilité De Défaut De Remboursement : Application A La Bourse De Valeurs De Casablanca

Omar Hajaji<sup>a</sup>, Khalifa Ahsina<sup>b</sup>, Cheklekbire MALAININE<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Université Mohammed V, Rabat, Maroc,

<sup>b</sup> Ecole Nationale de Commerce et de Gestion Kenitra, Université Ibn Tofail, Maroc,

<sup>c</sup> Faculté Poly disciplinaire Béni Mellal, Université Sultan Moulay Slimane, Maroc.

Correspondence Author: Omar Hajaji

### Résumé :

L'octroi du prêt par un établissement de crédit au Maroc est une opération très risquée, en effet, selon l'Indice Global des Défaillances du cabinet Euler Hermès, Le Maroc figure parmi les pays qui enregistreront les plus fortes hausses de défaillances (+12% en 2017), aux côtés de la Chine (+10%), le Royaume-Uni (+8%), la Roumanie (+7%), et la Pologne (+5%).

La littérature financière dans les pays développés est riche en modèle de prévision de défaillance, les modèles pionniers sont de Beaver (1966), d'Altman (1968) et Merton (1974). Mais, ce genre de travaux sur la prévision de défaillance est faible dans les pays africains en général et au Maroc en particulier, d'où l'intérêt de ce travail.

Cet article examine de façon empirique la modélisation du risque de défaut de crédit sur les indicateurs sélectionnés de la performance de trois sociétés cotées sur le marché financier marocain. Dans une tentative de juxtaposer les résultats antérieurs qui étaient spécifiques des pays développés, la technique KMV a été employée

Les résultats ont révélé que contrairement aux travaux sur l'impact positif de l'effet de levier sur la rentabilité de l'entreprise, nous avons abouti à la conclusion que changer de structure de financement impacte la probabilité de défaut en hausse ou en baisse. Les résultats mettent en exergue aussi l'intérêt pour les analystes financiers de mettre en place ce genre d'outil pour mieux gérer le risque de défaut.

**Mots clés :** Risque de défaut, Finance, modèle KMV, Black et Scholes, Maroc, Afrique.

**Abstract :** The granting of the loan by a credit institution in Morocco is a very risky operation, indeed, according to the Global Failure Index of the firm Euler Hermes, Morocco is among the countries that will record the highest increases in insolvencies (+12 % in 2017), alongside China (+10%), the United Kingdom (+8%), Romania (+7%), and Poland (+5%).

Financial literature in developed countries is rich in failure prediction models, pioneering models are Beaver (1966), Altman (1968) and Merton (1974). But, this kind of work on failure forecasting is weak in African countries in general and in Morocco in particular, hence the interest of this work.

This article examines empirically the modeling of the risk of credit default on the selected indicators of the performance of three companies listed on the Moroccan financial market. In an attempt to juxtapose previous results that were specific to developed countries, the KMV technique was used.

The results revealed that, unlike work on the positive impact of leverage on the company's profitability, we concluded that changing the funding structure impacts the probability of default up or down. The results also highlight the interest for financial analysts to implement this type of tool to better manage default risk.

**Keywords:** Default risk, Finance, KMV model, Black and Scholes, Morocco, Africa.

Date of Submission: 18-04-2018

Date of acceptance: 05-05-2018

### I Introduction

L'octroi du prêt par un établissement de crédit au Maroc est une opération très risquée, en effet, selon l'Indice Global des Défaillances du cabinet Euler Hermès, Le Maroc figure parmi les pays qui enregistreront les plus fortes hausses de défaillances (+12% en 2017), aux côtés de la Chine (+10%), le Royaume-Uni (+8%), la Roumanie (+7%), et la Pologne (+5%).

La littérature financière dans les pays développés est riche en modèle de prévision de défaillance, les modèles pionniers sont de Beaver (1966), d'Altman (1968) et Merton (1974) ou de l'agence KMV.

Jusqu'à présent, il n'existe pas une application empirique du modèle KMV sur des données marocaine, d'où la première motivation de ce travail. Dans des travaux parallèles Kherrazi et Ahsina (2016), Éric Paget-Blanc (2003), ont appliqué un modèle logistique afin de calculer le risque de défaut de petites et moyennes entreprises.

Le présent travail se veut une extension de ces travaux de recherche, dans la mesure où la modélisation basée sur l'approche KMV sera appliquée à des sociétés cotées. Ainsi, cela permettra de constater comment les probabilités de défaut des entreprises peuvent être modélisées de plusieurs façons complémentaires.

Notre article sera structuré comme suit, dans un premier temps une revue succincte de la littérature sera présentée, puis après la présentation de la méthodologie et d'un échantillon de notre, nous allons analyser les données collectées.

## **II Revue De La Littérature : Les Modèles De Prévisions De La Défaillance**

Les institutions financières et surtout les banques, détiennent généralement un large portefeuille d'obligations ou de prêts, ont intérêt à gérer leur risque de crédit pour éviter des grosses pertes mettant en péril leur survie.

C'est dans ces conditions que le risque de contrepartie s'est ainsi exigé une principale préoccupation des banques, sa gestion ne s'est toutefois pas opérée sous les mêmes angles et s'est appuyée sur une multitude d'approches privilégiant notamment la modélisation.

Nous présenterons dans cette partie une revue succincte de la littérature depuis les années soixante et jusqu'à aujourd'hui.

### **1.1 Les modèles à base de ratios comptables**

La littérature financière est riche en modèle de prévision de défaillance, les modèles pionniers apparu dans les années soixante sont de Beaver (1966) et surtout de Altman (1968) ont proposés des scores construits à partir des moyennes pondérés de ratios comptables comme le fameux Z-score de Altman.

Ohlson de son cote a introduit des modèles de prédiction de probabilité de défaillance toujours à base de données comptables.

### **1.2 Les modèles mixtes (ratios comptables et boursiers)**

Plus récemment Shumway (2001), Campbel, Hilscher Szillagyi (2008) ont montrés qu'il était possible d'améliorer les capacités prédictives des modèles on se limitant pas à l'information comptable, mais, on intégrant des données boursières. En effet, le cours en bourse reflète les anticipations des agents sur le futur de l'entreprise

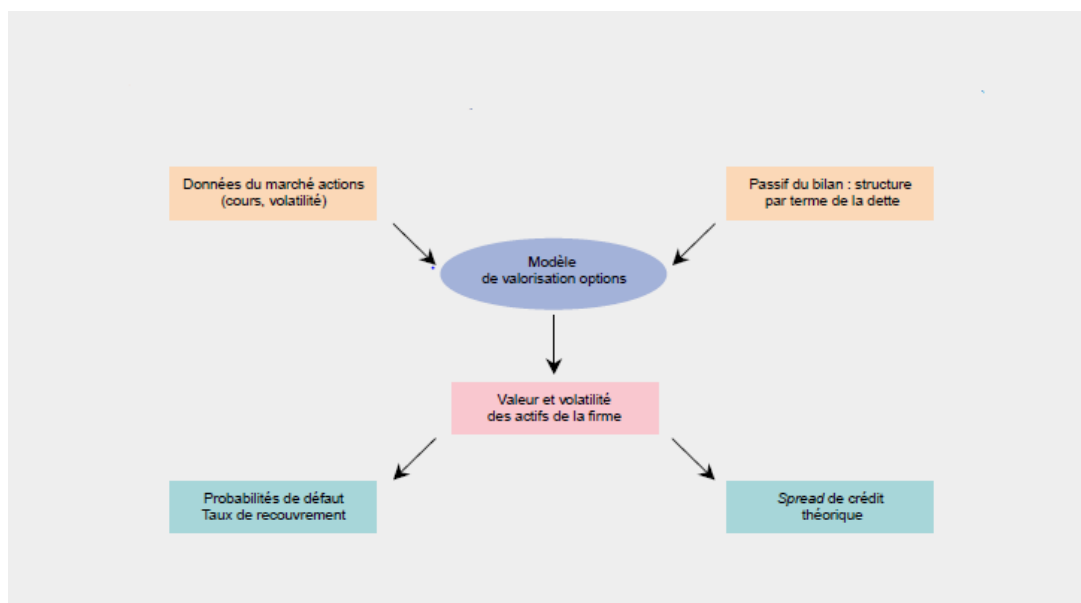
### **1.3 Les modèles structureaux fondés sur les valeurs boursières**

L'approche structurelle est apparue au début des années 70 à l'initiative de Fisher Black, Myron Scholes et Robert Merton. En effet, La théorie de la firme développée par ces auteurs montre comment des instruments de financement que sont les actions et la dette peuvent être analysés comme des options sur les actifs d'une entreprise.

Ces auteurs ont montré que tout titre de financement pouvait s'identifier à un contrat dérivé sur la valeur des actifs de la firme. F Haas (2003), considère ainsi que l'actionnaire peut être considéré comme détenteur d'une option d'achat sur ces actifs, tandis que le prêteur de fonds s'analyse comme un vendeur d'option de vente sur ces mêmes actifs

Ces modèles dits structureaux proposent une estimation du risque de défaillance à partir de la probabilité implicite que les actionnaires ne puissent pas exercer leurs Call sur les actifs totaux de la firme.

Figure 1 : Une présentation graphique de l'approche structurelle



Source : Morgan Stanley

Dans la pratique, les outils de gestion du risque de crédit reposant sur cette approche sont le modèle KMV de Moody's et la méthode CreditMetrics de JP Morgan entre autres, dans cet article nous allons nous limiter au modèle KMV.

#### 1.4 Modèle KMV (Kealhofer, McQuown et Vasicek)

KMV (Kealhofer, McQuown et Vasicek) ont développé plusieurs modèles de quantifications du risque de crédit.

Les modèles KMV reposent sur la notion de « distance au défaut » qui est calculée au regard de la barrière qui enclenche le défaut. Une fois la distance au défaut calculée, elle est convertie en probabilité de défaillance (aussi appelée « fréquence de défaut espérée » ou « Expected Default Frequency » ou EDF).

Les modèles de type KMV, se basent sur des valeurs du marché et non pas des valeurs comptables, elles procèdent ainsi d'une modélisation prospective de la valeur de la firme.

Ainsi ces méthodes sont basées sur le modèle de Merton (1974), d'où d'une part ils relient la valeur de marché des capitaux propres de la société à celle de ses actionnaires, de l'autre part ils comparent cette dernière à la valeur de ses passifs. En effet la modélisation stochastique de la probabilité de défaut, c'est développée dans les années 90 par l'agence KMV, qui s'appuie sur des fondements théoriques reconnus, celles proposées par Merton « l'analyse de défaut de la firme », selon ce modèle les actions d'une société endettée sont considérées comme des options d'achats (call) avec un niveau d'exercice égale à la valeur faciale de la dette.

### III Méthodologie

Suivant le modèle KMV pour l'évaluation des titres de sociétés, nous envisageons le cas de trois sociétés cotées à la bourse de Casablanca, avec des actifs risqués évalués aujourd'hui par le marché. Dans le futur la valeur des trois sociétés est incertaine, en raison de nombreux facteurs externes et internes (risque économique, risque commercial, change risque, risque de l'industrie, etc.).

En règle générale, nous supposons que les rendements des actifs de l'entreprise sont distribués normalement et leur comportement peut être décrit avec un mouvement Brownien.

Nous nous attarderons successivement sur l'échantillon, la mesure des variables, l'outil d'analyse statistique et les caractéristiques de l'échantillon.

#### 1.5 Echantillon

Pour l'estimation de processus du risque de défaut, selon la même démarche utilisée par Zielinski T. (2013), Black-Scholes (1973), nous avons utilisés une base de données de sociétés cotées en bourse (voir tableau 1). Ensuite nous avons estimé les paramètres du modèle KMV (tableau 2).

Nous présentons par la suite un certain nombre de résultats empiriques et nous discutons tour à tour de chaque type de résultat.

**Tableau 1 : Quelques Indicateurs des entreprises étudiés**

Société	Activité	Date d'introduction en bourse	Capitaux propres en 2017
Disway	Matériels, Logiciels et Services Informatiques	28/02/2007	643 618 875,35
Espace Saada	La promotion immobilière	18/12/2014	4 048 052 000,00
Med Paper	Sylviculture et Papier	28/07/1998	-28 426 944,29

**Source :** élaboré par les auteurs à partir des données financiers publiées en 2016 par la bourse de Casablanca

### La méthodologie de l'étude

Notre méthodologie est basée sur la méthode développée dans les années 90 par l'agence KMV, en se basant sur le modèle de Black & Scholes afin de déterminer la valeur de l'option. La modélisation stochastique de la probabilité de défaut, montre qu'à tout instant  $t$  la différence entre la valeur du marché notée  $V_t$ , et le montant de la dette à rembourser noté  $DD$ , qui représente la distance par rapport au défaut ( $DD$ ) s'exprime comme suit :

$$DD = \frac{\ln \frac{V_t}{DPT_t} + (\mu - 0,5\sigma^2_A) T}{\sqrt{T}\sigma_A}$$

Une fois ( $DD$ ) obtenue, elle va être comparée par KMV avec d'autres entreprises ayant une  $DD$  égale et dont on connaît le taux de défaut historique afin d'obtenir le PD (ou Expected Default Frequency pour KMV).

Les trois étapes pour l'estimation des EDF sont :

- ❖ Estimation de la valeur de marché et la volatilité des actifs de la firme.
- ❖ Calcul de la distance de défaut ( $DD$ ) : C'est la différence entre la valeur espérée des actifs moins le point de défaut, définie comme la somme des dettes à court terme et la moitié des dettes à long terme, divisée par la volatilité des actifs.
- ❖ Dériver les probabilités de défaut correspondant à la distance de défaut calculée. Par exemple,  $DD=4$  correspond à une EDF égale à 40 points de base.

Une cotation est accordée à l'obligation ou à l'obligataire selon la valeur de son EDF.

Dans la littérature, plusieurs ratios financiers sont utilisés afin d'évaluer le risque de défaut des entreprises. Dans cette étude nous avons choisie de travailler sur le ratio de levier financier (LF) Ce ratio mesure le taux d'endettement de la firme. Il permet de réinterpréter les formules de Merton.

En résumé, la solvabilité d'une entreprise (niveau de risque de crédit lié à ses titres) peut être affichée avec un Spread (écart) de crédit implicite pour sa dette qui dépend de trois éléments importants : le ratio de levier, la volatilité des actifs  $\sigma(A)$  et le délai de remboursement de la dette.

Le Spread de crédit impliqué par le modèle de Merton peut être obtenu en réduisant le taux de rendement avec le taux sans risque :

$$S = y - r$$

Le modèle KMV, fondé sur l'approche dite structurelle « à la Merton », considère que, pour un titre donné, le risque de défaut résulte de trois facteurs combinés :

- la probabilité de défaut ;
- l'ampleur de la perte en cas de défaut, fonction inverse du taux de recouvrement ;
- le risque de transition (migration), c'est-à-dire le risque d'une variation de la probabilité de défaut.

Si l'on considère non plus un titre particulier mais un portefeuille, il convient de prendre en compte également la corrélation entre les risques de défaut des différents émetteurs, dont les titres composent le portefeuille, et l'exposition du portefeuille, c'est-à-dire la proportion du portefeuille exposée au risque de défaut de chaque émetteur.

La probabilité de défaut est le facteur le plus délicat à estimer. Cette probabilité dépend de trois facteurs essentiels :

- la valeur de marché des actifs de la firme, définie comme la valeur présente de cash flows futurs produits par ces actifs, et déduite du modèle d'options de la valeur boursière de la firme ;
- le risque supporté par ces actifs (c'est-à-dire le risque spécifique afférent au domaine d'activité de la firme et à son modèle d'organisation), mesuré par la volatilité de la valeur des actifs (dérivée de la volatilité du cours de l'action de la firme) ;
- le levier d'endettement utilisé par la firme.

Le risque de défaut augmente à mesure que la valeur des actifs se rapproche de la valeur comptable des engagements, le défaut intervenant lorsque leur valeur atteint un seuil de défaut, une valeur qui se situe, sur la base d'analyses empiriques, entre le montant total des engagements et les engagements de court terme.

La combinaison de ces trois facteurs (valeur et volatilité des actifs, point de défaut) permet de définir la « distance par rapport au défaut » (Distance to Default, DD par la suite), expression probabiliste du nombre d'écart-types séparant la valeur des actifs du seuil de défaut :

$$DD = (Va - SD) / (Va * \sigma)$$

Ainsi, une DD égale à 3 signifie qu'une variation de trois écart-types de la valeur des actifs de la firme est nécessaire avant qu'intervienne le défaut.

Dans une approche conforme à la théorie optionnelle et au modèle Black and Scholes, la DD peut être exprimée sous la forme suivante :

$$DD = \frac{\ln Va}{Xt} + \frac{(\mu - \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}}$$

Avec : Va : valeur de marché des actifs

SD : seuil de défaut

Xt : valeur comptable des engagements de la firme exigibles à la date t

μ : rendement attendu des actifs de la firme

σ : volatilité des actifs de la firme.

## II. Résultats et discussion

Après cette présentation succincte de notre méthodologie, nous présenterons dans cette partie les résultats descriptifs de notre recherche dans un premier point (4.1) et l'application de la modélisation KMV dans un dernier point (4.2).

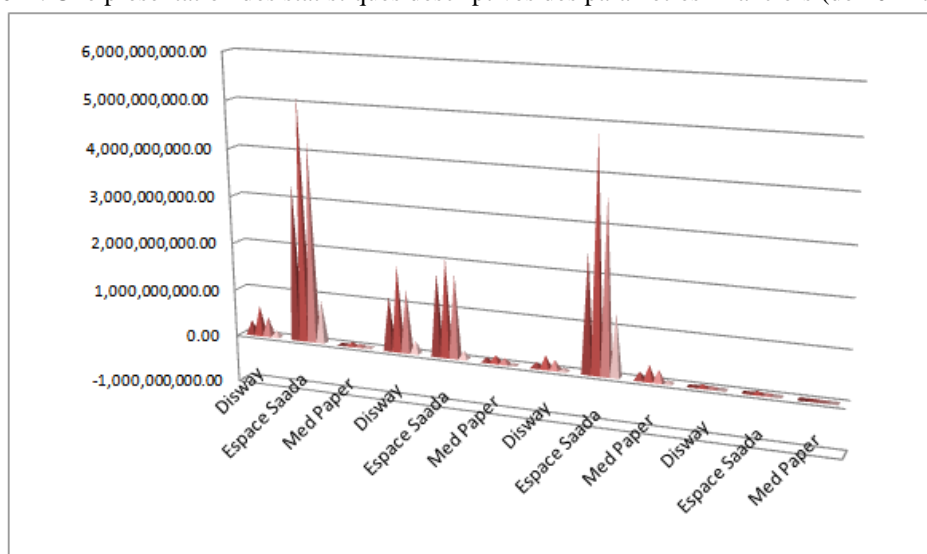
### 1.6 Les statistiques descriptives

Tableau 2 : Indicateurs statistiques de tendance centrale et de dispersion.

Paramètres financiers	Actions	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Capitalisation Boursière	Disway	305 493 444,00	643 618 875,35	420 262 580,27	135 127 825,99
	Espace Saada	3 354 732 800,00	5 176 247 875,00	4 265 490 337,50	919 368 860,86
	Med Paper	-28 426 944,29	77 218 394,50	58 443 219,68	42 474 501,82
Chiffres d'affaires	Disway	1 146 096 339,89	1 809 238 435,41	1 334 975 821,74	269 071 128,17
	Espace Saada	1 746 488 000,00	2 075 000 000,00	1 779 395 000,00	173 811 131,19
	Med Paper	88 420 858,94	162 086 834,96	126 867 809,76	32 070 418,16
Dettes	Disway	121 487 027,28	274 069 294,34	208 474 164,85	62 648 516,45
	Espace Saada	2 476 625 853,48	4 831 112 326,33	3 653 869 089,91	1 320 514 193,36
	Med Paper	175 745 993,34	330 723 890,96	265 444 993,41	56 416 098,57
Résultat Net	Disway	33 228 330,55	66 250 459,29	43 725 786,97	13 000 070,87
	Espace Saada	33 228 330,55	66 250 459,29	43 725 786,97	13 000 070,87
	Med Paper	-40 674 157,78	-15 454 664,86	-26 030 055,70	9 616 859,59

Source : élaboré par les auteurs à partir des données financiers publiées en 2016 par la bourse de Casablanca

Figure 2 : Une présentation des statistiques descriptives des paramètres financiers (de 2012 à 2016).



Source : élaboré par les auteurs à partir des données financiers publiées en 2016 par la bourse de Casablanca

De l'observation du graphique 2, on constate que d'une manière générale les paramètres statistiques de la société Espace Saada sont conséquents que celles des deux autres sociétés.

En effet, la capitalisation boursière est dix fois plus importante que celles de la société Disway et de cent fois plus que celle de Med Paper. Cet effet taille influe impérativement sur le chiffre d'affaire et par conséquent sur la rentabilité.

### 1.7 Application empirique du modèle KMV :

Selon le modèle d'évaluation des options de Black-Scholes (l'extension de Merton qui tient compte des dividendes), six paramètres influent sur les prix des options :

**Tableau 3** : Calcul de structure du capital avec le modèle de KMV

Les paramètres du modèle	Disway	Espace Saada	Med Paper
<b>A<sup>0</sup> : Capitalisation Boursière</b>	618 503 203,3	4 077 894 147,92	258 255 500,00
DLT : Dettes à long terme	16 060 476,03	2 431 996 504,34	125 400 387,38
DCT : Dettes à court terme	150124655,3	185 741 179,11	145 321 339,29
<b>DT/A<sup>0</sup> : montant total de la dette notionnelle de l'entreprise</b>	<b>27%</b>	<b>64%</b>	<b>105%</b>
<b>DPT : DCT+O, 5 DLT</b>	158 154 893,36	1 401 739 431,28	208 021 532,98
σ:la volatilité du prix de l'action sous-jacente	0,32	0,35	0,58
r : estime par le MEDAF (CAPM)	0,1	1,42	-0,26
T : le temps à courir jusqu'à l'échéance en nombre d'années	1	1	1
RN : Le Résultat Net	66 250 459,29	468 000 000,00	-29 147 592,27
PER : price-earning ratio ou ratio cours sur bénéfice	10,19	10,36	-8,86
Inverse du PER	10%	10%	-11%
$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A_0}{D}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)T}{\sigma_A\sqrt{T}}$	4,67	13,04	0,83
$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{D}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)T}{\sigma_A\sqrt{T}} = d_1 - \sigma_A\sqrt{T}$	4,35	12,69	0,26
<b>ND(1) : le delta de l'option d'achat</b>	4,35	12,69	0,26
<b>ND(2) : Le spread de crédit</b>	0	0	0,4
<b>Ratio de levier</b>	1	1	0,6

**Source** : élaboré par les auteurs à partir des données financiers publiées en 2016 par la bourse de Casablanca

De l'observation du tableau 3, on constate que contrairement à Med Paper, les résultats des sociétés Disway et Espace Saada sont d'un niveau de valorisation plutôt attractive de 66 millions et 468 millions de dirhams.

Elles affichent aussi, un niveau de PER très intéressant pour les actionnaires qui est de 10,19 pour Disway et 10,36 pour Espace Saada.

De même, le modèle KMV présenté au tableau 3, pour les sociétés Disway et Espace Saada illustre des situations plutôt confortables pour les créanciers contrairement à la société Med Paper.

En effet, le spread de crédit calculé est proche de zéro confirmant un faible niveau de risque de crédit pour les sociétés Disway et Espace Saada et un risque élevé pour la société Med Paper.

Si on change la structure de financement de l'entreprise en augmentant la contribution de la dette (105% pour la société Med Paper au lieu de 27% pour la société Disway), cela induit une augmentation de la probabilité que la valeur marchande des actifs tombe en dessous de la valeur de la dette causant la situation par défaut.

Une plus grande volatilité des actifs (32% pour Disway au lieu de 35% pour Espace Saada), influence aussi la valeur initiale de la dette qui passe de 27% à 64%.

Dans le cas des sociétés Disway et Espace Saada, la valeur marchande de la dette de l'entreprise devient inférieure à la valeur initiale et par conséquent, le rendement réalisé est plus élevé, compensant ainsi l'augmentation du risque de crédit, le PER passe de 10,19 à 10,36.

## IV Conclusion

Le présent article est la première recherche marocaine à faire une analyse du risque de défaut de crédit par une modélisation KMV et présente ainsi son caractère original.

Les résultats ont révélé que contrairement aux travaux sur l'impact positif de l'effet de levier sur la rentabilité de l'entreprise, nous avons abouti à la conclusion que changer de structure de financement impacte la

probabilité de défaut en hausse ou en baisse. Les résultats mettent en exergue aussi l'intérêt pour les analystes financiers de mettre en place ce genre d'outil pour mieux gérer le risque de défaut.

Ce résultat est conforme à la littérature citée sur ce sujet (Altman, 1968 ; Zielinski, 2013)

Cependant, si la modélisation mathématique du modèle de Merton et KMV semble très convaincante, la question la plus importante se pose, si les résultats donnés par cette approche est vraiment mieux que les probabilités dérivées empiriquement par d'autres modèles tel que les modèles de crédit scoring ou des agences de notation.

Ainsi, pour ne pas décrédibiliser ni la conception pure de Merton ni le modèle KMV, il devrait être toujours recommandé de les utiliser avec prudence.

### Références

- [1]. Altman, Edward I., 1968, Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *Journal of Finance* 23, 589-609.
- [2]. Beaver, William H., 1966, Financial ratios as predictors of failure, *Journal of Accounting Research* 4, 71-111.
- [3]. Campbell John Y., Jens Hilscher, and Jan Szilagyi, 2008, In search of distress risk, *Journal of Finance*, 63, 2899-2939.
- [4]. Haas François ; 2003. Vers un « continuum de marché » ? Modèles structurels et interactions entre marchés de crédit et d'actions. Banque de France • Revue de la stabilité financière • Juin 2003
- [5]. Ohlson, James A., 1980, Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy, *Journal of Accounting Research* 18, 109-131.
- [6]. Merton, R. C. (1974) : « On the pricing of corporate debt : the risk structure of interest rates », *Journal of Finance*, vol. 29, pp. 449–470.
- [7]. Zielinski T. (2013), Merton's and KMV models in credit risk management, *Studia Ekonomiczne. Zeszyty, Naukowe . University of Economics in Katowice*
- [8]. Shumway, Tyler, 2001, Forecasting bankruptcy more accurately: a simple hazard model, *Journal of Business* 74, 101-124.
- [9]. S.Kherrazi et K.Ahsina.(2016), Défaillance et politique d'entreprises : modélisation financière déployée sous un modèle logistique appliqué aux PME marocaines. *La Revue Gestion et Organisation*. Volume 8, Issue 1, March 2016, Pages 53-64
- [10]. F.Black and M. Scholes. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities was first published in the *Journal of Political Economy*, Vol. 81, No. 3 (May – Jun 1973), The University of Chicago Press.
- [11]. Éric Paget-Blanc (2003), Rating et probabilité de défaut des entreprises européennes : détermination par un modèle de régression logistique ordonné. *Banques & marchés*. N0 65.

Omar Hajaji. "Modélisation KMV De La Probabilité De Défaut De Remboursement: Application A La Bourse De Valeurs De Casablanca." *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)* , vol. 9, no. 3, 2018, pp. 06-12.