



المندوبية السامية للتخطيط
HAUT-COMMISSARIAT AU PLAN

ROYAUME DU MAROC

*_*_*_*_*

HAUT COMMISSARIAT AU PLAN

*_*_*_*_*_*_*_*

INSTITUT NATIONAL

DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE



INSE

A

Projet de Fin d'Etudes

**Modélisation du risque contrepartie : Application
au portefeuille de la CMR**

Préparé par : *Mlle Fatima-Ezzahra BIYAD*

Mlle Nada ELMOUTAKI

Sous la direction de : *M. Fouad MARRI (INSEA)*

M. Slimane KABIRI (CMR)

Soutenu publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Option : ACTUARIAT-FINANCE

Devant le jury composé de :

- *M. Abedrahim OULIDI (INSEA)*
- *M. Fouad MARRI (INSEA)*
- *M. Slimane KABIRI (CMR)*

Résumé :

La gestion du risque de crédit est d'une nécessité impérieuse dans chaque politique de placement. Le risque de crédit acquiert un caractère quantitatif à travers la notion du spread de crédit : ce dernier et exprimant l'écart entre le rendement d'un titre risqué et celui d'un titre sans risque destiné à compenser le risque de défaut, préoccupe les investisseurs de nos jours. C'est dans cette perspective que s'inscrit notre projet de fin d'étude.

Pour atteindre les objectifs prônés, nous proposons un outil d'aide à la décisions regroupant plusieurs volets à savoir: la volatilité de la valeur en question par rapport au marché, la prime de risque action, un indicateur de la défaillance(Z-score), un modèle multifactoriel permettant l'analyse et la prévision des spreads de crédit, et un autre modèle de type probit offrant une approximation de la probabilité de détérioration de la situation financière de l'émetteur.

Notre étude est relative au marché de la dette privée marocain, plus précisément nous nous sommes intéressées aux certificats de dépôt et aux bons des sociétés de financement.

Le Z-score nous a bien permis de discriminer entre les émetteurs de la place en matière de défaillance. La prime de risque action calculée est aussi une référence solide pour les investisseurs marocains. Les deux modèles multifactoriels et de type probit témoignent de l'importance d'un ensemble de facteurs explicatifs dans la détermination respectivement du spread de crédit et de la probabilité de détérioration de la situation financière.

Abstract:

Management of credit risk is an urgent need in each investment policy. Credit risk through quantitative acquires the notion of credit spread character and the latter expressing the difference between the return on a risky way and that a risk-free security concerns investors today. It is in this perspective that fits our final project study.

To achieve the goals advocated, we propose a tool to decisions involving several aspects, namely: the volatility of the value in question from the market, the equity risk premium, an indicator of the failure (Z-score) a multifactorial model for analyzing and predicting credit spreads, and another probit model provides an approximation of the probability of failure.

Our study is on the market for Moroccan private debt, more precisely we interested in certificates of deposit and good finance companies.

The Z-score has allowed us to discriminate between transmitters instead on failure. The risk premium calculated action is also a solid reference for Moroccan investors. Both multifactorial probit models and demonstrate the importance of a set of explanatory factors in determining the credit spread.

ملخص

إدارة مخاطر الائتمان هو حاجة ملحة في كل سياسة الاستثمار. مخاطر الائتمان من خلال الكم يكتسب مفهوم انتشار الحرف الائتمان وهذا الأخير يعبر عن الفرق بين العائد على طريقة محفوفة بالمخاطر وأن مخاوف أمنية خالية من المخاطر للمستثمرين اليوم. ومن هذا المنظور الذي يناسب دراستنا النهائية للمشروع.

لتحقيق أهداف الدعوة، نقترح أداة لاتخاذ قرارات تنطوي على عدة جوانب، وهي: تقلب القيمة في مسألة من السوق، وعلاوة مخاطر نقاط) نموذج متعدد العوامل لتحليل وتوقع هوامش الائتمان، ونموذج الاحتمالية آخر يوفر ترسم من الأسهم، وهو مؤشر على فشل احتمال الفشل.

دراستنا هو على السوق لديون القطاع المغربي، على نحو أدق نحن مهتمون في شهادات الإيداع وشركات التمويل جيدة.

النتيجة لنا للتمييز بين أجهزة الإرسال بدلا من ذلك على الفشل. علاوة مخاطرة محسوبة العمل هو أيضا إشارة قوية -Z وقد سمح للمستثمرين المغاربة. كلا النموذجين الاحتمالية سياقاتها وإظهار أهمية وجود مجموعة من العوامل التفسيرية في تحديد انتشار الائتمان.

Mots clés

- ✓ La dette privée :
- ✓ Risque de crédit :
- ✓ Spread de crédit :
- ✓ Probabilité de défaut :
- ✓ Données de panel :
- ✓ Modèle probit :
- ✓ La volatilité :

Dédicace

A mes très chers parents

Lisez derrière les lignes, vous allez vous retrouver partout . Chaque mot je l' ai bourré de tant d' amour et je l' ai mis dans les meilleurs contextes juste pour votre plaisir, même les virgules et les points ne sont que des pauses pour reconnaître vos faveurs et vos sacrifices.

A mes sœurs et mon frère

On partage le sang, le foyer et le même nom de famille, mais aujourd' hui j' aimerai bien partager avec vous le fruit de tout un parcours universitaire.

A ma tante Khadija CHADDI et son mari Abdelaziz ZEMZAMI KETTANI

J' ai connu le vrai sens de l' hospitalité, la générosité et de la bienséance à travers vous, permettez moi aujourd' hui de citer votre nom dans ma dédicace, il la rend plus attrayante.

Remerciement

Avant d'entamer le détail de notre projet de fin d'études, il nous tient à cœur de remercier toutes les personnes de mérite sans qui ce travail n'aurait jamais abouti.

Nous exprimons notre profonde gratitude à M. Jaber KHAMLICHI, Directeur de la Division Gestion de Portefeuille ainsi qu'à notre tuteur de stage, M. Slimane KABIRI, Chef de la division des Opérations à la CMR, pour leurs orientations, leurs conseils et leur aide précieuse tout au long de notre période de stage.

Nous n'omettons pas de remercier toute l'équipe de la Direction gestion de portefeuille à la CMR et en particulier M. Mostapha LEKHAL, analyste financier, pour les informations très utiles qu'il nous a fournies.

Très grands sont les sentiments de gratitude et de considération que nous exprimons à l'égard de notre encadrant pédagogique Mr. Fouad MERRI pour son soutien inconditionnel, sa disponibilité, ses conseils, son apport dans le projet et l'aide permanente qu'il nous a prodiguée.

Nous savons gré également aux membres du jury qui ont eu l'obligeance d'accepter d'évaluer ce travail.

Que nos parents trouvent ici les marques de notre éternelle obligation pour leur soutien et leur présence pendant le déroulement de ce stage et durant toute notre vie.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la concrétisation de ce travail.

Table des matières

Résumé :	3
Mots clés	6
Dédicace	7
Remerciement	8
Table des matières	9
Liste des abréviations	12
Liste des figures	13
Liste des tableaux	14
Introduction.....	15
Contexte et problématique:.....	15
Enjeu :.....	16
Plan du travail:.....	16
Chapitre 1 Préliminaire.....	17
I. Cadrage du projet de fin d'étude :	18
I.1. Grandes lignes du Projet :	18
I.2. Durée du projet :.....	18
I.3. Produit du projet :.....	18
I.4. Diagramme de Gantt du projet :.....	19
II. Présentation de la structure d'accueil :	19
II.1. Présentation :.....	19
II.2. Mode de fonctionnement :	19
II.3. Situation financière et condition d'équilibre de la CMR :	20
II.4. Présentation de la division des opérations :	20
III. Vue d'ensemble sur le marché de la dette privé marocain :	21
III.1. Chiffres clé :	21
III.2. Les apports du marché de la dette privée :	23
III.3. Un nouveau marché, de nouveaux risques :	24
IV. Description statistique de la base des données :	25

IV.1. Méthodologie de collecte des données :	25
IV.2. Présentation des données :	26
Tableau 4 : La moyenne des spreads de crédit des CD par maturité et pas émetteur	28
IV.3. Marché des Bons de sociétés de financement (BSF) :	28
IV.4. Marché des certificats de dépôts (CD) :	29
Chapitre 2 Jugement de la défaillance : l'indicateur Z-score	31
I. Présentation générale :	32
II. Résultats empiriques :	33
Chapitre 3 Revue de littérature sur les modèles du spread de crédit	35
I. Modèle de Merton (1974) :	36
II. Extensions du modèle de Merton: abandonnement des hypothèses classiques :	38
II.1. Éventualité de la faillite d'une entreprise à tout moment :	38
II.2. Imperfections du marché :	39
II.3. Dynamique des actifs de l'entreprise :	39
Chapitre 4 Un premier modèle simplifié du spread de crédit : Le MEDAF	40
I. Jugement de la volatilité des valeurs de l'échantillon par l'indicateur bêta :	41
II. Appréciation de la prime de risque action :	43
Chapitre 5 Un modèle multifactoriel des spreads de crédit :	46
I. Formulation générale :	47
II. Les déterminants du spread de crédit retenus :	47
II.1. La maturité :	47
II.2. La situation financière de l'émetteur :	48
II.3. Les variables du marché :	48
II.4. Liquidité du marché :	50
III. Les données de panel : un outil privilégié de l'étude des séries aux dimensions temporelle et individuelle :	50
III.1. Modèle à effet fixe :	51
III.2. Le modèle à erreurs composées :	52
III.3. Tests de spécification du modèle :	53
IV. Résultats empiriques :	54
IV.1. Remarques préliminaires :	54
IV.2. Résultats des tests préliminaires :	56
IV.3. Résultats de l'estimation des modèles et interprétations:	58
Chapitre 6 Une modélisation de type probit et l'estimation d'une probabilité de détérioration de la situation financière:	63
I. Présentation générale :	64

II. Résultats empiriques :.....	65
Chapitre 7 Développement de l'application sous VBA.....	67
I. Expression du besoin :.....	68
I.1. Énoncé du besoin :	68
I.2. Diagramme Bête à cornes :	68
II. Présentation de l'application :	69
II.1. Description de la base des données:.....	69
II.2. Description de l'application :.....	72
Conclusion générale :	75
Annexes	76
Bibliographie	80

Liste des abréviations

- ✓ **ACP**: Analyse en Composante Principale.
- ✓ **APT** : Asset Pricing Theory.
- ✓ **BDT**: Bon De Trésor.
- ✓ **BSF**: Bon des Sociétés de Financement.
- ✓ **CD**: Certificat de Dépôt.
- ✓ **CDG** : Caisse de Dépôt et de Gestion.
- ✓ **CMR** : Caisse Marocaine des Retraites.
- ✓ **DD** : Distance de Défaut
- ✓ **DGP**: Division de Gestion de Portefeuille.
- ✓ **LM-test**: Lagrange Multiplier test.
- ✓ **LSDV**: least squares dummy variable.
- ✓ **MADEX**: Moroccan Most Active Shares Index.
- ✓ **MASI**: Moroccan All Shares Index.
- ✓ **MCG**: Moyenne Carrée Généralisée.
- ✓ **MCO**: Moyenne Carrée Ordinaire.
- ✓ **MEDAF**: Modèle d'Évaluation Des Actifs Financiers, sa traduction approximative en anglais est Capital Asset Pricing Model (CAPM).
- ✓ **OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Économique.
- ✓ **OPVM** : Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières.
- ✓ **ROA**: Return On Assets.
- ✓ **ROE**: Return On Equity.
- ✓ **TCN** : Titres de Créances Négociables.
- ✓ **VBA** : Visual Basic Application.

Liste des figures

Figure 1: Évolution de l'encours de la dette privée en MMDH.....	21
Figure 2: Évolution de l'encours de la dette privée par instrument en MMDH.....	22
Figure 3: Répartition de l'encours de la dette privée par secteur en 2011	22
Figure 4: Évolution de l'encours des emprunts obligataires (privé vs BDT) en MMDH.....	23
Figure 5: Évolution des spreads moyens des émissions obligataires	23
Figure 6: La moyenne des spreads de crédits des BSF par émetteur et par maturité.....	29
Figure 7: Évolution de la moyenne des spreads de crédit des BSF par maturité et par émetteur dans le temps	Erreur ! Signet non défini.
Figure 8: La moyenne des spreads de crédits des CD par émetteur et par maturité	30
Figure 9: Évolution de la moyenne des spreads de crédit des CD par maturité et par émetteur dans le temps	Erreur ! Signet non défini.
Figure 10: Évolution des spread de crédit par maturité	30
Figure 11: La structure par terme des spreads obtenue à partir du modèle de Merton	38
Figure 12: Test de Box-Cox pour les BSF	55
Figure 13: Test de Box-Cx pour les CD.....	56
Figure 14: Test de Hausman pour les CD	57
Figure 15: Test d'Hétéroscédasticité pour les BSF.....	58
Figure 16: Test d'Hétéroscédasticité pour les BSF.....	58
Figure 17: Estimation du modèle multifactoriel pour les BSF.....	58
Figure 18: Représentation des spreads de crédit des BSF observés et estimés.....	60
Figure 19: Estimation du modèle multifactoriel pour les CD	60
Figure 20: La troisième composante factorielle des CD	61
Figure 21: Représentation des spreads de crédit des CD observés et estimés	62
Figure 22: Résultat de l'estimation du modèle Probit des CD.....	65
Figure 23: Résultat de l'estimation du modèle Probit des BSF	66
Figure 24: Bête à corne de l'application à développer	68
Figure 25: liste des entreprises	69
Figure 26: Feuille du secteur « Banques» de la base de données	70
Figure 27: Feuille des émissions des certificats de dépôt antérieures.....	71
Figure 28: Calcul du Z-score pour le secteur société de financement	71
Figure 29: modèle multifactoriel pour les BSF	72
Figure 30: Espace du calcul de la prime de risque action ainsi que le Béta.....	73
Figure 31: Espace de calcul du Z-score et de la probabilité de défaut.....	73
Figure 32: Espace de calcul du spread de crédit proposé par le modèle multifactoriel	74

Liste des tableaux

Tableau 1: Les acteurs intervenant dans le projet	19
Tableau 2: La liste des entreprises avec leurs symboles et leurs secteurs d'activité.....	27
Tableau 3: La moyenne des spreads de crédit des BSF par maturité et pas émetteur.....	27
Tableau 4 : La moyenne des spreads de crédit des CD par maturité et pas émetteur	28
Tableau 5: Le Z-score et la probabilité de défaut des banques	33
Tableau 6: Le Z-score et la probabilité de défaut des sociétés de financement	33
Tableau 7: Le classement des banques selon le Z-score	34
Tableau 8: Le classement des sociétés de financement selon le Z-score	34
Tableau 9: les deux cas possible	37
Tableau 10: les Béta des sociétés de financement.....	43
Tableau 11: les Béta des banques.....	43
Tableau 12: la prime de risque action des banques	44
Tableau 13: La prime de risque action des sociétés de financement	44
Tableau 14: Test de Fisher pour les BSF	56
Tableau 15: Test de Fisher pour les CD.....	56
Tableau 16: Le test de Breusch and Pagan pour les BSF.....	56
Tableau 17: Le test de Breusch and Pagan pour les CD	57
Tableau 18: La deuxième composante factorielle des BSF	59

Introduction

Contexte et problématique:

Le risque de crédit et la codification des relations entre prêteurs et emprunteurs étaient déjà au cœur des préoccupations des rois des premières civilisations. Il y a 3800 ans, Hammourabi, roi de Babylone, au paragraphe 48 de son Code des lois, énonçait que, dans l'éventualité d'une récolte désastreuse, ceux qui avaient des dettes étaient autorisés à ne pas payer d'intérêt pendant un an. Le risque d'une mauvaise récolte était transféré de l'emprunteur au prêteur, créant ainsi un risque de crédit pour le prêteur.

Des recherches archéologiques récentes montrent aussi que, dans l'ancienne Babylone, il y avait un marché du crédit dynamique où les emprunteurs recherchaient activement le meilleur taux. Mais les prêteurs avaient aussi la liberté d'imposer une prime, l'équivalent aujourd'hui de l'écart de taux (spread), pour compenser le risque de défaillance.

Plus récemment, la crise de 2007 se présente comme un autre exemple éloquent à ce propos. En effet cette dernière a été causée initialement et en grande partie par une gestion des risques relativement limitée, qui a sous-estimé entre autres les risques venant des hypothèques subprime et les risques venant de la titrisation qui contenait ces hypothèques subprime. On a assisté ainsi à la faillite d'une institution ayant à ce moment environ 600\$ milliards en actif : Lehman Brothers. Ceci dit, d'un simple risque de crédit mal géré peut découler des crises financières désastreuses.

Néanmoins, aborder la notion du risque de crédit isolément n'est jamais suffisant. Il est bien établi que la corrélation entre différentes sources de risques comme le risque de marché, le risque de liquidité et le risque de crédit joue un rôle crucial dans la bonne compréhension des marchés financiers. Un investisseur rationnel et avant toute décision de placement, doit être conscient des risques qu'il court : une éventuelle défaillance de la contrepartie, une crise de liquidité sur le marché, des fluctuations significatives des taux d'intérêt ...tout en moyennant une prime susceptible de le protéger contre tous ces aléas financiers.

Le risque de crédit acquiert de nos jours une autre dimension, surtout avec l'émergence d'un nouveau marché, celui de la dette privée¹. D'un point de vue investisseur, le choix de cet instrument s'explique essentiellement par la recherche de réelles opportunités de placement dans un environnement marqué par une baisse des taux bancaires créditeurs et des niveaux bas des taux de

¹ Le marché de la dette privée offre les instruments suivants :

- Certificats de Dépôts (CD) qui sont émis par les banques avec une maturité allant de 1 mois à 7 ans ;
- Bons de sociétés de financements (BSF) émis par les sociétés de financements sur une durée comprise entre 2 et 7 ans ;
- Billets de trésorerie (BT) sont émis par les entreprises non financières sur une durée allant de 10 jours à 1 an ;
- Les obligations privées.

bons du Trésor. De la même manière, le manque de liquidité pesant sur le marché de la dette souveraine particulièrement pour les maturités longues a, aussi, contribué à rediriger les investisseurs vers le compartiment de la dette privée.

Le rendement des titres privés (TCN, obligations) est, en général supérieur à celui de titres de même nature, émis par un emprunteur public dont le risque de contrepartie est considéré comme nul (par exemple, les obligations du Trésor pour les pays de l'OCDE). L'écart de rendement entre les titres public et privé (spread de crédit) correspond à la prime demandée par le marché pour prendre en charge les risques affectant les titres risqués.

Pour un détenteur de titre privé, le risque de crédit se matérialise par le possible défaut d'une contrepartie mais aussi par l'évolution du spread, consécutive à une détérioration perçue par le marché, de la qualité de crédit de l'émission, sans pour autant que la défaillance soit avérée. Sur les marchés, la dégradation de la qualité de crédit se traduit par une hausse de la prime de risque (c'est-à-dire du spread de crédit lié à l'emprunteur) et/ou un changement de classe de risque de l'emprunteur par les agences de notation.

La qualité de crédit dépend à la fois de l'environnement économique et des facteurs spécifiques à l'émetteur². Ainsi, bien que le risque de crédit soit par essence, différent des risques de marché, dans la mesure où il est étroitement lié à la performance individuelle (solvabilité) et à la structure capitalistique (levier financier) de l'emprunteur, le spread est aussi lié aux «climats» des marchés et sans doute à l'évolution des perspectives économiques.

Enjeu :

Il n'existe pas de «formule magique» pour définir la prime de risque. Toutes les méthodes sont imparfaites. Mais recourir à des modèles qui prennent en considération la structure financière de l'émetteur, les caractéristiques du titre émis, les perspectives d'évolution sectorielle et le niveau de liquidité du marché ne peut qu'apporter plus de précision. Aussi, nous proposons une étude économétrique afin d'explorer cette voie de recherche. L'objet de notre travail est de proposer une modélisation des spreads de crédit marocain à l'aide d'un ensemble de facteurs explicatifs.

La spécificité de notre approche est double : En premier lieu, la méthode utilisée est originale sur ce sujet : plutôt que de recourir à des méthodes classiques d'analyse de données (en particulier le scoring), nous avons élu d'appliquer des méthodes économétriques et statistiques avancées (données de panel, modèle Probit ...).

En deuxième lieu, les facteurs explicatifs retenus sont relativement hétérogènes, incluant des variables macroéconomiques, microéconomiques, des données comptables et des données de marché.

Plan du travail:

Notre travail est divisé en sept principaux chapitres. Le squelette se présente comme suit : dans un chapitre préliminaire nous allons présenter le marché de la dette privée marocain, la structure d'accueil et notre base de données. L'indicateur de la défaillance (Z-score) fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre est consacré à une brève revue de littérature sur les différents modèles du spread de crédit. Ensuite le quatrième chapitre suggère un premier modèle simplifié celui du MEDAF permettant d'élaborer deux volets de jugements : la volatilité par rapport au marché et la prime de risque action. Le cinquième chapitre occupe une place primordiale dans notre travail, c'est là où on propose un modèle multifactoriel des spreads de crédits en adoptant les données de panel et

² La capacité de remboursement des entreprises est très sensible aux cycles économiques (Gourieroux et Tiomo, 2007)

incluant un ensemble de facteurs explicatifs choisis avec tant de soin. Dans le sixième chapitre nous développerons un autre modèle de type Probit, qui exploite la dépendance existante entre les spreads de crédit et les facteurs explicatifs pour ressortir une probabilité de détérioration de la situation financière. Enfin, un septième chapitre viendra pour automatiser l'ensemble des résultats et offrir un outil d'aide à la décision pour tout investisseur opérant sur le marché de la dette privé marocain.

Chapitre 1 Préliminaire

Introduction :

Ce premier chapitre met la lumière sur l'ensemble des angles susceptibles de bien situer et définir notre projet de fin d'étude. On y présentera la structure d'accueil, le marché de la dette privée marocain dans sa globalité, notre base de données, ainsi que le cadrage du projet.

I. Cadrage du projet de fin d'étude :

I.1. Grandes lignes du Projet :

Afin d'atteindre l'objectif principal et par la suite les sous objectifs, le présent travail s'est déroulé selon les phases suivantes :

- **Phase 0** : Définition du sujet du projet de fin d'études et élaboration de la fiche technique ;
- **Phase 1** : Documentation ;
 - Vue d'ensemble sur le marché de la dette privée Marocain ;
 - La notion du spread de crédit et les méthodes d'appréciation ;
 - Élaboration du plan du travail ;
- **Phase 3** : Analyse et résolution de la problématique ;
 - Construction de l'échantillon et collecte des données.
 - Calcul du Z-score ;
 - Appréciation de la prime de risque action;
 - Étude des données de panel ;
 - Appréciation des variables explicatives de la prime de risque ;
 - Développement du modèle multifactoriel ;
 - Développement du modèle Probit ;
- **Phase 4** : Interprétation des résultats et recommandations ;
- **Phase 5** : Développement d'une application sous VBA permettant d'automatiser les différents modèles.

I.2. Durée du projet :

Début du projet : 11/02/2012

Fin du projet : 11/06/2012

I.3. Produit du projet :

- ✓ Proposition d'un indicateur de la défaillance (le Z-score) permettent de classer les émetteurs selon leur solidité financière et d'obtenir une probabilité de défaut approximative.
- ✓ Suggestion d'une mesure de la volatilité des valeurs de l'échantillon par rapport au marché (l'indicateur Béta) et de la prime de risque action.
- ✓ Proposition d'une mesure empirique du spread de crédit lors d'une participation à une émission de CD ou de BSF et ceci en prenant en considération un ensemble de facteurs pertinents.
- ✓ Proposition d'une probabilité de détérioration de la situation financière de l'émetteur sur la base d'un ensemble de facteurs.

- ✓ Offre d'un outil automatisé permettant d'afficher l'ensemble des résultats cités ci dessus.

Tableau 1: Les acteurs intervenant dans le projet

Acteurs du projet : Personne	Rôle	Instance	Fonction
Mme. Slimane KABIRI	Chef du service Conformité et contrôle interne	Comité de pilotage et de projet	Encadrement
Mr. Fouad MARRI	Professeur encadrant	Comité de pilotage et de projet	Encadrement
Mlle. Fatima-Ezzahra BIYAD	Élève ingénieur	Comité de projet	Réalisation
Mlle. Nada EL MOUTAKI	Élève ingénieur	Comité de projet	Réalisation

I.4. Diagramme de Gantt du projet :

Annexe I

II. Présentation de la structure d'accueil :

II.1. Présentation :

Créée par le Dahir du Ier Choual 1346 (2 mars 1930), la Caisse marocaine des retraites (CMR) est un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

La CMR gère les régimes de pensions suivants :

- Les pensions civiles regroupant :
 - Les fonctionnaires stagiaires et titulaires de l'État ;
 - Les agents titulaires et stagiaires des Collectivités locales ;
 - Les personnels de certains établissements publics. (Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail; Centre Hospitalier Ibn Sina; Entraide Nationale; Chambre des Représentants; Chambre des Conseillers; Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II; Poste Maroc; Maroc Télécom; Office National des Aéroports; Agence Nationale de Réglementation des Télécommunications; Office National d'Eau Potable; Institut Pasteur du Maroc; Agence Nationale de la Conservation Foncière du Cadastre et de la Cartographie; CMR).
- Les pensions militaires couvrant : les Forces Armées Royales et les Forces Auxiliaires.
- Le régime de retraite complémentaire Attakmili.

II.2. Mode de fonctionnement :

Les régimes de base de la CMR fonctionnent selon un régime de répartition échelonnée, elle entraîne une double solidarité :

- Instantanée, entre les cotisants et les retraités actuels, car les ressources des derniers dépendent des versements des premiers.
- Étendue dans le temps car les cotisants d'aujourd'hui, comptent sur l'effort des travailleurs de demain

La gestion administrative de la CMR, est assurée par un Conseil d'Administration composé de 14 membres dont 7 représentants des organismes employeurs, 5 représentants des affiliés aux régimes des pensions civiles et militaires et 2 représentants des retraités de ces mêmes régimes.

La caisse marocaines des retraites s'organise comme suit : Annexe II

II.3. Situation financière et condition d'équilibre de la CMR :

La CMR prévoit :

- ✓ Une stabilité de l'effectif des actifs cotisants à 600.000;
- ✓ Une forte augmentation des retraités de 148.976 en 2007 à 441.000 en 2060;
- ✓ Une dégradation du rapport démographique qui passera de 3,49 actifs pour un retraité en 2007 à 1,37 actif pour un retraité en 2060;
- ✓ Une apparition du 1er déficit du régime en 2012 pour atteindre 64 milliards DH en 2060;
- ✓ Les réserves atteindront un maximum de 65 milliards de dirhams en 2012 avant de s'épuiser sous l'effet des déficits annuels en 2019;
- ✓ Les engagements du régime « fermé » s'élèvent à 517 milliards DH, soit un taux de couverture de 11% ;
- ✓ Le taux de cotisation d'équilibre sur le long terme se situe à 54%.

La législation en vigueur prévoit la constitution des réserves et provisions dont le montant minimum est fixé à l'équivalent de deux fois la moyenne des dépenses au cours des trois dernières années et le maintien de l'équilibre financier du régime sur une période de dix ans. Or, pour le respect de ces conditions, les taux de cotisations actuels (part salariale + part patronale) paraissent nettement insuffisants. C'est pourquoi, il s'avère nécessaire de lancer la réforme des régimes de retraite avant l'avènement de la crise. Cet impératif est d'autant urgent que les mesures de réformes deviennent plus coûteuses avec le temps.

Le régime des pensions civiles géré par la CMR pêche aussi par sa générosité. Son taux de rentabilité technique est jugé élevé par rapport aux niveaux constatés aussi bien au Maroc qu'à l'étranger.

Parmi les facteurs qui alourdissent les dépenses de la Caisse, figurent les prestations familiales qui représentent 5% de l'ensemble des dépenses et la titularisation des fonctionnaires.

Après avoir donné une brève présentation de l'organisme d'accueil, il y a lieu de présenter particulièrement la division des opérations

II.4. Présentation de la division des opérations :

Mission de la division des opérations :

La division des opérations est chargée :

- ✓ du contrôle de l'ensemble des transactions initiées par la Division de Gestion et d'en assurer le dénouement après leur validation back,
- ✓ Veille sur le contrôle des opérations initiées par la Division de Gestion et ce, conformément aux contraintes réglementaires, aux objectifs de placement et règles de gestion de chaque régime ;
- ✓ De l'élaboration d'une politique pour le suivi des risques financiers (à valider par les C.P) ;
- ✓ De la passation de tous les ordres de virements et tout ordre de transfert des titres ;

- ✓ De l'évaluation de la qualité des prestations fournies par les partenaires de la CMR (contreparties, intermédiaires, dépositaires...);

III. Vue d'ensemble sur le marché de la dette privé marocain :

III.1. Chiffres clé :

A partir de 2008, les banques deviennent plus regardantes dans l'octroi des prêts, impactant ainsi la configuration du marché financier marocain. En effet, les entreprises, en quête de financement, ont dû recourir au marché de la dette privée pour financer leurs programmes d'investissement. Le dynamisme constaté sur ce compartiment a été aussi favorisé par la présence des banques comme principal émetteur.

Ces dernières années, le compartiment de la dette privée occupe une place de plus en plus importante dans le périmètre financier offrant des opportunités très intéressantes pour les bailleurs de fonds.

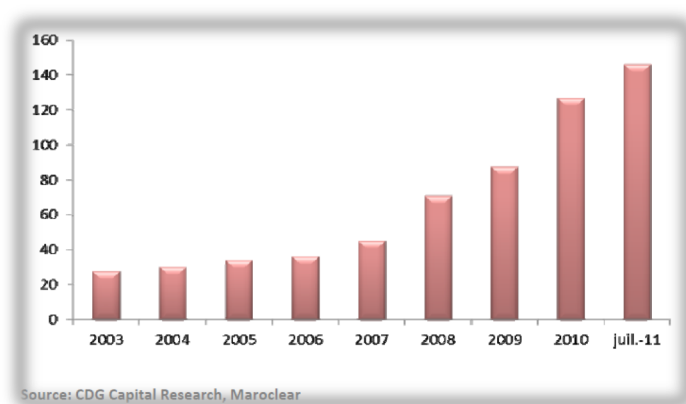


Figure 1: Évolution de l'encours de la dette privée en MMDH

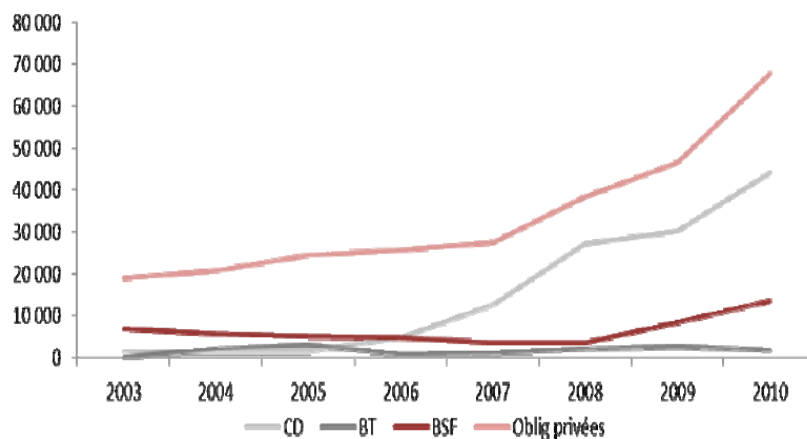
En l'espace de trois ans, le marché de la dette privée a connu un engouement sans précédent. Sa taille a plus que triplé, avec un encours qui dépasse les 146 milliards de DH à fin Juillet 2011 contre 44,9 milliards en 2007 en raison d'un recours massif des émetteurs aux instruments du marché de la dette privée et plus particulièrement le marché des TCN.

Les certificats de dépôts (CD) constituent le plus gros du marché des TCN. Depuis 2005, ils n'ont cessé de prendre de l'ampleur. Leur poids dans l'encours de la dette privée est passé de 5,3% en 2003 à 34,7% en 2010.

Les bons de sociétés de financement (BSF) ont également connu un engouement particulier de la part des sociétés de crédit. Leur encours est passé de 3,6 MMDH en 2007 à 13,5 MMDH en 2010.

Le compartiment le plus étroit reste celui des billets de Trésorerie qui courent sur une échéance moins longue (1 an maximum).

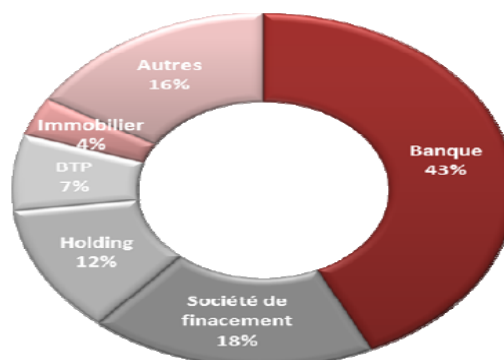
Parallèlement au marché des TCN, les emprunts obligataires ont eux aussi connu un certain engouement de la part des investisseurs. Leurs encours a presque doublé de valeur en l'espace de trois ans, passant de 27,3 MMDH en 2007 à 67,6 MMDH en 2010, représentant ainsi 53,3% de la totalité de l'encours de la dette privée.



Source: CDG Capital Research, Maroclear

Figure 2: Évolution de l'encours de la dette privée par instrument en MMDH

Par ailleurs, ceux sont principalement les banques qui animent le marché de la dette privée avec une part de 43%, suivies des sociétés de financement avec une part de 18% et enfin les holdings qui contribuent à hauteur de 12% dans le total de l'encours de la dette privée. Les autres secteurs notamment le BTP et l'Immobilier ne participent qu'à hauteur de 7% et 4% respectivement. Ces derniers ont plus recours à la dette bancaire pour des raisons d'optimisation de trésorerie.



Source: CDG Capital Research, Maroclear

Figure 3: Répartition de l'encours de la dette privée par secteur en 2011

L'intérêt des entreprises privées (corporate) pour les émissions obligataires est relativement récent. Les marchés obligataires sont restés très longtemps dominés par les émissions publiques.

Certes, ce compartiment de la dette occupe ces dernières années, une place de plus en plus importante dans le périmètre financier, il ne saurait, toutefois, rivaliser avec le marché des bons du Trésor notamment en termes de liquidité et de garantie.

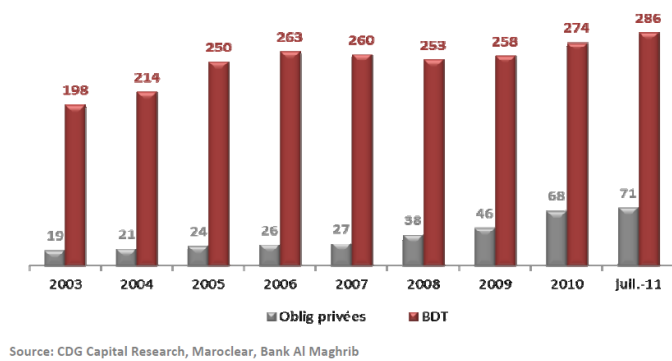


Figure 4: Évolution de l'encours des emprunts obligataires (privé vs BDT) en MMDH

En effet, le recours au marché des bons du Trésor est bien évidemment plus sécurisé. D'ailleurs, les émissions de dette privée se basent sur les taux des BDT comme référence moyennant une prime du risque.

En l'absence de notation officielle, la prime de risque est déterminée par la réalisation d'un sondage de marché auprès de certains investisseurs institutionnels. Elle prend en considération plusieurs éléments notamment : la qualité de la signature de l'émetteur, le niveau de liquidité sur le marché au moment de l'émission, l'existence d'un benchmark sectoriel, la récurrence des sorties de l'émetteur sur le marché, l'accord d'une garantie de l'État, la maturité de l'emprunt, la nature du taux d'intérêt et la liquidité du titre sur le marché secondaire.

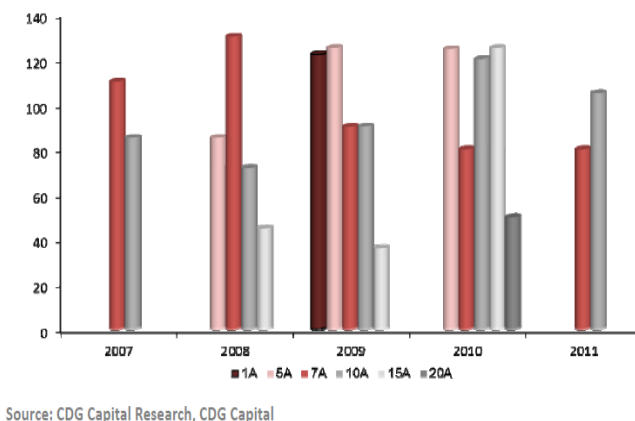


Figure 5: Évolution des spreads moyens des émissions obligataires

III.2. Les apports du marché de la dette privée :

L'attractivité du marché de la dette privée réside dans la multiplicité des avantages qu'il présente, on cite entre autres :

- **La diversification des sources de financement:** Les émissions obligataires privées permettent de diversifier les sources de financement des entreprises et offrent une substitution progressive au financement bancaire.
- **Des montants importants de capitaux sur de longues maturités:** Les besoins de financement à long terme des entreprises sont peu ou pas couverts par les établissements bancaires, qui privilégient le plus souvent des emplois à court terme en raison de la structure de leur passif et de leurs risques. Ainsi, le développement du marché de la dette privée devrait permettre de mobiliser l'épargne locale sur des échéances à moyen et long terme. D'autant plus que les investisseurs institutionnels (compagnies d'assurance, caisses de retraite, fonds de pension,

OPCVM...) ont besoin de nouveaux supports d'investissements pour diversifier leurs risques et accroître leurs revenus.

- **La consolidation de la signature sur le marché:** une signature de plus en plus connue sur le marché financier contribue à l'amélioration de la notoriété de l'entreprise.
- **L'optimisation du coût du financement :** une amélioration de la prime de risque et une optimisation de l'effet de levier, au fur et à mesure des sorties de l'Émetteur sur le marché, contribue à l'optimisation du coût et de la structure de financement de l'entreprise.
- **L'accès à un large panel d'investisseurs:** une ouverture sur un large panel d'investisseurs fondamentalement différents crée une opportunité d'ouverture sur le marché financier notamment pour les émetteurs non cotés.
- **L'édification de la santé financière du pays :** en effet avoir un marché de la dette privé dynamique aux côtés d'un système bancaire solide apporte plus de sécurité financière, surtout en période de crise, quand le système bancaire se trouve en difficulté, le marché de la dette privée peut atténuer la virulence de la situation.

III.3. Un nouveau marché, de nouveaux risques :

Une conséquence de l'émergence de ce nouveau compartiment de la dette est que l'arbitrage des opérateurs sur les marchés de capitaux ne se fait plus exclusivement entre les obligations publiques et les actions. L'arrivée de cette nouvelle catégorie d'émetteurs conduit à insérer sur les marchés un segment nouveau, en quelque sorte hybride, en ce sens que le titre privé est de la nature à la fois d'un titre de créance et d'un actif risqué.

Dans ce contexte, les investisseurs sur le marché de la dette privée sont interpellés à bien cerner et gérer les risques présents sur ce marché, et surtout à trouver le meilleur compromis entre risque et rendement.

Il existe plusieurs risques associés aux titres privés et qui ne sont à sous-estimer³ :

- ✓ Risque de crédit ou risque de non-paiement ;
- ✓ Risque de marché ou risque de taux d'intérêt ;
- ✓ Risque de réinvestissement ;
- ✓ Risque d'inflation ;
- ✓ Risque de liquidité ;
- ✓ Risque politique ou juridique ;
- ✓ Force majeure.

a) Risque de crédit ou risque de non-paiement :

Le risque de crédit est le risque qu'un émetteur manque à ses engagements, c'est-à-dire qu'il soit incapable de tenir sa promesse de verser le paiement des intérêts en temps voulu, ou de rembourser le principal à échéance. En raison de ce risque, la plupart des titres privés se vendent à un prix inférieur (ou à un écart de rendement) inférieur à celui des emprunts d'État à échéance égale. Cela s'explique par le fait qu'il n'y a pratiquement aucun risque qu'un gouvernement manque à ses engagements. Dans la pratique, très peu d'émetteurs manquent à leurs engagements. L'investisseur est plus inquiet d'une variation éventuelle de l'évaluation de solvabilité, car cela aurait un impact immédiat sur le prix des titres privés (actuelles ou futures) émises par l'emprunteur. En fait, s'il y a une détérioration dans l'évaluation de solvabilité d'un émetteur, le prix de ses titres baissera lui aussi. Cela pourra créer des pertes de capital significatives pour les prêteurs qui veulent vendre avant échéance.

b) Risque de marché ou risque de taux d'intérêt :

Le risque le plus significatif couru par les porteurs de titres privés (TCN, obligations) est ce que l'on appelle le risque de marché ou de taux d'intérêt. Le prix va toujours dans le sens inverse d'un

³ Selon guide-finance.com

changement des taux d'intérêt. Si on conserve le titre jusqu'à échéance, cela n'a pas d'importance, mais si l'on doit ou veut vendre avant échéance, une baisse du prix signifiera une perte de capital.

c) Risque de réinvestissement :

La plupart des chiffres concernant le rendement d'un titre donné partent du principe que le revenu (les intérêts payés sous forme de coupon) sera réinvesti. Mais que se passe-t-il si on ne peut pas réinvestir au même taux de départ ? La variabilité des rendements sur réinvestissement, due, principalement, aux variations dans les taux d'intérêt actuels, est appelée risque de réinvestissement. Plus la maturité est longue, plus le risque de réinvestissement est grand.

d) Risque d'inflation :

Le risque d'inflation est le risque couru si l'inflation réduit la valeur, exprimée en termes de pouvoir d'achat, des cash-flows que le titre génère. Les investisseurs sont exposés au risque d'inflation car les paiements que promet un titre privé, à l'exception des bons à taux flottant, fixes pendant la durée du titre.

e) Risque de liquidité :

La liquidité représente la facilité avec laquelle on peut acheter ou vendre un instrument financier au comptant sans causer de changement significatif dans son prix. Un marché très dynamique, c'est-à-dire un marché où l'on peut facilement vendre ses avoirs au comptant sans être obligé de faire de gros escomptes sur le prix, s'appelle un marché liquide. Un marché où les avoirs se vendent difficilement au comptant, à moins d'un gros escompte sur le prix, manque de liquidité. Si on a l'intention de conserver le titre jusqu'à échéance, le risque de liquidité ne nous concerne pas. Mais si on veut la vendre avant échéance, c'est très pertinent.

f) Risque politique ou juridique :

Il s'agit du risque qu'un gouvernement (ou toute autre autorité afférente) impose de nouvelles restrictions fiscales ou juridiques sur les titres déjà acquis.

g) Force majeure :

Il s'agit de catastrophes naturelles ou industrielles, ou de changements majeurs dans la structure d'une entreprise: rachat, restructuration, etc. L'émetteur ou le marché n'en sont pas responsables, mais ces événements, s'ils sont suffisamment importants, peuvent affecter la capacité de l'émetteur à tenir ses engagements.

IV. Description statistique de la base des données :

Ce chapitre se propose de présenter via certains outils statistiques classiques mais efficaces comme Excel notre base de données. Cela nous permettra d'illustrer les premières étapes exploratrices des données.

IV.1. Méthodologie de collecte des données :

La constitution d'une base de données pour notre étude s'avère très coûteuse en matière de temps du point de vue de la collecte des données, pour des raisons liées au manque d'un historique complet de la prime de risque ; mais également la dislocation des données de nature comptable et financière.

Notre étude porte sur deux instruments de la dette privée: les certificats de dépôts(CD) et les bons des sociétés de financement (BSF).

L'étape de la collecte sera suivie par celle de la saisie afin de disposer d'une base de données sous format Excel pour les besoins d'analyse. Malgré la difficulté de collecte à laquelle nous étions confrontées, nous avons tout de même recueilli pendant une durée d'une semaine un total de 385 primes de risque et des variables explicatives jugées pertinentes par la littérature, bien évidemment peu satisfaisant en nombre, mais aussi, suffisant pour mener à terme notre travail. À l'issue de cette collecte, des 385 primes de risque, on en dénombre 289 dans le cadre des émissions des certificats de dépôt (CD) et 96 dans le cadre des émissions des bons de sociétés de financement (BSF).

IV.2. Présentation des données :

Les données qui seront utilisées pour le travail se partagent en fonction de leur emploi mais les entités sur lesquelles nous avons travaillé sont les mêmes pour tous les modèles.

En effet, les données utilisées pour calculer la volatilité et la prime de risque action sont : le taux sans risque, l'indice MASI, la capitalisation boursière et les cours boursiers des émetteurs.

Ces données sont de fréquences mensuelles pour 8 banques et 10 sociétés de financement pour la période allant de février 2006 jusqu'au février 2013. Elles ont été toutes prises du site de la bourse de Casablanca.

En ce qui concerne les données utilisées dans notre modèle multifactoriel, elles se partagent selon leur type on trouve alors :

- ✓ Des données comptables : le total des dettes, les capitaux propres, le résultat net, le total d'actif, les charges générales d'exploitation et le produit net bancaire.
- ✓ Des données financières : le taux sans risque, l'indice sectoriel, la pente de la courbe des taux, le taux d'intervention de BAM 7 jours.

On a choisi de travailler sur une période allant de janvier 2010 jusqu'au décembre 2012. Pour développer notre modèle, on était amené à mensualiser les données. En effet, on a fait l'hypothèse que la prime de risque reste la même tant que l'investisseur n'a pas fait une nouvelle émission. Ces données ont été récoltées de la banque de données de Maroclear, les bulletins trimestriels de Bank Al-maghrib, de la caisse de dépôt et de gestion (CDG) ainsi que la bourse de Casablanca.

Pour le calcul de Z-score, on a utilisé les données comptables suivantes : l'actif, le résultat et les capitaux propres. L'intervalle de temps pris pour ce calcul est entre 2009 et 2012.

On voit dans le tableau suivant la liste des entités de notre base de données ainsi que leurs abréviations, leurs secteurs d'activités et leurs cotations.

Tableau 2: La liste des entreprises avec leurs symboles et leurs secteurs d'activité

Abréviations	Entreprises	Secteur d'activité	Cotation
AWB	Attijatiwafa Bank	Banque	Cotée
BCP	Banque Centrale Populaire	Banque	Cotée
BMCE	Banque Marocaine du Commerce Extérieur	Banque	Cotée
BMCI	Banque Marocaine pour le Commerce et l'Industrie	Banque	Cotée
CDM	Crédit du Maroc (E)	Banque	Cotée
CIH	Crédit Immobilier et Hôtelier (E)	Banque	Cotée
CAM	CREDIT AGRICOLE DU MAROC	Banque	Non Cotée
SGMB	Société Générale E	Banque	Non Cotée
AXA CRÉDIT	AXA CRÉDIT	Société de financement	Cotée
EQDOM	EQDOM	Société de financement	Cotée
MAGHREBAIL	MAGHREBAIL	Société de financement	Cotée
SALAFIN	SALAFIN	Société de financement	Cotée
SOFAC CRÉDIT	SOFAC CRÉDIT	Société de financement	Cotée
TASLIF	TASLIF	Société de financement	Cotée
BMCI LEASING	BMCI LEASING	Société de financement	Non Cotée
SOGELEASE	SOGELEASE	Société de financement	Non Cotée
WAFABAIL	WAFABAIL	Société de financement	Non Cotée
WAFASALAF	WAFASALAF	Société de financement	Non Cotée

Les deux tableaux ci-dessous présentent la moyenne des spreads de crédit par maturité et par émetteur :

Tableau 3: La moyenne des spreads de crédit des BSF par maturité et pas émetteur

	2 ans	3ans	4ans	5ans
Eqdom	60	62	67	85
BMCI Leasing	62	69	81	78
Salafin		58	57	
Sofac crédit	69			
Wafabail	64	65	68	67
Wafasalaf	57	73		62
Maghrebail		65	70	
Sogelease	58	57		
Axa credit				57

Tableau 4 : La moyenne des spreads de crédit des CD par maturité et pas émetteur

	≤2 ans	2 ans≤..<3 ans	3 ans≤..<5 ans	≥5 ans
AWB	35	53	53	70
BCP	33			
BMCE	43	55	51	
BMCI	30	45	50	57
CAM	54	61	52	74
CDM	30	51	45	19
CIH	40	51	43	42
SGMB	40	40	52	61

IV.3. Marché des Bons de sociétés de financement (BSF) :

Définition :

Les Bons de sociétés de financement sont des titres émis exclusivement par les sociétés de financement en vue de lever des fonds par le biais du marché des capitaux moyennant un rendement intégrant une prime de risque. Celle-ci dépend de la qualité de signature de l'emprunteur, de la durée et du montage du produit.

Ces titres présentant les caractéristiques suivantes :

- **Durée :** De 2 à 7 ans.
- **Taux :** Fixe ou variable.
- **Intérêts :** Obligatoirement post-comptés.
- **Amortissement :** In-fine.

Sur le marché de la dette désintermédiée marocain, les sociétés de financement sont fortement présentes.

Les graphes ci-dessous, présentent la prime de risque moyenne par maturité et par émetteur.

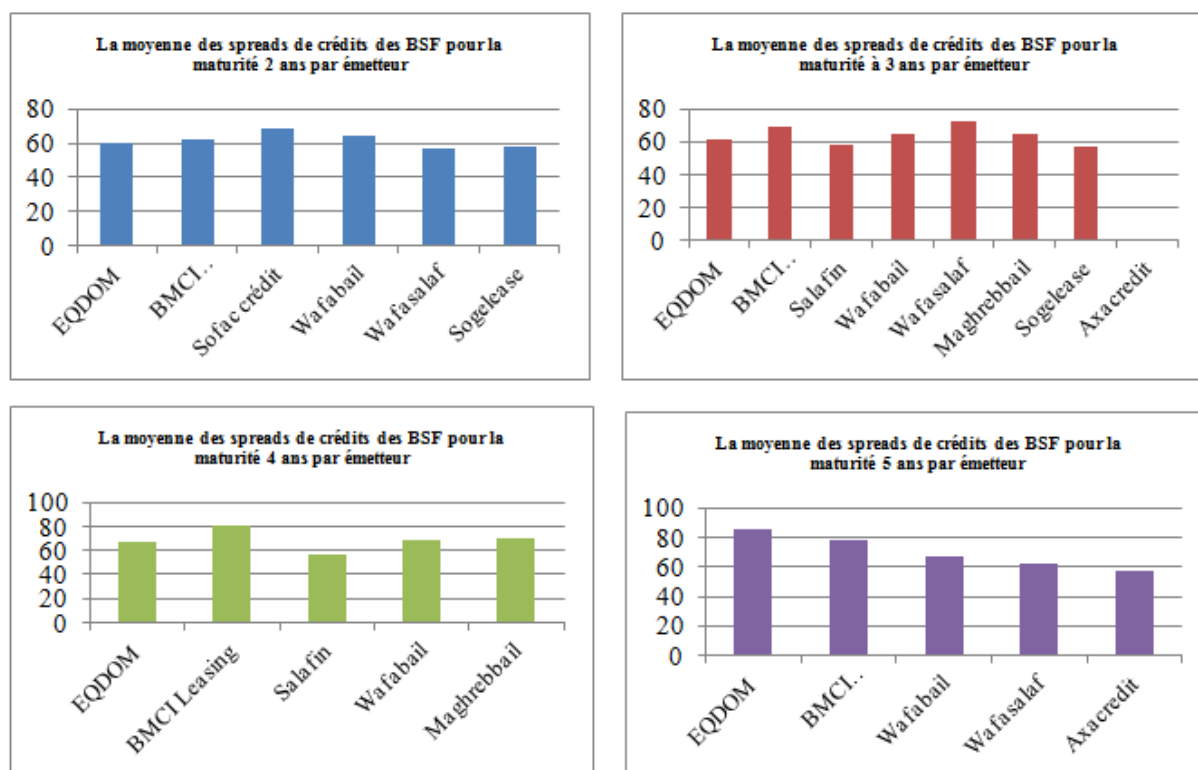


Figure 6: La moyenne des spreads de crédits des BSF par émetteur et par maturité

On remarque que les niveaux de spread sont quasiment identiques, ils varient de 5 à 10 pbs selon la maturité.

Pour les maturités 2 et 3 ans, on remarque l'existence d'un benchmark sectoriel de 60 points de base.

L'écart de spread se justifie par la qualité de la signature de l'émetteur et le contexte de sortie (la liquidité du marché), sans négliger les perspectives de l'évolution du secteur.

IV.4. Marché des certificats de dépôts (CD) :

Définition :

Les certificats de dépôt sont des titres de créances négociables émis exclusivement par les banques, moyennant un rendement qui dépend de la durée du placement et de la qualité de signature de l'émetteur.

Ces titres revêtent les caractéristiques suivantes :

- **Durée :** De 10 jours à 7 ans.
- **Taux :** Fixe ou révisable.
- **Intérêts :** Précomptés ou post-comptés pour les Titres à court terme, et post-comptés pour les Titres à moyen et long terme.
- **Amortissement :** In-fine.

Le marché des certificats de dépôt continue d'être l'instrument de référence en matière de stratégie de financement des établissements de crédit. Les banques ont eu recours à ce compartiment de la dette privée en raison du déficit de liquidité.

Le marché des certificats de dépôt continue d’être l’instrument de référence en matière de stratégie de financement des établissements de crédit. Les banques ont eu recours à ce compartiment de la dette privée en raison du déficit de liquidité.

Les spreads moyens de l’ensemble des banques de la place par tranche de maturité se présentent comme suit :

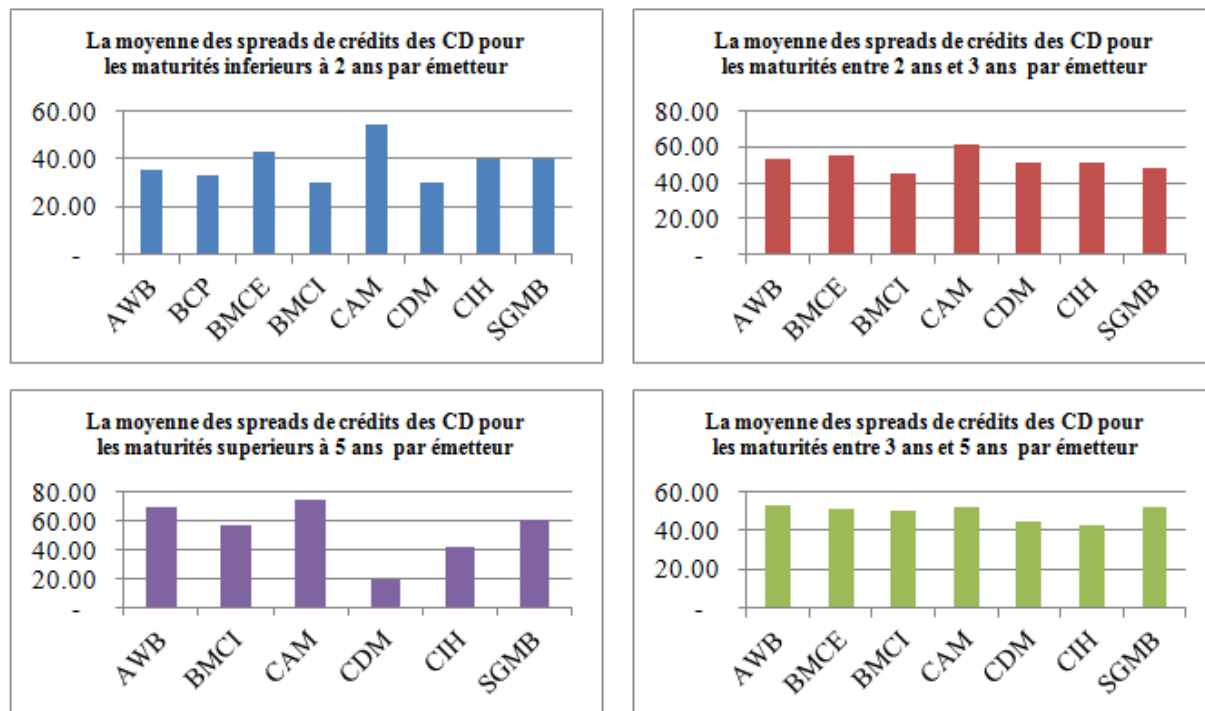


Figure 7: La moyenne des spreads de crédits des CD par émetteur et par maturité

La maturité joue un rôle crucial dans la détermination du spread : tant que la maturité est grande, tant que le spread de crédit est élevé. Les graphes suivants illustrent bien cette idée.

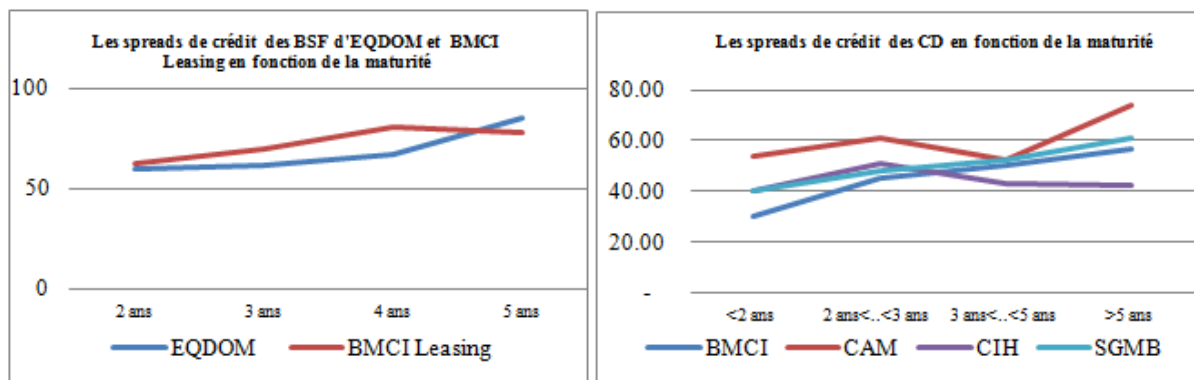


Figure 8: Évolution des spread de crédit par maturité

Chapitre 2 Jugement de la défaillance : l'indicateur Z-score

Introduction :

Le z-score est une mesure très répandue pour l'évaluation de la santé financière des établissements bancaires. L'attractivité de cet indice réside dans son lien étroit avec la probabilité d'insolvabilité d'une banque, c'est-à-dire la probabilité que la valeur de ses actifs soit insuffisante pour couvrir le remboursement du passif contracté.

I.Présentation générale :

Le z-score demeure une approximation à l'indicateur reflétant la distance par rapport au seuil de défaillance (DD) d'une banque ou d'une société quelconque. La différence fondamentale entre le z-score et la DD est d'ordre statistique. Elle se situe dans la nature des données exploitées pour l'évaluation de la solidité financière des banques. Dans ce cadre, le z-score est une mesure conservatrice qui s'appuie exclusivement sur des informations bilantaires historiques, tandis que la DD requiert une combinaison de données de marché et de bilan des banques. En d'autres termes, la distance par rapport au défaut (DD) est reflétée par le nombre d'écart-types qui sépare la valeur de marché des actifs d'un établissement bancaire de la valeur comptable de ses dettes. En l'absence de cotations boursières pour certaines banques et sociétés de financements de notre échantillon, le z-score représente un substitut approprié pour évaluer la solidité financière du secteur bancaire dans son ensemble et/ou des banques de manière individuelle.

Le z-score est défini comme étant la mesure en nombre d'écart-types, de la baisse du taux de rendement bancaire aboutissant à une absorption complète des fonds propres. Ainsi, si la valeur du z-score est élevée, le risque de défaillance devrait être assez faible. A contrario, le rapprochement du z-score de la valeur de l'écart-type du rendement des actifs est une indication d'une probabilité de défaut élevée de la banque en question.

Cette approche a été proposée par Roy (1952), Blair et Heggstad (1978), Boyd et Graham (1986) et Goyeau et Tarazi (1992). Elle définit la probabilité de défaillance d'une banque comme la probabilité que les pertes deviennent supérieures aux fonds propres. On peut alors écrire :

$$\text{Probabilité de défaillance} = \text{Prob} (R < -K) \quad (2.1)$$

Avec **R** le résultat net de l'exercice et **K** Les capitaux propres.

En retenant une approche en terme de rendement des actifs (Boyd et Graham (1988))

$$\text{On obtient: Probabilité de défaillance} = \text{Prob} \left(\frac{R}{A} < -\frac{K}{A} \right) = \text{Prob} \left(\text{ROA} < -\frac{K}{A} \right) \quad (2.2)$$

Avec ROA le rendement de l'actif net, K les capitaux propres et A le total de l'actif.

En considérant que le rendement de l'actif ROA suit une loi normale de moyenne μ_{ROA} et d'écart type σ_{ROA} et en posant $\lambda = K/A$

$$\text{On trouve : Probabilité de défaillance} = \text{Prob} \left(\text{ROA} < -\frac{K}{A} \right) \quad (2.3)$$

$$\text{Probabilité de défaillance} = \text{Prob} \left(\frac{\text{ROA} - \mu_{\text{ROA}}}{\sigma_{\text{ROA}}} < \frac{-\lambda - \mu_{\text{ROA}}}{\sigma_{\text{ROA}}} \right) = N(-Z)$$

Avec $Z = \frac{\lambda}{\sigma_{\text{ROA}}} + \frac{\mu_{\text{ROA}}}{\sigma_{\text{ROA}}} = Z_1 + Z_2$ et $N(\cdot)$ la fonction de répartition de la loi normale.

Z est l'indicateur de défaillance de la banque. Une valeur forte de Z correspond à un risque de défaillance faible. Goyeau et Tarazi (1992) propose une décomposition de cet indicateur en une composante performance ajustée du risque et une composante couverture du risque de portefeuille.

On définit $Z1 = \lambda / \sigma_{ROA}$ comme la performance ajustée du risque, encore appelée 'ratio sharpe'. Z2 est le degré de couverture du risque de portefeuille.

II. Résultats empiriques :

L'analyse est conduite sur une période de 6 ans entre 2007 et 2012.

Pour calculer la moyenne μ_{ROA} et l'écart type σ_{ROA} , on a adopté une fenêtre glissante fixée à 3 ans soit $[t, t-2]$.

Vu la divergence entre le secteur bancaire et les sociétés de financement, nous avons privilégié une étude séparée.

Tous calculs faits, on obtient les Z-scores suivants :

✓ Pour les banques :

Tableau 5: Le Z-score et la probabilité de défaut des banques

Banque	Z-score						Moyenne	Proba
	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
BCP	13,30	47,18	74,91	49,15	57,85	104,83	57,87	0
AWB	312,88	124,86	69,57	113,75	501,59	185,17	217,97	0
BMCI	888,54	264,10	328,32	337,35	352,35	334,11	417,46	0
BMCE	65,86	36,58	15,53	39,05	57,32	225,88	73,37	0
SGMB		44,79	36,37	54,33	54,77	103,60	58,77	0
CDM	1836,62	71,19	78,94	75,26	48,43	130,08	373,42	0
CIH	5,77	15,48	8,03	13,93	36,29	51,79	21,88	1,907E-106

✓ Pour les sociétés de financement :

Tableau 6: Le Z-score et la probabilité de défaut des sociétés de financement

Société	Z-score						Moyenne	Proba
	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
Wafasalaf	23,49	22,37	191,51	96,15	56,04	79,03	78,10	0
Maghrebail	309,25	1139,43	147,15	103,08	91,62	26,88	302,90	0
Eqdom	446,05	302,35	260,70	354,32	226,24	106,94	282,77	0
Salafin	29,91	40,90	110,07	322,98	155,55	97,64	126,17	0
Sofac crédit	16,11	22,32	17,48	10,72	4,08	3,16	12,31	4E-35
BMCI leasing		59,02	61,53	44,79	599,75	1769,54	506,93	0
Axa crédit	142,35	121,52	35,52	20,31	46,79	23,88	65,06	0

On remarque que la probabilité de défaillance est nulle pour l'ensemble des émetteurs de notre échantillon.

Une forte valeur du Z-score correspond à une faible probabilité de défaillance, selon ce principe on peut tirer le classement suivant :

Tableau 7: Le classement des banques selon le Z-score

Banques	Z-score
BMCI	275.98
CDM	137.98
AWB	226.18
BMCE	89.14
SGMB	54.12
BCP	55.14
CIH	27.49

Tableau 8: Le classement des sociétés de financement selon le Z-score

Société de financement	Z-score
BMCI leasing	719.05
MAGHREBAIL	105.35
EQUDOM	153.99
SALAFIN	94.84
WAFASALAF	53.29
AXA Crédit	33.93
SOFAC Crédit	4.89

Chapitre 3 Revue de littérature sur les modèles du spread de crédit

Introduction :

Tout détenteur d'un titre privé est soumis au risque de défaut de l'entreprise émettrice. Dans l'approche «structurelle» initiée par Merton (1974), le défaut d'une entreprise est la résultante d'un processus qui mène une firme en difficulté à la cessation de paiement. Le modèle de Merton (1974) ou modèle de la firme fonctionne à partir de la valeur de la firme emprunteuse et de l'échange d'option sur cette valeur qui intervient entre le prêteur et l'actionnaire à l'occasion d'un prêt. Il suppose que la firme émettrice n'a émis qu'une seule dette (obligation zéro-coupon), que les taux d'intérêt sont constants et que l'émetteur est en situation de défaillance lorsque, au moment du remboursement de sa dette, la valeur des actifs de la firme est inférieure à celle de ses engagements. L'évaluation du risque de crédit se faisant par le calcul d'un spread de crédit. Le cadre posé par le modèle de Merton étant trop limité, plusieurs théories ont été développées et ont conduit au relâchement des hypothèses restrictives de Merton. Des travaux plus récents ont fait progresser l'évaluation d'une dette risquée en permettant par exemple de prendre en compte tout à la fois la possibilité d'une défaillance de l'émetteur à tout instant, l'existence de taux d'intérêt stochastiques...

On note toutefois qu'au début des années 1990, une autre classe de modèles a vu le jour. Les modèles dits de « forme réduite » abandonnent toute tentative d'explication financière de la cessation de paiement et considèrent que le défaut survient « par hasard ». La date du défaut est modélisée à l'aide d'un temps aléatoire imprévisible ou de manière équivalente à l'aide du premier temps de saut d'un processus stochastique. Si elle présente plusieurs avantages, cette dernière approche apparaît moins intuitive que l'approche structurelle.

I. Modèle de Merton (1974) :

Merton (1974) a appliqué le modèle de Black-Scholes (1973) à l'évaluation d'un titre de créance risqué sous les hypothèses suivantes :

- Le marché obligataire est complet et parfait : il n'y a ni coût de transaction, ni impôt; les ventes à découvert sont autorisées et les transactions sont en continu ;
- La courbe des taux est plate et le taux sans risque (r) est constante au cours du temps ;
- L'entreprise est financée par une obligation zéro-coupon et par des actions ;
- La défaillance éventuelle n'apparaît qu'à l'échéance finale de l'obligation ;
- La rentabilité des actifs suit une loi normale avec variance constante.

Les actions et la dette de l'entreprise sont considérées comme des produits dérivés sur la valeur de marché de l'entreprise et peuvent donc être évaluées dans le cadre de la théorie des options.

La valeur totale A_t des actifs de l'entreprise suit un processus brownien géométrique standard:

$$\frac{dA_t}{A_t} = kdt + \sigma dB_t \quad (3.1)$$

Où k est le rendement total espéré des actifs de la firme, σ la volatilité des actifs de la firme. B_t Suit un mouvement brownien unidimensionnel. La structure du capital de l'entreprise étant sous la forme d'actions (pure equity) et d'un unique zéro-coupon de maturité T et de nominal L , on a :

$$A_t = E_t + D_t \quad (3.2)$$

Où, E_t et D_t représentent les valeurs de marché respectives en t , des actions et de la dette. E_T et D_T étant leur valeur respective à l'échéance (T). Notons qu'à l'échéance T , $D_T=L$.

A maturité, si la valeur de l'entreprise est inférieure à la somme L due aux détenteurs d'obligations (zéro-coupon), on conclut que la firme fait défaut. Ainsi, elle passe aux mains des détenteurs de sa dette qui ne récupèrent qu'une portion A_T/L de leur capital initial.

Ainsi, les détenteurs d'obligations reçoivent $\min(A_T; L)$ à maturité tandis que les actionnaires perçoivent le reliquat $(A_T - L)$.

Le tableau suivant résume les deux cas de figure :

Tableau 9: les deux cas possible

	Dette (Obligation zéro coupon risquée)	Capitaux propres (Equity)
$A_T \geq L$ (Pas de défaut)	L	$A_T - L$
$A_T \leq L$ (Défaut)	A_T	0

Les payoffs des actionnaires et des obligataires au temps T sous les hypothèses de ce modèle sont donc:

$$E_T = \max\{A_T - L, 0\} \quad (3.3)$$

$$D_T = A_T - E_T \quad (3.4)$$

L'équation (1.3) traduit bien l'expression d'une option d'achat européenne sur l'actif de la firme A_t détenue par les actionnaires et dont le prix d'exercice est L .

La valeur de la dette risquée à l'instant t ($0 < t < T$), D_t est obtenue par l'application de la formule de Black et Scholes (1973) :

$$D_t = L \cdot e^{-r(T-t)} \left[N(x_1 - \sigma\sqrt{T-t}) + \frac{1}{d} N(-x_1) \right] \quad (3.5)$$

Où:

$$x_1 = \frac{\ln\left(\frac{A_t}{L}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d = \frac{L \cdot e^{-r(T-t)}}{A_t} : \text{représente le levier d'endettement } d \text{ (leverage ratio) de l'entreprise.}$$

$N(x)$: est la fonction cumulative de la loi normale centrée réduite.

Comme la valeur d'une dette peut aussi être formulée en termes de prime de risque, elle s'écrit aussi sous la forme :

$$D_t = L \cdot e^{-R(t,T)(T-t)} \quad (3.6)$$

Où $R(t, T)$: représente le rendement à la date t de la dette risquée de maturité T .

La prime du risque de défaut est alors obtenue en faisant la différence entre le rendement du titre risqué ($R(t, T)$) et le taux sans risque (r) de la même échéance.

La structure à terme du spread de crédit, $R(t, T) - r$ est définie par l'équation suivante:

$$R(t, T) - r = -\frac{1}{T-t} \ln\left(N(x_1 - \sigma\sqrt{T-t}) + \frac{1}{d} N(-x_1)\right) \quad (3.7)$$

Ce spread de crédit théorique :

- augmente avec le levier d'endettement (d) de la firme ;

- augmente avec la volatilité σ des actifs détenus ;
- dépend du niveau des taux d'intérêt (r);
- dépend enfin de la maturité de l'endettement ($T-t$).

La structure par terme des spreads obtenue à partir du modèle de Merton prend plusieurs formes selon la valeur du levier d'endettement (d) de la firme.

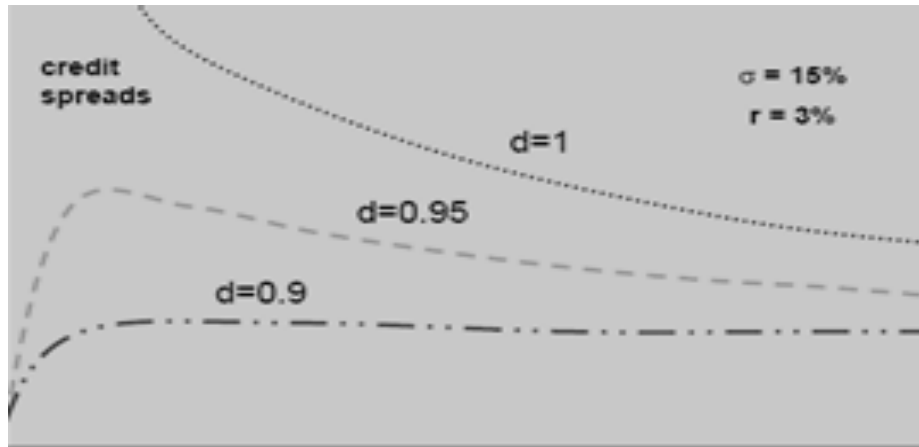


Figure 9: La structure par terme des spreads obtenue à partir du modèle de Merton

Tant que d est inférieur à un, la structure par terme des spreads est croissante (ou en cloche), mais elle s'inverse lorsque ce ratio devient supérieur ou égal à un.

Par la suite plusieurs ajustements ont été apportés au modèle original de Merton (1974) et ont permis de lever les hypothèses les plus restrictives et rendre cette classe de modèle plus concrète.

II. Extensions du modèle de Merton: abandonnement des hypothèses classiques :

II.1. Éventualité de la faillite d'une entreprise à tout moment :

Dans le modèle de Merton, le défaut ne peut être observé qu'à la maturité de la dette, plus précisément quand la valeur des actifs de la firme ne permet pas de couvrir le portefeuille de dette. Or comme le mentionne Black et Cox (1976), sous une telle hypothèse, l'entreprise n'est pas «sous surveillance» avant la maturité de la dette. Une telle réalité n'existe pas car, les contrats de dettes prévoient souvent des clauses permettant de déclencher le défaut en cas de difficultés financières de l'entreprise (et donc de fait avant leur maturité).

L'évaluation d'une obligation risquée avec prise en considération de la défaillance éventuelle de l'émetteur à tout moment est envisagée successivement dans un contexte de taux constants puis dans celui de taux stochastiques.

II.1.1. Défaillance éventuelle à tout moment en présence de taux d'intérêt constants :

Black et Cox (1976) et Leland (1994), suggèrent l'introduction d'un seuil dont le franchissement par la valeur des actifs de la firme provoque de manière anticipée le défaut, la cessation de paiement et la liquidation immédiate des actifs. Alors que, dans les travaux de Black et Cox, le niveau de défaut est représenté par une barrière déterministe, celui-ci est défini de manière endogène dans le modèle de Leland.

Les modèles de Black et Cox et de Leland travaillent avec des taux d'intérêt sans risque constants ; c'est leur principal point faible. Cette dernière hypothèse empêche de prendre en considération une éventuelle dépendance entre risque de défaut et risque de taux.

Une évaluation plus réaliste d'une dette risquée passe par l'abandon de cette hypothèse et l'introduction de taux d'intérêt stochastiques

II.1.2. Défaillance éventuelle à tout moment en présence de taux d'intérêt stochastiques :

Plusieurs modèles ont tenté de réunir le risque de défaut et le risque taux tout en introduisant un indicateur de détresse. Le seuil de faillite peut être représenté, soit par une barrière déterministe, soit par une barrière stochastique dépendant du niveau des taux d'intérêt.

Les modèles de Kim, Ramaswamy & Sundaresan (1993), Shimko, Tejima & Van Deventer (1993) et de Longstaff & Schwartz (1995) permettent d'introduire des taux d'intérêt stochastiques et l'éventualité d'une faillite de la firme à tout moment. Dans ces modèles, le seuil de faillite est fixé de manière déterministe, mais le taux d'intérêt est stochastique⁷⁷.

D'autres modèles sont apparus par la suite et incorporent à la fois des taux d'intérêt et une limite de défaut stochastiques (Saa-Requejo & Santa-Clara, 1999 et Hsu, Saa-Requejo & Santa-Clara, 2004). Dans ces modèles, l'interaction entre le risque de défaut, le risque de taux d'intérêt résulte non seulement, comme dans les modèles précédents, de la corrélation entre le processus d'évolution de la valeur des actifs et celui des taux, mais aussi du fait que la barrière de défaut est elle-même dépendante du niveau des taux d'intérêt.

II.2. Imperfections du marché :

Le modèle original de Merton (1974) stipule que les marchés sont parfaits. Dans ce cadre, la totalité des écarts de rendements entre titres privés et titres d'état serait imputable au risque de défaut. En réalité, le spread de crédit contient trois composantes, correspondant à une prime de terme⁸¹, une prime de liquidité⁸² et une prime de défaut. Ericsson et Renault (2006) proposent d'introduire les facteurs de liquidité dans les modèles structurels.

II.3. Dynamique des actifs de l'entreprise :

L'hypothèse de rentabilité gaussienne pour les actifs de la firme a été critiquée (Sarig et Warga, 1989). Les études empiriques suggèrent d'incorporer des processus à sauts dans la valeur de l'entreprise (Zhou, 2001). Cette hypothèse paraît logique car certains événements comme l'obtention ou la perte d'un contrat important, la démission d'un haut dirigeant par exemple, peuvent avoir un impact significativement immédiat sur la valeur de l'entreprise.

Malgré la richesse de la littérature théorique sur le sujet, l'implémentation des modèles structurels ou de forme réduite est souvent difficile car les données nécessaires (probabilités de défaut, valeur des actifs de la firme, taux de recouvrement,...) ne sont pas observables. Quelques études empiriques ont cependant été menées : Altman (1968) a été le premier à utiliser des ratios économiques et financiers comme variables explicatives de la faillite par des méthodes de scoring

Chapitre 4 Un premier modèle simplifié du spread de crédit : Le MEDAF

Introduction :

Le Modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF) ou "Capital Asset Pricing Model" (CAPM) est le modèle d'évaluation le plus répandu et le plus utilisé malgré le fait que sa pertinence empirique soit très limitée. Créé par Sharpe, Lintner et Mossin dans les années 60 et fondé sur des études réalisées par Markowitz en 1952 (la théorie moderne du portefeuille), cet outil établit la relation entre le risque d'un actif financier et la rentabilité espérée de cet actif.

La particularité du MEDAF réside dans le fait que : les investisseurs sont rémunérés par la valeur temps de l'argent et par le risque. La valeur temps de l'argent est représentée par le taux sans risque, qui correspond généralement au taux de placement le plus faible mais le moins risqué, et le risque est représenté par le Beta, rapport historique entre la volatilité de l'actif et celle du marché.

Attirées par la place primordiale qu'occupe ce modèle dans la finance moderne et par sa simplicité, nous allons l'appliquer à l'ensemble des valeurs de notre échantillon et nous constituerons deux volets de jugements : la volatilité de la valeur en question par rapport au marché et la prime de risque action associée.

I. Jugement de la volatilité des valeurs de l'échantillon par l'indicateur bêta :

Pour étudier la volatilité, il convient d'étudier les variations du titre en question par rapport aux variations du marché. Cette information sera traduite par l'interprétation de l'indicateur Bêta qui est un indicateur de sensibilité ou de volatilité pour une valeur mobilière cotée en bourse. Pour le cas des émetteurs non cotés en bourse, il a été jugé pertinent d'évaluer leurs volatilités par celle du secteur auquel elles appartiennent.

Avant d'entamer l'explication des procédures de calcul, il y a lieu de rappeler la définition de l'indicateur Bêta ainsi que les différentes interprétations données à cet indicateur selon le résultat obtenu.

Le β est une mesure de sensibilité d'une valeur ou d'un ensemble de valeurs par rapport à l'indice. Ce coefficient exprime une amplitude moyenne du mouvement de la valeur en fonction de l'indice. Par exemple Une valeur a «b» pour coefficient bêta, signifie que si l'indice varie d'un point de pourcentage (+ 1%), la valeur varie de b%. Autrement dit c'est la sensibilité ou élasticité du cours du titre par rapport à l'indice boursier représentant le marché.

D'une part, le bêta est le fruit d'une observation statistique sur une durée relativement longue ; il s'agit souvent pour un minimum d'un an, soit environ 250 séances de bourse. De la sorte, le β doit s'interpréter comme un comportement moyen de la valeur. La sensibilité de la valeur telle qu'exprimée par le bêta est une «composante historique» de la valeur. En d'autres termes, c'est une mesure de la sensibilité d'une valeur par rapport au marché. C'est ainsi que le coefficient peut s'interpréter comme un niveau de risque ou exposition aux fluctuations de ce marché.

D'autre part, le bêta est utilisé pour donner un score à la valeur mobilière en question. Un score beta de 1.0 est une indication de que le prix de la valeur mobilière bougera avec le marché. Des scores supérieurs à 1.0 indiquent que la volatilité du prix de la valeur mobilière en question excédera celle du marché, en général par un facteur qui est déterminé par le nombre qui dépasse 1.0. (Par exemple, si le bêta d'une valeur mobilière est estimé à 1.4, cela signifie en théorie que l'action est 40% plus volatile que le marché [(1.4 – 1.0) x 100%]). Un score inférieur à 1.0 indique que la valeur mobilière sera moins volatile que le marché. Ici encore, son degré de volatilité est déterminé par la différence entre son score et 1.0.

Afin d'entamer les calculs, il a fallu supposer quelques hypothèses par rapport au cadre général du calcul de cet indicateur car pour pouvoir calculer le β avec les méthodes mathématiques disponibles, il faut supposer que :

- ❖ Les marchés financiers sont parfaits ce qui implique la non génération d'aucun coût;
- ❖ Il n'y a aucun différentiel de taxes ;
- ❖ Il y a un même niveau de taux de prêt et d'emprunt pour tous les investisseurs ;
- ❖ L'écart type des rendements passés est une mesure du risque.

Pour constituer notre base de données, il a été convenu de choisir le MASI comme indicateur de marché vu qu'il englobe plus de valeurs que le MADEX, de prendre un échantillon de valeurs depuis 2006 (Selon la disponibilité de l'information), et finalement, de se contenter des données disponibles (inférieures à 6 ans) pour les valeurs récemment introduites en bourse.

A partir du site de la bourse nous avons recensé les cours mensuels du MASI ainsi que ceux des différentes valeurs cotées existant dans le secteur bancaire et celui des sociétés de financement et ce sur un historique datant de 2006 jusqu'au 3ème mois de 2013.

Une fois les différents cours recensés, il a fallu calculer leurs différentes variations mensuelles selon la relation suivante :

$$\text{Variation du cours} = \frac{\text{Cours du mois N}}{\text{Cours du mois N - 1}} - 1 \quad (4.1)$$

Ainsi, le β de chaque entreprise serait calculé par la variation du cours de la valeur par rapport au marché (Cours de l'indice MASI). Ceci peut être facilement calculé en utilisant la fonction PENTE sur Excel entre la variation du MASI et celle de la valeur en question

Le β peut également être calculé en utilisant la formule mathématique suivante :

$$\beta = \frac{\text{cov}(R_i; R_M)}{\text{Var}(R_M)} \quad (4.2)$$

Avec comme : R_M : Rendement du marché (de l'indice MASI)

R_i : Rendement de l'actif (de la valeur en question)

Reste à calculer les β de nos deux secteurs (banques et sociétés de financement) pour les attribuer aux différents émetteurs non cotés.

Pour retrouver le β de chaque secteur, un calcul des pondérations de chaque valeur sur son secteur approprié a été effectué en divisant la CB (capitalisation boursière) de la valeur en question par la somme des CB de toutes les valeurs cotées du secteur. Cette capitalisation boursière est calculée de la manière suivante :

$$CB_i = \text{Dernier cours inscrit}_i * \text{Nbr de titres de } i \text{ dans l'indice} \quad (4.3)$$

Avec comme i : la valeur cotée en question

Ainsi, le β secteur (β_s) serait calculé de la manière suivante :

$$\beta_s = \sum_{i=0}^n \text{Pondération}_i * \beta_i \quad (4.4)$$

Le bêta a été calculé pour toutes les valeurs de l'échantillon et ce sur un historique de 7ans et 2 mois. Ci-dessous les différents résultats trouvés :

Tableau 10: les Bêta des sociétés de financement

société de financement	Bêta
Acred	0,03318359
Diacsalaf	0,02952167
Eqdom	0,03101806
Maghrebail	0,02617548
Maroc Leasing	0,03180543
Salafin	0,03485367
Sofac	0,03406652
Taslif	0,03553005
Wafasalaf	0,0321763
Sogelease	0,0321763
BMCI leasing	0,0321763
Wafabail	0,0321763

Tableau 11: les Bêta des banques

Banque	Bêta
BCP	0.774978125
ATWB	1.131831165
BMCE Bank	1.16215478
BMCI	0.507431599
Crédit du Maroc	0.566105213
CIH	1.228253877
SGMB	2.73%
CAM	2.73%
Secteur	2.73%

II.Appréciation de la prime de risque action :

Sur le marché de la dette privée, il n'existe pas de méthodes mathématiques pour calculer la prime de risque. Le consensus marché est libre acteur sur le marché.

Toutefois, durant les comités de placement qui décident de la participation de la CMR dans l'émission en question ; la prime de risque des titres privés est jugée d'une manière subjective de la part

des preneurs de décision en se basant sur la prime de risque sur le marché action ainsi que les différentes primes de risque proposées dans les émissions antérieures de même maturité et sur la même période.

Ainsi, il s'avère profitable de calculer la prime de risque action pour l'ensemble des émetteurs de notre échantillon.

Ce calcul sera réalisé à l'aide du MEDAF en fonction :

- ❖ de la mesure du risque systématique de l'actif, noté β_{actif} (coefficient bêta de l'actif) ;
- ❖ de la rentabilité espérée sur le marché, notée $E(R_M)$;
- ❖ du taux d'intérêt sans risque (généralement des emprunts d'État), noté R_F ;

Ainsi la prime de risque recherchée serait l'écart entre la rentabilité exigée par les actionnaires et le taux sans risque (52 semaines).

$$\text{Prime de risque} = E(R_{\text{actif}}) - R_F = \beta_{\text{actif}} \cdot [E(R_M) - R_F] \quad (4.5)$$

Le calcul de la prime de risque a été fait pour toutes les valeurs de l'échantillon et ce sur un historique de 7ans et 2 mois. Voici les différents résultats trouvés :

Tableau 12: la prime de risque action des banques

Banque	Prime de risque action
BCP	2,11%
ATWB	30,84%
BMCE Bank	31,66%
BMCI	13,82%
Crédit du Maroc	15,42%
CIH	33,46%
SGMB	0,74%
CAM	0,74%

Tableau 13: La prime de risque action des sociétés de financement

Société de financement	Prime de risque action
Acred	0.51%

Diacsalaf	1.88%
Eqdom	1.32%
Maghrebail	3.13%
Maroc Leasing	1.02%
Salafin	0.12%
Sofac	0.18%
Taslif	0.37%
Wafasalaf	0.88%
Sogelease	0.88%
Wafabail	0.88%
BMCI Leasing	0.88%
Secteur	0.88%

Conclusion

En conclusion, le MEDAF est un modèle mono factoriel simple mais qui reste valide en première approximation. L'indicateur bêta et la prime de risque action apportent plus de visibilité sur la valeur en question et par conséquent plus de sûreté dans la décision de placement.

Chapitre 5 Un modèle multifactoriel des spreads de crédit :

“The mathematics of financial models can be applied precisely, but the models are not at all precise in their application of the real world. Their accuracy as useful approximation varies significantly across time and place. The models should be applied in practice only tentatively, with careful assessment of their limitations in each application.”

Robert Merton (1998), Nobel Prize address,

American Economic Review, 88(3), p.343

Introduction:

Pour mesurer le risque d'un portefeuille, un gérant a besoin des variances et des covariances de tous les titres qui le composent. Cela nécessite un nombre important de données à stocker puis à analyser. Il est clairement plus sollicité d'exprimer le risque du portefeuille à travers un nombre limité de facteurs de risques. Le premier modèle ayant apporté cette simplification est le CAPM introduit par Sharpe

(1964) afin de modéliser les actions. De formulation plus générale, l'Asset Pricing Theory (APT) de Ross (1976), suppose que le rendement de tout titre est une combinaison linéaire de plusieurs facteurs macroéconomiques comme le niveau de la production industrielle, les déformations de la structure par terme des taux d'intérêt et l'inflation. À nouveau, ce modèle a été développé dans le cadre d'un portefeuille actions.

Inspirées par cette logique, nous avons essayé de transposer le modèle multifactoriel appliqué aux rendements des actions à nos titres privés (CD, BSF), plus précisément aux spreads de crédit de ces titres.

Nous essaierons dans ce chapitre d'expliquer le spread de crédit à travers un ensemble de facteurs pertinents. Quant aux méthodes statistiques, nous avons élu les données de panel, vu la double dimension de nos séries : individuelle et temporelle.

I. Formulation générale :

Le modèle que nous cherchons à estimer se présente comme suit :

$$\text{Spread}_i(t) = \sum_k S_{k,i}(t) \cdot F_k(t) + \varepsilon_i(t) \quad (5.1)$$

Avec

- $\text{Spread}_i(t)$: la valeur du spread du titre i à la date t ;

- $S_{k,i}(t)$: la sensibilité du spread du titre i au facteur k à la date t ;

- $\varepsilon_i(t)$: l'erreur de la régression.

Les facteurs explicatifs du *spread* de crédit peuvent être étudiés selon trois perspectives complémentaires :

- **une perspective macroéconomique** : s'appuyant sur des variables telles que le taux d'inflation, le taux de chômage ou encore le taux de croissance de l'économie ;
- **une perspective statistique** : plutôt que de supposer des facteurs *a priori*, on détermine ces facteurs explicatifs par une Analyse en Composantes Principales (ACP). La sensibilité de chaque titre à ces facteurs est ensuite obtenue en régressant les *spreads* sur chacun des facteurs issus de l'ACP ;
- **une perspective "fondamentale"** : à chaque date, les caractéristiques microéconomiques des firmes émettrices des obligations sont connues et l'on peut en conséquence utiliser des ratios comptables et financiers comme variables explicatives.

Dans notre étude, nous avons combiné ces différentes approches et avons en conséquence sélectionné des variables explicatives du spread de crédit caractérisant à la fois chaque titre individuellement (variables micro-économiques), chaque émetteur de titres (variables mésoéconomiques) et l'ensemble des émetteurs (variables macro-économiques).

Dans le paragraphe qui suit nous justifierons le choix de nos variables et de quelle manière elles influencent le spread de crédit.

II. Les déterminants du spread de crédit retenus :

II.1. La maturité :

Les facteurs caractérisant chaque titre sont des variables indicatrices indiquant la classe de maturité à laquelle le titre appartient. Nous avons établi ces classes afin de distinguer les spreads de

maturité longue des spreads de court terme. En effet, les spreads de titres longs sont traditionnellement plus élevés que ceux des titres courts : lorsqu'un investisseur achète un titre arrivant, par exemple, à échéance dans un an, on peut supposer que la situation économique de l'entreprise émettrice ne va pas évoluer d'ici à la maturité et donc le risque pris par l'investisseur est faible. À l'inverse, un investisseur achetant un titre à échéance dix ans a beaucoup moins de visibilité sur la situation de l'émetteur dans dix ans, son risque est élevé et doit en conséquence être rémunéré. Cette prise de risque est rémunérée sur le marché par une sorte de prime de maturité.

Nous avons distingué quatre classes de maturités :

✓ **Pour les CD :**

I0 : maturité inférieure strictement à 2 ans.

I2 : maturité entre 2 ans et 3 ans non incluse.

I3 : maturité entre 3 ans et 5ans non incluse.

I5 : maturité supérieure à 5 ans.

✓ **Pour les BSF :**

I2 : maturité entre 2 ans et 3 ans non incluse.

I3 : maturité entre 3 ans et 4 ans non incluse.

I4 : maturité entre 4 ans et 5 ans non incluse.

I5 : maturité supérieure à 5 ans.

II.2. La situation financière de l'émetteur :

Les facteurs caractérisant chaque émetteur (banque ou société de financement) sont des données comptables. Nous avons choisi quatre ratios qui sont d'un rôle crucial dans le jugement de la solidité financière.

Le ratio de levier : Il rapporte la dette totale aux capitaux propres. Il fait partie des ratios financiers d'analyse du levier financier. Il mesure le niveau d'endettement d'un émetteur.

Le coefficient d'exploitation : C'est un indicateur utilisé dans la profession bancaire qui correspond au rapport des charges générales (frais de personnel, dotation aux amortissements et aux provisions sur les immobilisations corporelles et incorporelles, autres services externes) divisé par le produit net bancaire. Il mesure l'efficacité de l'exploitation d'une banque.

Le Return on Equity (ou ROE) est fréquemment traduit en français par « rentabilité des capitaux propres, c'est le rapport entre le résultat net et les capitaux propres investis par les actionnaires. Ce ratio financier mesure la capacité d'une banque à générer des profits à partir de ses seuls capitaux propres (capitaux moins dettes), sans prendre en compte les autres sources de financement.

Le Return on Assets (ou ROA) peut être traduit en français par taux de "rendement de l'actif investi». C'est le rapport entre le résultat et l'actif net mobilisé dans l'activité. Il représente la capacité de la banque à dégager un résultat en utilisant l'ensemble de ses moyens.

II.3. Les variables du marché :

Les conditions du taux d'intérêt, l'état du marché des actions et la liquidité peuvent expliquer les fluctuations d'ensemble des spreads sur le marché de la dette privée.

II.3.1. Variables relatifs au taux d'intérêt :

1) Le taux d'intérêt sans risque :

La plupart des modèles structurels de la dette risquée semblent produire une liaison inverse entre les spreads de crédit et le taux d'intérêt. Pour Longstaff et Schwartz (1995), un « accroissement du taux d'intérêt tend à réduire la probabilité de défaut en raison de son effet sur le drift du processus risque-neutre de A_t . Ainsi un accroissement de r entraîne une diminution du spread de crédit ».

Cette explication, souvent reprise dans la littérature reste technique et non économique. En effet, en raison de la contrainte financière qu'il représente pour les entreprises, un taux d'intérêt élevé devrait se traduire par une vulnérabilité accrue des firmes endettées.

Mais certains auteurs justifient le lien négatif entre le taux d'intérêt et le spread de crédit en invoquant par exemple un effet d'offre ou d'éviction : une hausse des taux freine l'offre de titres risqués, ce qui, pour une demande constante, se traduit par une hausse des prix, i.e. une baisse des spreads. Dans cette étude nous avons considéré le taux sans risque 52 semaines.

2) Volatilité des taux d'intérêt sans risque :

Parmi les limitations du modèle de Merton, la non rémunération du risque de taux. Nous avons ainsi pensé à incorporer la volatilité du taux d'intérêt dans le modèle comme indicateur du risque de taux sur le marché de la dette privée. Une augmentation de l'incertitude sur les taux d'intérêt futurs rendrait moins attractives les investissements dans les titres privés et se traduirait par un élargissement des spreads de crédit. La volatilité des taux d'intérêt est représentée ici par l'écart type du taux d'intérêt sans risque 52 semaines.

3) Pente de la courbe des taux :

La pente de la structure par terme des taux, mesurée comme l'écart entre le taux long et le taux court, serait un facteur prédictif des taux courts futurs anticipés par le marché. Ainsi, une structure croissante (resp. plate, resp. décroissante) indique que le marché anticipe une hausse (resp. stagnation, resp. baisse) des taux courts dans le futur.

La pente de la courbe des taux est définie dans le cadre de cette étude, comme l'écart entre taux d'intérêt 10 ans et le taux 3 mois.

II.3.2. Rendement sur le marché boursier :

Dans le modèle de Merton, la valeur de marché de la dette risquée dépend du levier d'endettement, ou plus précisément le ratio entre la valeur actuelle de la dette et les fonds propres (actions). Une augmentation du cours des actions de la firme, ou une augmentation de capital (émission d'actions), se traduit, toutes choses égales par ailleurs, par une diminution du levier et donc une baisse du risque de défaut qui entraîne une réduction du spread. En revanche, la baisse du cours des actions, ou le rachat de ses titres par l'entreprise, se traduisent par une augmentation du levier et donc une augmentation du risque de défaut de la société, qui entraîne à son tour une hausse du spread.

Collin-Dufresne et al. (2001)⁴ montrent que les rendements de l'indice boursier S&P500 affectent l'évolution des spreads de crédit des obligations d'entreprises américaines bien plus que les rendements de leurs propres actions. A l'égide de cette étude et vu la non disponibilité des cours d'actions pour les émetteurs non cotés de notre échantillon, nous nous sommes contenté du cours de

⁴ Résultats publiés dans "The Determinants of Credit Spread Changes" voir la bibliographie

l'indice sectoriel boursier (Bank pour le secteur bancaire et SF&AF pour le secteur des sociétés de financement).

II.4. Liquidité du marché :

En faisant l'hypothèse de marché parfait et complet, le modèle théorique de Merton ignore totalement le rôle de la liquidité comme facteur explicatif du niveau des spreads de crédit.

Une diminution de la liquidité sur le marché de la dette privée implique une préférence du marché pour les capitaux moins risqués. Une crise de liquidité se manifeste ainsi par une augmentation du spread de crédit.

Il y a plusieurs méthodes d'évaluation de la liquidité sur le marché de la dette privée, toutefois, le taux d'intervention de Bank Al maghrib avance à 7 jours est l'indicateur le plus éloquent pour notre étude.

III. Les données de panel : un outil privilégié de l'étude des séries aux dimensions temporelle et individuelle :

La double dimension qu'offrent les données de panel nous a incité à adopter ces dernières comme outil statistique privilégié pour notre étude. En effet, si les données en séries temporelles permettent d'étudier l'évolution des relations dans le temps, elles ne permettent pas de contrôler l'hétérogénéité entre les individus. A l'inverse, les données en coupes transversales permettent d'analyser l'hétérogénéité entre les individus mais elles ne peuvent pas tenir compte des comportements dynamiques, puisque la dimension temporelle est exclue du champ d'analyse.

En utilisant des données de panel, on pourra exploiter les deux sources de variation de l'information statistique : Temporelle où variabilité intra-individuelle et individuelle ou variabilité inter-individuelle.

Par conséquent, le modèle en données de panel s'écrit comme un modèle à double indice qui prend la forme suivante :

$$y_{it} = \alpha + \sum_k \beta_k X_{k,i,t} + \sum_p \lambda_p Z_{p,i} + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1 \dots N \quad t = 1 \dots T_i \quad (5.2)$$

On utilise une notation à deux indices, i pour l'individu i et t pour le temps. Les variables explicatives $X_{k,i,t}$ sont variables dans le temps, alors que les variables $Z_{p,i}$ sont des facteurs invariants dans le temps. L'augmentation du nombre d'observations permet de garantir une meilleure précision des estimateurs, de réduire les risques de multi colinéarité et surtout d'élargir le champ d'investigation. Le panel considéré n'est pas nécessairement complet (cylindré) où toutes les unités statistiques sont observés durant la période considérée. Il peut s'agir d'un panel incomplet, non cylindré, où les individus ne sont pas observés sur toute la période de l'analyse du fait du problème d'entrée/sortie. A titre d'exemple si on dispose d'un panel incomplet de 1500 entreprises observées sur la période 1991-2010, certaines entreprises n'existaient pas en 1991 et ont été créées par la suite. Par ailleurs, d'autres entreprises qui existaient en 1991 ont pu disparaître de l'échantillon avant 2010, pour diverses raisons (fusion, acquisition, banqueroute, etc.). Dans ce cas de figure, le cylindrage de l'échantillon n'est pas conseillé à cause du risque de biais de sélectivité, puisque les entreprises que nous éliminerons de l'échantillon, pour raisons d'informations temporelle incomplète, peuvent ne pas avoir la même typologie que celle qui sont observées sur toute la période indiquée.

III.1. Modèle à effet fixe :

Le modèle à effets fixes suppose que les relations entre la variable dépendante et les variables explicatives sont identiques pour tous les individus. Si l'on considère N individus, observés sur T_i périodes de temps et K variables explicatives, le modèle s'écrit alors :

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_k \beta_k X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1 \dots N \text{ et } t = 1 \dots T_i \quad (5.3)$$

Pour k = 4, le modèle s'écrit :

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 X_{1,i,t} + \beta_2 X_{2,i,t} + \beta_3 X_{3,i,t} + \beta_4 X_{4,i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (5.4)$$

α_i représente la spécificité individuelle, supposée fixe.

III.1.1. Les hypothèses (H1) :

On suppose que les résidus $\varepsilon_{i,t}$ sont i.i.d. et satisfont les conditions suivantes, et

$\forall i \in [1; N]; \forall t \in [1; T_i]:$

$$E(\varepsilon_{i,t}) = 0$$

$$E(\varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{i,s}) = \begin{cases} \sigma_\varepsilon^2 & \text{si } t = s \\ 0 & \forall t \neq s \end{cases}$$

Ce qui implique $E(\varepsilon_i, \varepsilon_i') = \sigma_\varepsilon^2 I_T$ ou I_T désigne la matrice identité (T_i, T_i).

$$E(\varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{j,t}) = 0, \forall j \neq i, \forall (t, s)$$

Le modèle à effets fixes individuels présente une structure des résidus qui vérifient les hypothèses standards des MCO. Il s'agit en fait d'un modèle classique avec variables indicatrices individuelles.

III.1.2. L'estimateur MCO ou LSDV (Least Square Dummy Variables):

L'estimateur des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) des paramètres α_i et β dans le modèle à effets fixes est appelé aussi estimateur à variables muettes indicatrices, LSDV. Les estimateurs de ce modèle par la méthode des MCO sont sans biais. Dans la pratique, l'estimateur des MCO ou LSDV est obtenu à partir d'un modèle transformé où les différentes variables du modèle sont centrées par rapport à leurs moyennes individuelles respectives. Ceci privilégie l'exploitation de la variabilité intra-individuelle (dimension temporelle) dans l'estimation des paramètres structurels du modèle. Aussi, on retient la spécification suivante:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_k \beta_k X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1 \dots N \text{ et } t = 1 \dots T_i \quad (5.6)$$

Les réalisations des estimateurs des constantes α_i sont déduites au point moyen, après estimation des paramètres selon la relation qui suit :

$$\hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \sum_{k=1}^K \hat{\beta}_k \bar{x}_{k,i}$$

L'estimateur MCO des coefficients k est obtenu en centrant les différentes (variables endogène et exogènes) sur leur moyenne individuelle respective. Ainsi, on obtient l'estimateur MCO en utilisant le modèle transformé suivant :

$$\widetilde{y}_{i,t} = \sum_{k=1}^K \beta_k \widetilde{x}_{k,i,t} + \widetilde{\varepsilon}_{i,t}$$

Avec $\widetilde{y}_{i,t} = y_{i,t} - \bar{y}_i$, $\widetilde{x}_{k,i,t} = x_{k,i,t} - \bar{x}_{k,i}$, $\widetilde{\varepsilon}_{i,t} = \varepsilon_{i,t} - \bar{\varepsilon}_i$

On note que $\bar{y}_i = \frac{1}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} y_{i,t}$

Il est conseillé dans le cas où le panel est non cylindré d'utiliser l'option robuste de manière à tenir compte de l'hétéroscédasticité des erreurs, puisque la variance des erreurs du modèle transformé n'est pas constante. En effet, on vérifie que :

$$V(\widetilde{\varepsilon}_{i,t}) = \sigma_\varepsilon^2 \frac{T_i}{T_i - 1}$$

Outre le fait que la variabilité inter-individuelle n'est pas exploitée pour estimer les paramètres structurels du modèle, une limite inhérente au modèle à effets fixes réside dans le fait que l'impact des facteurs invariants à travers le temps ne peut être identifié. Ceci constitue une limite au niveau de l'analyse économique, puisqu'il revient à restreindre le champ d'analyse économique de l'étude.

III.2. Le modèle à erreurs composées :

Le modèle à erreurs composées suppose que la spécificité individuelle est sous une forme aléatoire. Le terme constant spécifique à l'individu i est aléatoire. Il se décompose en un terme fixe et un terme aléatoire spécifique à l'individu permettant de contrôler l'hétérogénéité individuelle. En regroupant les termes aléatoires du modèle, on obtient une structure à erreurs composées.

Comme nous décomposons la constante dans le modèle à effets fixes, il s'agit dans le modèle à effets aléatoires de décomposer les résidus. C'est en effet dans ces derniers qu'interagissent les variables explicatives omises. Le modèle s'écrit toujours :

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_k \beta_k X_{k,i,t} + \sum_p \lambda_p z_{p,i} + \varepsilon_{i,t} \quad , \quad i = 1, \dots, N \text{ et } t = 1, \dots, T_i \quad (5.7)$$

Le terme individuel aléatoire α_i est alors décomposé de la manière suivante :

$$\alpha_i = \alpha + \mu_i$$

α désigne la composante fixe et μ_i la composante stochastique individuelle, non observable. Il s'en suit un modèle à erreurs composées qui s'exprime de la manière suivante:

$$y_{i,t} = \alpha + \sum_k \beta_k X_{k,i,t} + \sum_p \lambda_p z_{p,i} + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad , \quad i = 1, \dots, N \text{ et } t = 1, \dots, T_i \quad (5.8)$$

Généralement, on est conduit à faire un certain nombre d'hypothèses sur cette structure de résidus.

III.2.1. Les hypothèses sur les résidus :

On suppose que les résidus sont i.i.d. et satisfont les conditions suivantes :

$$E(u_i) = E(\varepsilon_{i,t}) = 0$$

$$E(u_i, \varepsilon_{i,t}) = 0$$

$$E(u_i, u_j) = \begin{cases} \sigma_{i,j}^2 & \text{si } i = j \\ 0 & \text{si non} \end{cases}$$

$$E(\boldsymbol{\varepsilon}_{i,t}, \boldsymbol{\varepsilon}_{s,t}) = \begin{cases} \sigma_{\varepsilon}^2 & \text{si } i = j \text{ et } t = s \\ \mathbf{0} & \text{si non} \end{cases}$$

$$E(\mathbf{u}_i \mathbf{x}'_{i,t}) = E(\boldsymbol{\varepsilon}_{i,t} \mathbf{x}'_{i,t}) = \mathbf{0}$$

Sous ces hypothèses, la variance de la variable endogène $y_{i,t}$ conditionnellement aux variables explicatives $x_{i,t}$ est alors égale à : $\sigma_u^2 + \sigma_{\varepsilon}^2$.

III.2.2. Estimateur des Moindres Carrés Généralisés, MCG :

Contrairement au modèle à effets fixes, le modèle à erreurs composées utilise les deux dimensions du panel. Par conséquent, on peut élargir le champ de recherche empirique, en mesurant l'effet de facteurs invariants dans le temps, (secteur d'activité de l'entreprise, à titre d'exemple), en plus des facteurs explicatifs variables dans le temps. Puisque les erreurs composées, sont corrélées par individu dans le temps, on utilise la méthode des moindres carrés généralisés.

III.3. Tests de spécification du modèle :

Les tests de spécification sont importants lorsqu'on travaille sur les données de panel. Hurlin (2006) précisent : « lorsque l'on considère un échantillon de données de panel, la toute première chose qu'il convient de vérifier est la spécification homogène ou hétérogène du processus générateur de données. Sur le plan économétrique, cela revient à tester l'égalité des coefficients du modèle étudié dans la dimension individuelle. Sur le plan économique, les tests de spécification reviennent à déterminer si l'on est en droit de supposer que le modèle théorique étudié est parfaitement identique pour tous les individus, ou au contraire s'il existe des spécificités propres à chaque individu ».

Dans cet ordre d'idée, nous allons successivement effectuer le test de Fisher pour valider le modèle à effet fixe, le test de Breusch - Pagan (LM-test) pour le modèle à effet aléatoire, le test de Hausman pour discriminer entre les deux .

III.3.1. Test de Fisher :

On utilise le test de Fisher pour discriminer le modèle à effet fixe et le modèle sans effet fixe. Concrètement, on cherche à déterminer si l'on est en droit de supposer que le modèle théorique étudié est parfaitement identique pour tous les individus, ou au contraire s'il existe des spécificités propres à chaque individu. Le test est effectué automatiquement après estimation du modèle à effets fixes sur stata.

Les hypothèses du test sont :

H0 : Absence d'effets individuels ($u_i=0$)

H1 : Présence d'effets fixes

Le logiciel stata calcule deux statistiques de Fisher .Le premier teste la significativité conjointe des variables explicatives tandis que la seconde teste la significativité conjointe des effets fixes introduits.

III.3.2. Le test de Breusch and Pagan (LM-test) :

On utilise le test de Breusch -Pagan (LM-test) pour discriminer le modèle à effet aléatoire et le modèle sans effet aléatoire.

Le corps d'hypothèse à tester est :

H 0 : Absence d'effets aléatoires ($\text{var}(u)=0$)

H 1 : Présence d'effets aléatoires ($\text{var}(u) \neq 0$)

Où $\text{var}(u)$ désigne la variance de l'erreur spécifique à l'individu, $u_i \rightarrow N(0, \sigma)$.

La statistique du test est basée sur les résidus estimés par les MCO. Elle prend la forme suivante :

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^{T_i} \widehat{\varepsilon}_{i,t}^2 \right]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} \widehat{\varepsilon}_{i,t}^2} - 1 \right]^2 \sim \chi^2(1) \quad (5.9)$$

Si H_0 est rejetée, on est bien dans le cas d'une spécification aléatoire.

III.3.3. Test de Hausman :

Le test d'Hausman est un test de spécification qui permet de déterminer si les coefficients des deux estimations (fixe et aléatoire) sont statistiquement différents. L'idée de ce test est que, sous l'hypothèse nulle d'indépendance entre les erreurs et les variables explicatives, les deux estimateurs sont non biaisés, donc les coefficients estimés devraient peu différer. Le test d'Hausman compare la matrice de variance-covariance des deux estimateurs :

$$w = (\beta_f - \beta_a)' \text{var}(\beta_f - \beta_a)^{-1} (\beta_f - \beta_a) \quad (5.10)$$

Le résultat suit une loi χ^2 avec $K-1$ degré de liberté. Si on ne peut rejeter la nulle, i.e. si la p-value est supérieure au niveau de confiance, on utilisera les effets aléatoires qui sont efficaces s'il n'y a pas de corrélation entre les erreurs et les variables explicatives.

III.3.4. Test d'Hétéroscédasticité :

L'hétéroscédasticité qualifie des données qui n'ont pas une variance constante. Ils existent plusieurs tests pour détecter l'hétéroscédasticité dont le test de Breusch-Pagen et le test de White. L'idée générale de ces tests est de vérifier si le carré des résidus peut être expliqué par les variables du modèle. Si c'est le cas, il y a hétéroscédasticité. Dans notre travail, nous allons utiliser le test de Breusch-Pagen dont l'hypothèse H_0 est que tous les coefficients de la régression des résidus au carré sont nuls, c'est-à-dire que : les variables du modèle n'expliquent pas la variance observée.

IV. Résultats empiriques :

Nous avons reconstitué deux panels de données marocains un pour les spreads des certificats de dépôt et l'autre pour les spreads des bons de sociétés de financement, entre janvier 2010 et décembre 2012. Les données étant de périodicités différentes, nous les avons uniformisées en les mensualisant ;

IV.1. Remarques préliminaires :

Les premières estimations que nous avons effectuées en retenant l'ensemble des facteurs ont conduit à des résultats parfois laissant à désirer, notamment concernant le signe de la corrélation entre les données comptables et les spreads de crédit. La colinéarité importante entre les différents ratios financiers retenus peut cependant expliquer une certaine instabilité de nos résultats. Afin de pallier cette insuffisance, nous avons effectué une Analyse en Composante Principale (ACP) sur les facteurs comptables dans le but d'en réduire le nombre tout en conservant le maximum d'informations les concernant. L'objet de l'ACP est de rechercher un nombre réduit de nouvelles variables, combinaisons

linéaires des anciennes mais non corrélées entre elles, ces nouvelles variables résumant le mieux possible les données initiales.

L'ACP que nous avons effectué sur les ratios financiers nous a permis de résumer l'essentiel de l'information (92% de l'inertie cumulée pour les BSF et 95% pour les CD) contenue dans les ratios financiers en trois facteurs. Annexe III

Axe	Valeur propre	Pourcentage d'inertie	Pourcentage d'inertie cumulé
1	2.10961	52.24%	52.24%
2	0.991359	24.78%	77.52%
3	0.598551	14.96%	92.49%
4	0.300481	7.51%	100%

Tableau 1 : Résultats de l'ACP pour les BSF

Axe	Valeur propre	Pourcentage d'inertie	Pourcentage d'inertie cumulé
1	2.43895	60.97%	60.97%
2	1.03778	25.94%	86.92%
3	0.332962	8.32%	95.24%
4	0.190312	4.76%	100%

Tableau 2 : Résultats de l'ACP pour les CD

Nos deux échantillons contiennent en outre des émetteurs ayant des caractéristiques financières différentes, ce qui accentue l'hétérogénéité et explique le nombre relativement élevé de facteurs nécessaires à la reconstruction de plus de 90% de l'inertie cumulée.

Nous étions tiraillées entre une modélisation linéaire des spreads de crédit en fonction des variables explicatives et une modélisation multiplicative. Pour trancher, nous avons recouru au test de spécification de Box-Cox. **Annexe IV**

✓ **Test de spécification de Box-Cox pour les BSF :**

Test	Restricted	LR statistic	P-value
H0:	log likelihood	chi2	Prob > chi2
theta = -1	-2359.8967	566.18	0.000
theta = 0	-2171.6805	189.75	0.000
theta = 1	-2089.3678	25.12	0.000

Figure 10: Test de Box-Cox pour les BSF

✓ **Test de spécification de Box-Cox pour les CD :**

Test	Restricted	LR statistic	P-value
H0:	log likelihood	chi2	Prob > chi2
theta = -1	-2987.4025	1592.79	0.000
theta = 0	-2421.3454	460.68	0.000
theta = 1	-2219.1428	56.27	0.000

Figure 11: Test de Box-Cx pour les CD

La statistique du modèle linéaire est plus petite que celle du modèle multiplicatif et ceci pour nos deux modèles (les BSF et les CD), nous avons donc privilégié une spécification linéaire.

IV.2. Résultats des tests préliminaires :

Il s'agit principalement des tests de spécification, notamment le test de Fisher, le test Breusch - Pagan, le test Hausman ; et le test d'hétéroscédasticité.

IV.2.1. Test de Fisher :

Les résultats du test se présentent de la façon suivante :

✓ **Pour les BSF :**

Tableau 14: Test de Fisher pour les BSF

Nature du test	F(24,553)	Prob > F
F test that all $u_i=0$	135,63	0.0000

✓ **Pour les CD :**

Tableau 15: Test de Fisher pour les CD

Nature du test	F(23,520)	Prob > F
F test that all $u_i=0$	41,17	0.0000

La probabilité du test est inférieure à 5% pour les BSF et les CD, l'hypothèse H0 est donc rejetée. En d'autres termes, on conclut l'existence d'effets individuels dans le modèle.

IV.2.2. Le test de Breusch and Pagan

Les résultats sont :

✓ **Pour les BSF :**

Tableau 16: Le test de Breusch and Pagan pour les BSF

```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

Spread[Code,t] = Xb + u[Code] + e[Code,t]

Estimated results:

```

	Var	sd = sqrt(Var)
Spread	136.113	11.66675
e	13.63442	3.692482
u	38.50908	6.205568

```

Test:  Var(u) = 0
          chibar2(01) = 4447.02
          Prob > chibar2 = 0.0000

```

✓ **Pour les CD :**

Tableau 17: Le test de Breusch and Pagan pour les CD

```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

Spread[Codest,t] = Xb + u[Codest] + e[Codest,t]

Estimated results:

```

	Var	sd = sqrt(Var)
Spread	215.1672	14.66858
e	75.93694	8.71418
u	160.5339	12.6702

```

Test:  Var(u) = 0
        chibar2(01) = 1630.01
        Prob > chibar2 = 0.0000

```

La probabilité du test est $0.0000 < 5\%$ pour les BSF et les CD, on rejette l'hypothèse nulle. Nous pouvons conclure à un effet aléatoire.

Le test de Hausman nous permettra de discriminer entre les deux modèles validés.

IV.2.3. Test de Hausman :

Les résultats du test se présentent de la façon suivante :

✓ *Pour les CD :*

```

Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

        chi2(7) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
              =          0.89
        Prob>chi2 =          0.9965

```

Figure 12: Test de Hausman pour les CD

La probabilité du test de Hausman est supérieure à 5%, nous acceptons H0. Le modèle à effet aléatoire est donc préférable au modèle à effet fixe.

✓ *Pour les BSF :*

Le test a donné une statistique khi deux négatives, on n'a pas pu conclure au rejet ou à l'acceptation de H0.

Par identification au CD, et vu le grand rapprochement entre les deux marchés, on optera pour un modèle à effet aléatoire.

IV.2.4. Test d'Hétéroscédasticité :

Les résultats du test de Breusch-Pagan sont:

✓ *Pour les BSF :*

```
F( 11, 574) =66054.89
Prob > F    = 0.0000
```

Figure 13: Test d'Hétéroscédasticité pour les BSF

✓ **Pour les CD :**

```
F( 11, 540) =49773.71
Prob > F    = 0.0000
```

Figure 14: Test d'Hétéroscédasticité pour les BSF

La probabilité du test est nulle, l'hypothèse nulle est fortement rejetée, nous sommes en droit de conclure à la présence d'hétéroscédacité.

IV.3. Résultats de l'estimation des modèles et interprétations:

Nous avons adopté la méthode **descendante** (backward), qui consiste à introduire toutes les variables et éliminer progressivement les non significatifs.

Les modèles finaux se présentent comme suit :

✓ **Pour les BSF :**

Random-effects GLS regression		Number of obs	=	586		
Group variable: Code		Number of groups	=	25		
R-sq: within	= 0.1059	Obs per group: min	=	3		
between	= 0.1801	avg	=	23.4		
overall	= 0.1451	max	=	36		
corr(u_i, X) = 0 (assumed)		Wald chi2(7)	=	71.13		
		Prob > chi2	=	0.0000		
Spread	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
I2	-6.415767	3.802815	-1.69	0.092	-13.86915	1.037613
INDICESEC	.0016352	.0003772	4.34	0.000	.000896	.0023744
pen	-370.7143	100.6862	-3.68	0.000	-568.0557	-173.3729
sTAUX	-1742.434	904.1727	-1.93	0.054	-3514.58	29.71222
comp1	8.072685	3.629672	2.22	0.026	.9586585	15.18671
comp2	-5.995271	1.254435	-4.78	0.000	-8.453918	-3.536625
comp3	-13.99675	5.055407	-2.77	0.006	-23.90516	-4.088333
_cons	54.76722	4.50684	12.15	0.000	45.93398	63.60047
sigma_u	8.4337597					
sigma_e	3.6905621					
rho	.83928636	(fraction of variance due to u_i)				

Figure 15: Estimation du modèle multifactoriel pour les BSF

Le modèle reconstitue 14,51 % de la variance totale. Par ailleurs dans les dimensions individuelles et temporelles, nous reconstituons respectivement 18 ,01% et 10,59 % de la variance.

Le test de Wald qui a pour hypothèse la nullité de tous les coefficients, a une probabilité inférieure à 5%, donc notre modèle est bien significatif. Par ailleurs la corrélation entre les termes individuels u_i et les variables explicatives est nulle, ce qui confirme la validité d'une structure à effet aléatoire.

La fraction de la variance des termes individuels ($\rho = \text{var}(u) / (\text{var}(u) + \text{var}(e))$) est égale à 83,92%.

Les variables suivantes sont significatives au risque de première espèce de 10% : la variable indicatrice d'une maturité résiduelle entre 2ans et 3ans non incluse, l'indice sectoriel, la volatilité du taux sans risque, la pente de la courbe des taux et les trois composantes principales des données comptables.

La variable indicatrice d'une maturité résiduelle entre 2ans et 3ans intervient avec un signe négatif. Ce résultat est en harmonie avec l'intuition selon laquelle lorsque l'on se rapproche de l'échéance de la dette, si l'émetteur ne se trouve pas dans une situation financière délicate, la probabilité qu'elle fasse défaut est très faible étant donné qu'il reste peu de temps avant le remboursement final.

Les composantes factorielles sont un peu délicates à interpréter, néanmoins si on prend par exemple la deuxième composante, elle est essentiellement composée du ratio de levier.

Tableau 18: La deuxième composante factorielle des BSF

variable	comp2
exploitation	0.0662
ROE	-0.1185
ROA	0.1519
Levier	0.9790

Donc son coefficient négatif est bien justifié, une augmentation du ratio de levier, traduit une amélioration de la situation financière, et par conséquent une diminution du spread de crédit.

Le signe du coefficient de la pente de la courbe des taux est satisfaisant. En effet, une étude déjà faite par Duffee (1998), Collin-Dufresne et al. (2001) et Van Landschoot (2008) met en évidence la corrélation négative entre la pente de la structure par terme des taux sans risque et le spread de crédit sur le marché obligataire.

L'équation finale du spread de crédit est :

$$\begin{aligned}
 \text{Spread}_i^{BSF}(t) = & 54.76 - 6.41 * I_2 + 0.0016 * \text{Indice}_{\text{Sectoriel}}(t) - 370.7 * \text{Pente}(t) \\
 & - 1742.4 * \sigma(\text{Taux sans risque})(t) + 12.07 * \text{ROE}(t) - 7.93 * \text{Coeff}_{\text{exp}}(t) \\
 & - 8.97 * \text{ROA}(t) - 2.72 * \text{RLEV}(t)
 \end{aligned}$$

Avec :

- I_2 : Indicatrice d'une maturité entre 2 ans et 3 ans non incluse ;
- RLEV : Le ratio de levier ;
- $\text{Coeff}_{\text{exp}}$: Le coefficient d'exploitation ;
- ROE : le rapport entre le résultat net et les capitaux propres;
- $\sigma(\text{Taux sans risque})$: la volatilité du taux sans risque 52 semaines ;
- ROA : le rapport entre le résultat et l'actif net mobilisé dans l'activité ;

- **Pente** : La pente de la courbe des taux correspond à l'écart entre taux d'intérêt 10 ans et le taux 3 mois ;

- **Indice_{sectoriel}** : Correspond au cours de l'indice sectoriel boursier ;

Le graphique :

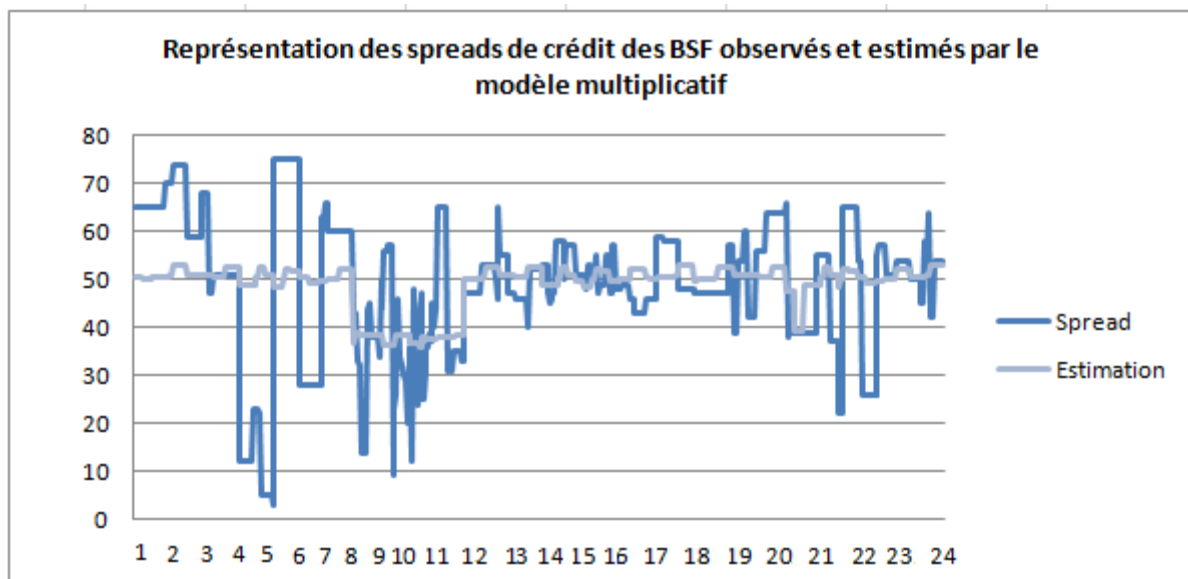


Figure 16: Représentation des spreads de crédit des BSF observés et estimés

✓ **Pour les CD :**

Random-effects GLS regression		Number of obs = 552	
Group variable: Codest		Number of groups = 24	
R-sq: within = 0.0284		Obs per group: min = 6	
between = 0.2391		avg = 23.0	
overall = 0.1209		max = 36	
		Wald chi2(3) = 21.83	
corr(u_i, X) = 0 (assumed)		Prob > chi2 = 0.0001	

Spread	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
I0	-14.19332	5.411417	-2.62	0.009	-24.7995 -3.587138
liq	-837.4154	333.651	-2.51	0.012	-1491.359 -183.4714
comp3	-5.426272	2.023408	-2.68	0.007	-9.392079 -1.460465
_cons	80.81716	10.78063	7.50	0.000	59.6875 101.9468
sigma_u	11.76217				
sigma_e	8.6986152				
rho	.64644503	(fraction of variance due to u_i)			

Figure 17: Estimation du modèle multifactoriel pour les CD

Le modèle reconstitue 12,09% de la variance. Par ailleurs les dimensions individuelles et temporelles reconstituent respectivement 23,91% et 2,84%.

Le test de Wald a une probabilité inférieure à 5%, donc notre modèle est bien valide. En outre la corrélation entre les termes individuels et les variables explicatives est nulle, ce qui appuie le choix d'une spécification aléatoire.

La fraction de la variance des termes individuels est égale à 64,64%.

Un modèle multifactoriel des spreads de crédit :

Les variables significatives au seuil de 5% sont : l'indicatrice d'une maturité résiduelle inférieure à 2 ans, la liquidité et la troisième composante principale.

L'indicatrice d'une maturité résiduelle inférieure à 2 ans a un coefficient négatif. Comme on a déjà mentionné : plus on s'approche de l'échéance plus la probabilité de défaut devient négligeable.

La liquidité intervient avec un signe négatif, on s'attend à ce qu'une crise de liquidité engendre un élargissement des spreads de crédit.

En regardant la troisième composante principale:

Variable	Compo 3
ROE	0.5934
ROA	0.1585
coeff exploitation	0.7755
ratio levier	0.1461

Figure 18: La troisième composante factorielle des CD

Donc le signe négatif de la troisième composante a bien un sens, car une amélioration de la situation financière de l'émetteur (l'augmentation de son ROE, ROA, ratio de levier et coefficient d'exploitation) diminue sa probabilité de défaut et par suite le spread de crédit.

Ce modèle est simple mais très proche de la logique des investisseurs marocains. En effet, ces derniers et pour déterminer la prime de risque, raisonnent en fonction de la maturité du titre, la liquidité du marché et la situation financière de l'émetteur.

L'équation finale du spread de crédit est :

$$\text{Spread}_i^{CD}(t) = 80.81 - 14.19 * I_0 - 837.4 * \text{Taux}_{\text{Liquidité}}(t) - 3.21 * \text{ROE}(t) - 4.17 * \text{Coeff}_{\text{exp}}(t) - 0.86 * \text{ROA}(t) - 0.79 * \text{RLEV}(t)$$

Avec :

- **I_0** : indicatrice d'une maturité inférieure strictement à 2 ans.
- **ROE** : le rapport entre le résultat net et les capitaux propres.
- **ROA** : le rapport entre le résultat et l'actif.
- **RLEV** : le ratio de levier.
- **$\text{Coeff}_{\text{exp}}$** : le coefficient d'exploitation.
- **$\text{Taux}_{\text{Liquidité}}$** : Le taux d'intervention de Bank Al maghrib avance à 7 jours.

Le graphique :

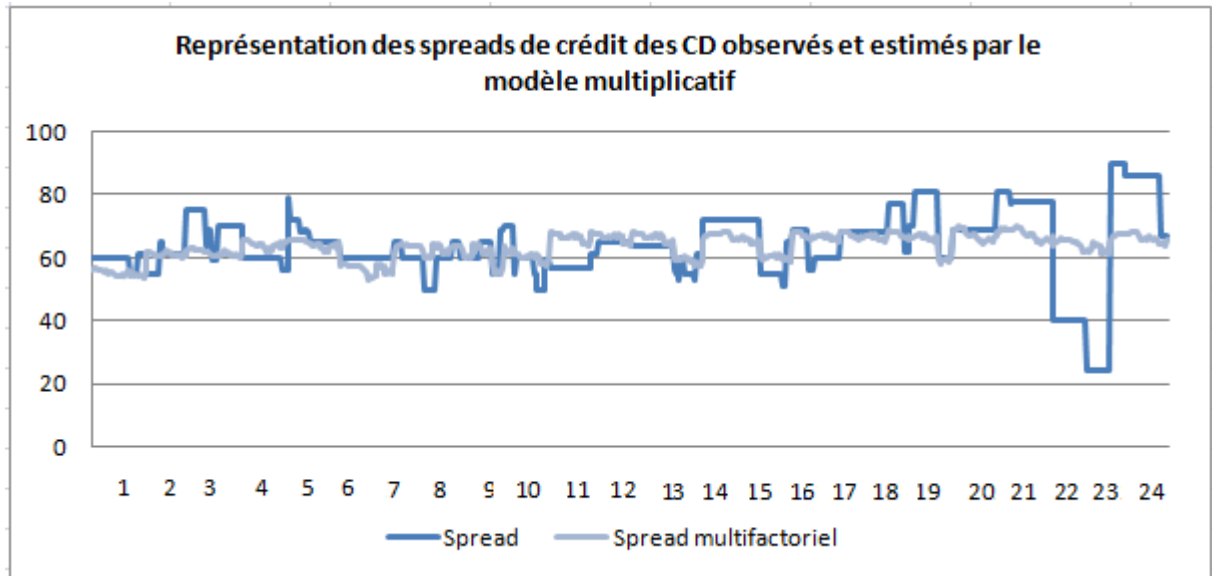


Figure 19: Représentation des spreads de crédit des CD observés et estimés

Conclusion :

La prime de risque demeure une notion énigmatiques .Il n’y a pas des règles unanimes ni de formules prêtes .Conscientes de cette difficulté, nous avons exploré une voie de recherche explicative plus que quantitative .Ainsi nous avons combiné entre un ensemble de facteurs explicatifs pour développer notre modèle.

La liquidité, la maturité, la situation financière de l’émetteur, les conditions du taux d’intérêt et le rendement sur le marché boursier contribuent d’une manière ou d’une autre dans la détermination de la prime de risque .Les résultats de notre modèle témoignent bien de cette dépendance.

La part de la variance expliquée par notre modèle reste limitée. On s’attend à ce qu’une base de donnée élargie et fiable donne des résultats plus satisfaisants.

Chapitre 6 Une modélisation de type probit et l'estimation d'une probabilité de détérioration de la situation financière:

I. Présentation générale :

Le but ici est de traduire les spreads de défaut, à l'aide des facteurs influençant leurs évolutions, sous la forme d'une probabilité liée à la probabilité de défaut (qui caractérise la probabilité d'une détérioration irréversible de la situation de l'émetteur considéré). Pour ce faire, nous optons pour une modélisation de type Probit qui va nous permettre de calculer une probabilité de détérioration de la situation financière d'un émetteur donné i à une période donnée t .

Le modèle Probit fait partie de la famille des modèles de choix binaire qui sont une classe de modèles à variable dépendante binaire : la variable dépendante ne peut prendre que deux valeurs qui sont 0 ou 1. En général, cette variable représente l'occurrence d'un événement ou un choix entre deux alternatives.

La modélisation vise à quantifier la relation existante entre la probabilité d'occurrence de l'événement ou du choix et un ensemble de facteurs donnés. Formellement, la probabilité d'occurrence d'un événement est une fonction des effets pertinents qui correspondent aux paramètres du modèle.

De plus, le modèle binaire est motivé par la spécification de variables latentes, c'est-à-dire non observées. Pour continuer, on définit les concepts suivants :

$$\begin{cases} Y_{i,t} = 1 & \text{si la variation première du spread considéré est positive.} \\ Y_{i,t} = 0 & \text{si non.} \end{cases} \quad (6.1)$$

Avec

$$P(Y_{i,t} = 1 | X_{i,t}, \beta) = 1 - F(-\beta'X_{i,t})$$

$$P(Y_{i,t} = 0 | X_{i,t}, \beta) = F(-\beta'X_{i,t})$$

Où

$F(\cdot)$: fonction de répartition qui détermine le type de modèle binaire ;

$X_{i,t}$: Vecteur des variables explicatives qui influencent sur l'occurrence de l'événement considéré;

β : vecteur des coefficients affectés aux variables explicatives.

De plus, l'expression $P(Y_{i,t} = 0 | X_{i,t}, \beta)$ caractérise la probabilité de détérioration de la situation financière d'un émetteur i à la période t . Étant donnée cette spécification, les paramètres de ce modèle sont généralement estimés par la méthode du maximum de vraisemblance et la variable latente $Y_{i,t}^*$ associée, qui est supposée liée de façon linéaire à $X_{i,t}$, est définie comme suit :

$$Y_{i,t}^* = \beta'X_{i,t} + \varepsilon_i \quad (6.2)$$

Alors, la variable dépendante observée est déterminée par le franchissement ou non d'un seuil donné pour Y_i^* soit:

$$Y_{i,t} = \begin{cases} 1 & \text{si } Y_{i,t}^* > 0 \\ 0 & \text{si } Y_{i,t}^* \leq 0 \end{cases}$$

Le seuil est ici posé à zéro, mais ce choix est sans importance dès lors qu'un terme constant est inclus dans la définition de X_i . Dans ce cas, nous avons :

$$P(Y_{i,t} = 1 | X_{i,t}, \beta) = P(Y_{i,t}^* > 0) = P(\beta'X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} > 0) = 1 - F(-\beta'X_{i,t}) \quad (6.3)$$

Une modélisation de type probit et l'estimation d'une probabilité de détérioration de la situation financière:

Où : $F(\cdot)$ est la fonction de répartition de la loi suivie par la perturbation.

C'est alors la spécification choisie pour la loi de la perturbation qui caractérise le modèle binaire. Annexe V.

Enfin, notons que chacune des réponses binaires du modèle discret considéré représente l'occurrence d'un événement, ce qui nous permet d'écrire :

$$E(Y_{i,t}|X_{i,t}, \beta) = 1 * P(Y_{i,t} = 1|X_{i,t}, \beta) + 0 * P(Y_{i,t} = 0|X_{i,t}, \beta) = P(Y_{i,t} = 1|X_{i,t}, \beta) \quad (6.4)$$

Pour évaluer la probabilité d'amélioration de la situation financière, nous allons appliquer un modèle binaire de type Probit aux spreads de défaut.

Nous travaillerons avec les séries en différence première et nous appliquerons notre modèle au même panel construit dans la section précédente.

II. Résultats empiriques :

L'estimation du modèle Probit a donné les résultats suivants :

✓ Pour les CD

binaire	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
I0	1.359136	.2634531	5.16	0.000	.8427774 1.875494
I2	.6860253	.2483593	2.76	0.006	.1992501 1.172801
I3	.1488814	.2618776	0.57	0.570	-.3643893 .6621521
I5	0	(omitted)			
difexp	1.725447	5.825136	0.30	0.767	-9.691611 13.1425
difroe	2.622712	36.02126	0.07	0.942	-67.97766 73.22309
difroa	-210.9234	383.3328	-0.55	0.582	-962.2419 540.3951
diflev	.0151395	.1538133	0.10	0.922	-.286329 .3166081
difindice	.0005225	.0002225	2.35	0.019	.0000863 .0009586
diftx	77.33885	165.8884	0.47	0.641	-247.7964 402.4741
difliq	-401.1459	227.5085	-1.76	0.078	-847.0544 44.76259
difpente	-70.09135	98.12812	-0.71	0.475	-262.4189 122.2362
difstaux	-392.8859	449.8386	-0.87	0.382	-1274.553 488.7815
_cons	-1.89218	.2084456	-9.08	0.000	-2.300725 -1.483634
/lnsig2u	-15.63674	37.95473			-90.02664 58.75317
sigma_u	.0004023	.0076342			2.82e-20 5.73e+12
rho	1.62e-07	6.14e-06			7.98e-40 1

Log likelihood = -144.18996 Wald chi2(12) = 42.26
 Prob > chi2 = 0.0000

Likelihood-ratio test of rho=0: $\text{chibar2}(01) = 0.00$ Prob >= $\text{chibar2} = 1.000$

Figure 20: Résultat de l'estimation du modèle Probit des CD

Le test de Wald qui compare le modèle en question au modèle nul affiche une probabilité inférieure à 5%. Donc notre modèle est bien significatif.

Chapitre 7 Développement de l'application sous VBA

Introduction :

Beaucoup de méthodes et modèles ne sont pas déployés faute d'absence d'un support informatique. A cet effet, l'automatisation du Z-score, du modèle MEDAF et du modèle multifactoriel permettrait une meilleure exploitation des données et résultats. L'objet du présent chapitre est d'expliquer les détails de l'application développée sous VBA.

I.Expression du besoin :

I.1. Énoncé du besoin :

Il s'agit de mettre en place un outil d'aide à la décision permettant d'apprécier les émissions des certificats de dépôts et des bons des sociétés de financement dans leur globalité; cette appréciation contient les volets suivants :

- Le calcul du Z-score, ainsi que la probabilité de défaut associée.
- La volatilité de la valeur émettrice par rapport au marché et ceci en précisant la valeur de bêta ;
- la prime de risque action ;
- L'appréciation de la prime de risque proposée par le modèle multifactoriel ;
- L'affichage des spreads de crédit des émissions antérieures.

Cette application laisse libre jugement à l'utilisateur après avoir visualisé les différents résultats.

I.2. Diagramme Bête à cornes :

Le diagramme « bête à cornes » permet de répondre aux questions suivantes :

- A qui le produit rend-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

Le diagramme bête à cornes de l'application à développer est représenté dans la figure qui suit :

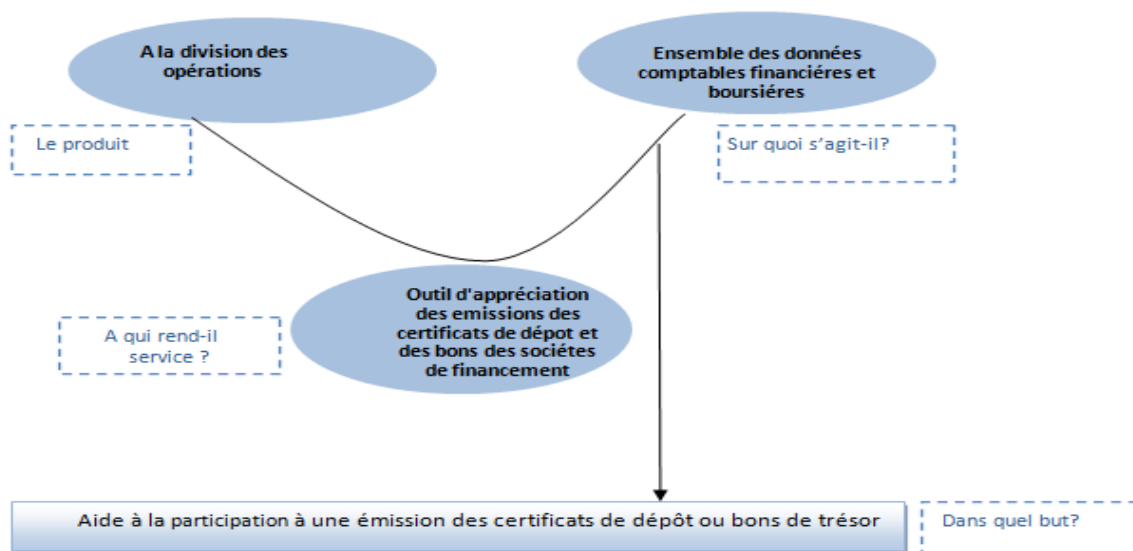


Figure 22: Bête à corne de l'application à développer

II. Présentation de l'application :

II.1. Description de la base des données:

L'application est développée sous VBA appliqué à Excel, le choix de cet outil de programmation a été fait selon les raisons suivantes :

- Gain de temps pour toutes les opérations répétitives et itératives ;
- Augmentation des potentialités de l'outil Excel ;
- Relative simplicité d'emploi ;
- Flexibilité ;
- Bonne intégration avec les produits disponibles à la CMR ;
- Utilisation de quelques fonctions prédéfinies sur Excel pour les modèles mathématiques considérés ;
- Facilité d'éditer la base de données initiale sur Excel ;
- Utilisation des feuilles d'Excel comme support de mémoire pour la liste des données obtenues.

Comme mentionné ci-dessus, l'application réalisée est connectée à une base de données Excel. Cette base est constituée de neuf feuilles comprenant chacune les différentes informations sur les deux secteurs de l'échantillon.

II.1.1. Feuille « liste des entreprises » :

Cette feuille contient un tableau permettant de recenser les deux secteurs de l'échantillon avec toutes les sociétés cotées et non cotées y appartenant, et ceci en précisant leurs situations boursières.

	A	B	C	D	E
1	Abréviations	Entreprises	Secteur d'activité	Cotation	
2	AWB	Attijawafa bank	Banque	Cotée	
3	BCP	Banque Centrale Populaire	Banque	Cotée	
4	BMCE	Banque Marocaine du Commerce Extérieur	Banque	Cotée	
5	BMCI	anque Marocaine pour le Commerce et l'Indus	Banque	Cotée	
6	CDM	Crédit du Maroc (E)	Banque	Cotée	
7	CIH	Crédit Immobilier et Hôtelier (E)	Banque	Cotée	
8	CAM	CREDIT AGRICOLE DU MAROC	Banque	Non Cotée	
9	SGMB	Société Générale E	Banque	Non Cotée	
10	AXA CREDIT	AXA CRÉDIT	Société de financement	Cotée	
11	EQDOM	EQDOM	Société de financement	Cotée	
12	MAGHREBAIL	MAGHREBAIL	Société de financement	Cotée	
13	SALAFIN	SALAFIN	Société de financement	Cotée	
14	SOFAC CREDIT	SOFAC CRÉDIT	Société de financement	Cotée	
15	TASLIF	TASLIF	Société de financement	Cotée	
16	BMCI LEASING	BMCI LEASING	Société de financement	Non Cotée	
17	SOGLEASE	SOGLEASE	Société de financement	Non Cotée	
18	WAFABAIL	WAFABAIL	Société de financement	Non Cotée	
19	WAFASALAF	WAFASALAF	Société de financement	Non Cotée	
20					

Figure 23: liste des entreprises

II.1.2. Feuille « "Nom secteur" prime action » :

Pour ce qui est de la feuille « "Nom secteur" prime action », elle est dupliquée deux fois selon le nom du secteur (soit banques soit sociétés de financement).

Cette feuille contient un historique : des cours mensuels de MASI, de la rentabilité MASI, du taux sans risque et des cours des sociétés cotées appartenant au secteur en question sur une période allant de janvier 2006 jusqu'à février 2013.

Développement de l'application sous VBA

Elle contient aussi la variation mensuelle des différents cours. Le calcul du bêta et de la prime de risque action est fait sur la même feuille.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1 Séances	30/01/2006	28/02/2006	31/03/2006	28/04/2006	31/05/2006	30/06/2006	30/07/2006	31/08/2006	29/09/2006	31/10/2006	30/11/2006	29/12/2006	31/01/2007	28/02/2007	30/03/2007	
2 MASI	6654	6960.48	7348.3	8074.94	7146.17	7173.71	7058.98	7872.15	8069.89	8431.06	9122.34	9479.45	10455.33	10716.9	11497.87	
3 Rentabilité MASI	10641.35	11131.48	11751.71	12919.2	11604.31	11784.66	11714.35	13064.18	13392.76	13992.98	15140.3	15737.44	17341.71	17791.8	19088.35	
4 BCP	43.9	43.25	48.25	51.75	48.75	50.3	48.9	50.5	58.5	61.75	71	93.5	104.5	115	121.15	
5 ATWB	152	168.2	184	198	175	184	180	197.6	200	205.2	217	230	263	250	262	
6 BMCE Bank	74.8	92.5	101.2	120	106	93.5	97	107.7	108	110.1	110	125	139	162.5	217	
7 BMCI	747.75	747.75	975.05	963	962.19	946.87	922.84	990.13	988.21	966.1	932.45	939.74	1134.32	1237.18	1244.87	
8 Crédit du maroc	614	620	650	691	698	680	620	639	720	762	780	949	990	970	1000	
9 CIH	234.65	317.04	310.43	381.42	367.03	337.77	351.16	386.87	409.19	451.4	648.75	570.33	597	605	601	
10 SGMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11 CAM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12 Taux sans risque	3.03%	3.08%	3.07%	3.05%	2.97%	2.88%	3.01%	3.04%	2.83%	2.81%	2.70%	2.84%	2.89%	2.93%	2.99%	
13 Variation %	30/01/2006	28/02/2006	31/03/2006	28/04/2006	31/05/2006	30/06/2006	30/07/2006	31/08/2006	29/09/2006	31/10/2006	30/11/2006	29/12/2006	31/01/2007	28/02/2007	30/03/2007	
14 MASI	-	4.61%	5.57%	9.89%	-11.50%	0.39%	-1.60%	11.52%	2.51%	4.48%	8.20%	3.91%	10.29%	2.50%	7.29%	
15 Rentabilité MASI	-	4.61%	5.57%	9.93%	-10.18%	1.55%	-0.60%	11.52%	2.52%	4.48%	8.20%	3.94%	10.19%	2.60%	7.29%	
16 BCP	-	-1.48%	11.56%	7.25%	-5.80%	3.18%	-2.78%	3.27%	15.84%	5.56%	14.98%	31.69%	11.76%	10.05%	5.35%	
17 ATWB	-	10.66%	9.39%	7.61%	-11.62%	5.14%	-2.17%	9.78%	1.21%	2.60%	5.75%	5.99%	14.35%	-4.94%	4.80%	
18 BMCE Bank	-	23.66%	9.41%	18.58%	-11.67%	-6.13%	-2.51%	11.03%	0.28%	1.94%	-0.09%	13.64%	11.20%	16.91%	33.54%	
19 BMCI	-	0.00%	30.40%	-1.24%	-0.08%	-1.59%	-2.54%	7.29%	-0.19%	-2.24%	-3.48%	7.22%	13.46%	9.07%	0.62%	
20 Crédit du maroc	-	0.98%	4.84%	6.31%	1.01%	-2.58%	-8.82%	12.74%	3.00%	5.83%	2.36%	21.67%	4.32%	-2.02%	3.09%	
21 CIH	-	35.11%	-2.07%	22.84%	-3.77%	-7.97%	3.96%	10.17%	5.77%	10.32%	43.72%	-12.08%	4.67%	1.34%	-0.66%	
22 SGMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23 CAM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Bêta	Capitalisation(MA DJ)	Part %	PRA	Moyenne tx ss risque	Moyenne rentabilité masi									
24																
25	BCP	0.774978125	33,243,249,216.00	22.3%	2.11%	3.45%	0.73%									
26	ATWB	1.131891165	64,397,787,520.00	43.3%	3.08%											
27	BMCE Bank	1.16215478	30,508,776,300.00	20.5%	3.17%											
28	BMCI	0.507431599	10,422,563,870.70	7.0%	1.38%											
29	Crédit du maroc	0.566105213	4,344,464,436.00	2.9%	1.54%											
30	CIH	1.228253877	5,933,602,955.00	4.0%	3.35%											
31	SGMB	2.73%	-	-	0.07%											
32	CAM	2.73%	-	-	0.07%											

Figure 24: Feuille du secteur « Banques » de la base de données

II.1.3. Feuille « "instrument " historique des émissions » :

Cette feuille contient les différentes émissions antérieures classées par date d'émission, par émetteur et par maturité en précisant la prime de risque proposée. Elle est dupliquée deux fois selon que l'instrument est un certificat de dépôt ou un bon des sociétés de financement.

Développement de l'application sous VBA

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nom	Date	Maturité	Prime			
2	Société Générale E	30/04/2007	7	66			
3	Société Générale E	21/01/2008	5	58			
4	Société Générale E	28/01/2008	5	61			
5	Société Générale E	28/02/2008	5	77			
6	Société Générale E	21/04/2008	7	75			
7	Société Générale E	21/05/2008	5	60			
8	Société Générale E	21/05/2008	7	72			
9	Société Générale E	27/06/2008	5	54			
10	Société Générale E	27/06/2008	6	56			
11	Société Générale E	27/06/2008	7	60			
12	Société Générale E	27/04/2009	4	60			
13	Société Générale E	27/04/2009	5	62			
14	Société Générale E	09/06/2009	4	54			
15	Société Générale E	29/01/2010	5	28			
16	Société Générale E	19/04/2010	3	26			
17	Société Générale E	14/01/2011	2	47			
18	Société Générale E	03/02/2011	3	55			
19	Société Générale E	03/03/2011	3	54			
20	Société Générale E	23/03/2011	4	61			
21	Société Générale E	25/03/2011	2	57			
22	Société Générale E	27/04/2011	5	63			
23	Société Générale E	11/05/2011	2	48			
24	Société Générale E	08/06/2011	5	66			

Figure 25: Feuille des émissions des certificats de dépôt antérieures

II.1.4. Feuille « "secteur" calcul du Z-score » :

Cette feuille est aussi dupliquée deux fois, elle contient les données utilisées pour le calcul du Z-score, ces données sont le total actif, le résultat net et les capitaux propres.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Date	Actif	Résultat net	Cap propres	ROA	E/A	Z score	ln(Z score)	proba	
2	S2 2007	11,097,351	242,883	858,442	0.02188657	0.08				
3	S2 2008	11,547,270	268,426	1,058,960	0.02324584	0.09				
4	S2 2009	11,638,471	263,437	1,254,489	0.02263502	0.11	191.50788	5.2549289	0	
5	S2 2010	11,700,748	299,181	1,463,127	0.02556939	0.13	96.148556	4.5658945	0	
6	S2 2011	11,725,852	335,709	1,669,614	0.02862982	0.14	56.044067	4.0261383	0	
7	S2 2012	11,732,538	350,333	1,719,947	0.02985995	0.15	79.033723	4.3698746	0	
8	S2 2007	4,815,214	59,143	399,339	0.01228253	0.08				
9	S2 2008	5,780,197	71,571	424,770	0.0123821	0.07				
10	S2 2009	6,776,366	77,270	455,901	0.01140287	0.07	147.14661	4.9914294	0	
11	S2 2010	7,437,079	81,196	485,831	0.01091773	0.07	103.08049	4.6355101	0	
12	S2 2011	8,177,853	80,405	514,969	0.00983204	0.06	91.616451	4.5176109	0	
13	S2 2012	8,756,853	53,693	512,270	0.00613154	0.06	26.883723	3.291521	2E-159	
14	S2 2007	7,247,466	205,232	1,174,507	0.02831776	0.16				
15	S2 2008	7,795,750	230,241	1,237,724	0.02953417	0.16				
16	S2 2009	7,748,266	230,406	1,323,885	0.02973646	0.17	260.70105	5.5633743	0	
17	S2 2010	8,287,784	253,588	1,410,333	0.03059781	0.17	354.31594	5.870189	0	
18	S2 2011	9,038,369	261,033	1,487,015	0.02888054	0.16	226.24429	5.4216154	0	
19	S2 2012	9,284,321	250,068	1,552,435	0.02693444	0.17	106.94396	4.6723049	0	
20	S2 2007	2,982,225	84,377	459,261	0.0282933	0.15				
21	S2 2008	3,180,339	101,477	518,033	0.0319076	0.16				
22	S2 2009	3,251,212	100,956	577,000	0.0310518	0.18	110.06582	4.7010785	0	
23	S2 2010	3,280,635	100,425	596,013	0.03061145	0.18	322.97513	5.7775753	0	
24	S2 2011	3,271,592	93,107	607,703	0.02845923	0.19	155.54992	5.0469667	0	

Figure 26: Calcul du Z-score pour le secteur société de financement

II.1.5. Feuille « "instrument "Modèle multifactoriel » :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Sté	Code	Date	Spread	I2	I3	I4	I5	Coeff EXP	ROE	ROA	R LevIER	Tx sans risq	σ(TAUX)	INDICE SEC	Pente
2	EQ2	1	Jan-10										3.55%	0.00060082	9498.92	0.00744359
3	EQ2	1	Feb-10										3.69%	0.00025304	9945.97	0.00657738
4	EQ2	1	Mar-10	60	1	0	0	0	0.18490692	0.02769355	0.37594922	0.35019655	3.64%	0.00015798	10212.67	0.00798377
5	EQ2	1	Apr-10	60	1	0	0	0	0.18490692	0.02769355	0.37594922	0.35019655	3.54%	0.00034024	10740.61	0.00759576
6	EQ2	1	May-10	60	1	0	0	0	0.18490692	0.02769355	0.37594922	0.35019655	3.56%	0.00010882	10520	0.00799505
7	EQ2	1	Jun-10	60	1	0	0	0	0.17980718	0.03059781	0.48430318	0.33597586	3.49%	0.00015141	10656.18	0.00784876
8	EQ2	1	Jul-10	60	1	0	0	0	0.17980718	0.03059781	0.48430318	0.33597586	3.49%	6.4191E-05	10577.2	0.00812014
9	EQ2	1	Aug-10	60	1	0	0	0	0.17980718	0.03059781	0.48430318	0.33597586	3.51%	3.4243E-05	10647.98	0.0079568
10	EQ2	1	Sep-10	60	1	0	0	0	0.17980718	0.03059781	0.48430318	0.33597586	3.50%	7.7182E-05	10594.62	0.00793915
11	EQ2	1	Oct-10	60	1	0	0	0	0.17980718	0.03059781	0.48430318	0.33597586	3.46%	0.00025564	10886.84	0.00878143
12	EQ2	1	Nov-10	60	1	0	0	0	0.17980718	0.03059781	0.48430318	0.33597586	3.47%	0.00012142	10719.22	0.00858525
13	EQ2	1	Dec-10	60	1	0	0	0	0.17980718	0.03059781	0.48430318	0.33597586	3.47%	0.00015614	10682.58	0.00809757
14	EQ2	1	Jan-11	60	1	0	0	0	0.17977455	0.02768248	0.53871718	0.34743168	3.45%	8.7835E-05	10491.59	0.00811957
15	EQ2	1	Feb-11	60	1	0	0	0	0.17977455	0.02768248	0.53871718	0.34743168	3.46%	5.1167E-05	10703.31	0.00807563
16	EQ2	1	Mar-11	60	1	0	0	0	0.17977455	0.02768248	0.53871718	0.34743168	3.45%	7.382E-05	10562.8	0.00828154
17	EQ2	1	Apr-11	60	1	0	0	0	0.17977455	0.02768248	0.53871718	0.34743168	3.44%	4.5239E-05	10411.2	0.00816496
18	EQ2	1	May-11	60	1	0	0	0	0.17977455	0.02768248	0.53871718	0.34743168	3.45%	6.8716E-05	10426.47	0.00825776
19	EQ2	1	Jun-11	60	1	0	0	0	0.17977455	0.02768248	0.53871718	0.34743168	3.43%	4.4973E-05	9935.51	0.00851423
20	EQ2	1	Jul-11	60	1	0	0	0	0.17554161	0.02888054	0.48573594	0.33428071	3.43%	4.7895E-05	9676.99	0.00857412
21	EQ2	1	Aug-11	60	1	0	0	0	0.17554161	0.02888054	0.48573594	0.33428071	3.45%	7.1722E-05	9344.03	0.00802461
22	EQ2	1	Sep-11	60	1	0	0	0	0.17554161	0.02888054	0.48573594	0.33428071	3.45%	0.00014239	9553.4	0.00837585
23	EQ2	1	Oct-11	60	1	0	0	0	0.17554161	0.02888054	0.48573594	0.33428071	3.50%	0.00015445	9894.1	0.00817605
24	EQ2	1	Nov-11	60	1	0	0	0	0.17554161	0.02888054	0.48573594	0.33428071	3.51%	3.3994E-05	9598.11	0.00864596
25	EQ2	1	Dec-11	60	1	0	0	0	0.17554161	0.02888054	0.48573594	0.33428071	3.54%	0.00025147	10140.78	0.00854028

Figure 27: modèle multifactoriel pour les BSF

II.2. Description de l'application :

L'application est conçue pour contenir 3 volets d'appréciation. Ces volets sont comme suit :

- Calcul du Z-score et la probabilité de défaut ;
- Jugement de la volatilité et de la prime de risque action ;
- Appréciation de la prime de risque proposée par le modèle multifactoriel.

Une fois l'application démarrée, l'utilisateur doit choisir en premier lieu le secteur puis il est amené à spécifier l'émetteur en question .La cotation de l'émetteur choisi apparaîtra automatiquement.

L'utilisateur devra ensuite saisir la date ainsi que la maturité du titre en question.

II.2.1. jugement de la volatilité et appréciation de la prime de risque action :

Pour pouvoir calculer la prime de risque action, l'utilisateur doit saisir le cours du MASI.

Pour ce qui est du cours de l'émetteur en question, deux cas de figures se présentent : si l'émetteur est coté en bourse, il suffit de saisir son cour boursier; sinon il sera question de saisir les cours boursiers de tous les émetteurs cotés du secteur.

L'utilisateur doit aussi saisir le taux sans risque 52 semaines.

Figure 28: Espace du calcul de la prime de risque action ainsi que le Béta

II.2.2. Le calcul du Z-score et la probabilité de défaut :

Pour le calcul du Z-score, l'utilisateur doit saisir les données nécessaires, puis il doit appuyer sur le bouton «calculer».

Figure 29: Espace de calcul u Z-score et de la probabilité de défaut

II.2.3. Le calcul de la prime proposée par le modèle multifactoriel :

Encore une fois l'utilisateur est amené à saisir les données nécessaires puis appuyer sur le bouton calculer.

Figure 30: Espace du calcul u spread de crédit proposé par le modèle multifactoriel

II.2.4. Le stockage des spreads de crédit retenus et affichage de l'historique :

Le bouton « Valider » permet de stocker les primes retenues.

Le bouton « Visualiser l'historique » ouvre une feuille Excel des émissions antérieures faites par l'émetteur en question pour la maturité précisée.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons essayé d'expliquer les détails de l'application réalisée, afin de permettre à l'utilisateur d'exploiter et de tirer profit des modèles développés.

Contenant plusieurs volets, elle permet de le guider dans sa décision de participation à l'émission en question tout en lui laissant le libre choix.

Par ailleurs, l'historique des émissions antérieures affichées à chaque fois constitue une référence fiable pour l'utilisateur.

Conclusion générale :

Le z-score et malgré sa simplicité, s'avère une mesure pertinente pour l'évaluation de la santé financière des établissements bancaires. Son intérêt est double : sachant qu'une valeur forte de Z-score correspond à un risque de défaillance faible, il permet de discriminer et classer les banques (et les sociétés de financement) ; par ailleurs, il permet de déduire des probabilités d'insolvabilité proches de celles observées en réalité.

La bonne santé du marché des actions est liée à la bonne santé sur le marché de la dette privée, pour cette raison, l'indicateur bêta et la prime de risque action obtenus à travers les modèles du MEDAF peuvent constituer une bonne référence dans la détermination des spreads de crédit des instruments de la dette privée.

L'estimation du modèle multifactoriel témoigne de la pertinence d'une combinaison de différents types de variables explicatives lors d'une analyse des spreads de crédit marocain. L'économétrie des données de panel constitue alors un outil intéressant en vue de l'estimation du modèle. Elle est particulièrement adéquate sur un marché tel que le marché marocain, qui est un marché "fluctuant", peu liquide et de taille assez faible.

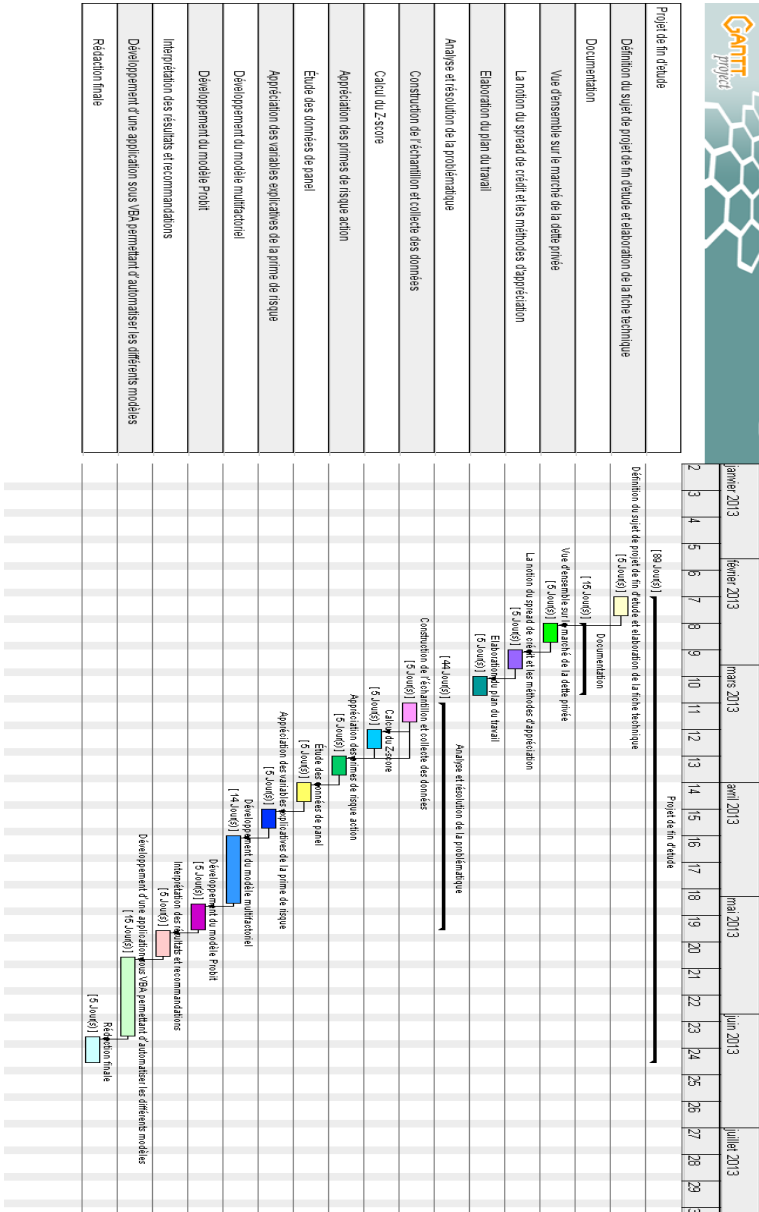
La part de la variance des spreads reconstituée par nos modèles reste limitée. Cependant, il faut être conscient du fait que les spreads de crédit ne contiennent pas que du risque de crédit. Ils contiennent également une prime liée à la liquidité. Cette prime est difficile à saisir (malgré l'essai de son introduction à travers les interventions de BAM) car il n'est pas possible d'obtenir des données de volumes sur le marché marocain.

Les modèles de type probit nous ont aussi été d'une grande utilité quant à l'estimation d'une probabilité de détérioration de la situation financière de l'émetteur.

Cette étude, qui est loin d'être exhaustive, sert à observer les caractéristiques du défaut à travers un ensemble de facteurs. L'idéal serait, de posséder une base de données des spreads suffisamment renseignée et de compléter l'information apportée en ajoutant d'autres indicateurs financiers et économiques pertinents. On s'attend à ce que les modèles deviennent plus significatifs et que la part de la variance expliquée soit plus élevée.

Annexes

Annexe I : Diagramme de Gantt du projet de fin d'étude



Annexe II



Organigramme de la caisse marocaine des retraites

Annexe III :

✓ ACP pour BSF

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4
roe	0.5868	-0.1185	-0.4736	0.6460
exp	0.5189	0.0662	0.8380	0.1551
roa	-0.6078	0.1519	0.2263	0.7459
lev	0.1302	0.9790	-0.1491	-0.0480

✓ ACP pour CD

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4
ROE	0.5805	0.0446	0.5934	-0.5558
coeffexp	-0.5553	-0.1899	0.7755	0.2328
ROA	0.5931	-0.1334	0.1585	0.7780
ratiolevier	-0.0538	0.9717	0.1461	0.1778

Annexe IV :

La transformée de Box-Cox est la transformation non linéaire la plus rencontrée en statistique et en économétrie. Elle est définie comme suit :

$$B(x, \lambda) = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} & \text{quand } \lambda \neq 0; \\ \log(x) & \text{quand } \lambda = 0, \end{cases}$$

Le test Box-Cox offre une comparaison entre la spécification linéaire et la spécification logarithmique.

Pour se faire il transforme la variable dépendante Y en $Y = \frac{\lambda-1}{\lambda}$.

Si $\lambda=1$ spécification linéaire ;

Si $\lambda=0$ spécification logarithmique ;

Si $\lambda=-1$ spécification inverse.

Annexe V :

✓ Probit si F(.) est représentative d'une loi normale standard, soit :

$$P(Y_i = 1|X_i, \beta) = 1 - N(-\beta'X_i)$$

Où

N(.) est la fonction de répartition de la loi normale standard telle que

$$N(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du.$$

✓ Logit si F(.) est représentative de la loi logistique, soit :

$$P(Y_i = 1|X_i, \beta) = \Lambda(\beta'X_i) = \frac{e^{\beta'X_i}}{1+e^{\beta'X_i}}$$

Où

$\Lambda(\cdot)$ est la fonction de répartition de la loi logistique. La distribution logistique est semblable à la loi normale sauf au niveau de ses queues de distribution qui sont considérablement plus épaisses.

- ✓ Gompit si $F(\cdot)$ est représentative d'une loi prenant en compte les valeurs extrême comme, par exemple, la loi de Weibull, soit :

$$P(Y_i = 1 | X_i, \beta) = \exp(-e^{\beta' X_i})$$

Où

$F(x) = 1 - \exp(-e^x)$. La loi de Weibull a une distribution asymétrique de façon à insister sur la probabilité d'occurrence de l'événement.

Bibliographie

- ✓ Économétrie appliquée: méthodes, applications, corrigés By Isabelle Cadoret
- ✓ Inférence et Tests dans les Modèles Cointégrés Michel LUBRANO Octobre 2007
- ✓ Par Isabelle Cadoret Économétrie appliquée: méthodes, applications, corrigés
- ✓ **BOURBONNAIS R.** «Économétrie manuel et exercices corrigés», Paris, Dunod, 2005, pp.280-281.
- ✓ **Roll R. et Ross S. (1980).** « An empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory », *Journal of Finance*, vol 41, pp. 1073-103.
- ✓ NOM DE L'AUTEUR, INITIALE DU PRENOM, Titre complet de l'ouvrage, Lieu d'édition, Maison d'édition, date d'édition, nombre de pages.
- ✓ Gatfaoui H. et Radacal F. (2001) «Le Cycle d'affaires et le risque de Défaut », *The Journal of Finance*, Vol. 56, No. 6. (Dec., 2001), pp. 2177-2207.