



المندوبية السامية للتخطيط
HAUT-COMMISSARIAT AU PLAN

ROYAUME DU MAROC

*_*_*_*_*

HAUT COMMISSARIAT AU PLAN

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

INSTITUT NATIONAL

DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE



INSEA

Projet de fin d'études

*_*_*_*_*_*

Optimisation du couple rendement-risque d'un portefeuille diversifié

Présenté par : Mlle. BENOULAID Hind

Sous la direction de : M. Mohammed CHATER (INSEA)
M. Mohammed Amine BENNANI (CDG CAPITAL)

*Soutenue publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du
Diplôme d'Ingénieur d'Etat*

Option : Actuariat-Finance

Devant le jury composé de :

- M. Mohammed CHATER (INSEA)
- M. Ahmed DOGHMI (INSEA)
- M. Mohammed Amine BENNANI (CDG CAPITAL)

Remerciements:

« *Aucun travail n'est véritablement individuel* »

Mes remerciements vont à Monsieur *MOHAMMED CHATER*, de m'avoir honorée en acceptant d'être mon encadrant interne à l'INSEA, de m'avoir guidée pendant toute la durée de mon stage par ses directives précieuses et ses conseils pertinents.

Je tiens à témoigner mes sincères gratitude à Monsieur *MOHAMMED AMINE BENNANI*, pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail, pour ses multiples conseils précieux, pour le suivi et l'intérêt incontestable qu'il a porté à ce modeste travail.

Je tiens également à exprimer toute ma gratitude à Madame *MERYEM AGYO*, Responsable Desk Obligataire à CDG CAPITAL, pour son accompagnement quotidien, son orientation précieuse et sa grande disponibilité malgré ses charges professionnelles.

Enfin, et dans l'impossibilité de citer tous les noms, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace:

A mon Cher Papa,

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. J'espère qu'il puisse exprimer tout le respect et l'amour que je porte pour toi.

A ma Chère Maman,

Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A ma chère sœur Meryem et mon cher frère Mehdi,

Vous avez toujours été d'une aide précieuse, et aucun mot ne pourrait exprimer l'amour que j'éprouve pour vous. J'espère avoir atteint le seuil de vos espérances.

A mes amis,

Mounir, Mohamed, Mouad, Lina, Zoubida...

En souvenir de notre sincère et profonde amitié, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect et mon affection les plus sincères.

Enfin, je dédis ce modeste travail à toutes les personnes qui ont participé à son élaboration, et à tous ceux que j'ai omis de citer.

Résumé :

Le présent travail s'intéressera à l'optimisation d'un portefeuille diversifié selon deux approches : Le modèle de Markowitz et l'analyse fondamentale des entreprises.

Il présentera tout d'abord une vue globale séparée de ces deux démarches, ensuite il va étudier la possibilité de les combiner en vue d'obtenir un portefeuille optimal. Celui-ci ne prendra pas en considération uniquement les prix des actifs sur le marché (modèle de Markowitz), mais également la valeur intrinsèque de l'entreprise dans laquelle on souhaite investir. Cette alliance sera alors subdivisée en deux parties : l'analyse des actifs en fonction des données financières fondamentales des sociétés, et la détermination des poids optimaux de ces actifs dans le portefeuille.

Cette étude couvrira non seulement les fondements théoriques de la prise de décision, de la valorisation des actifs financiers et de la diversification d'un portefeuille, mais également le volet pratique qu'on a automatisé à l'aide de plusieurs fonctions développées sous VBA.

Table des matières :

Introduction générale:	13
Présentation de l'organisme d'accueil :	15
Chapitre I: Modèle de Markowitz et mesure de risque.....	19
Introduction :	20
I- Théorie moderne de Markowitz :	21
I-1- Hypothèses du modèle de Markowitz :	21
I-2- Rentabilité et risque :.....	21
I-3- Concept de diversification.....	22
I-4- Présentation mathématique du problème :	23
I-5- Frontière d'efficience :	25
I-6- Critiques du modèle de Markowitz :	26
II- Valorisation d'un titre obligataire :	27
II-1- Le marché obligataire :	27
II-2- Principaux types d'obligations :.....	27
II-3- Caractéristiques d'une obligation :.....	28
II-4- Valorisation d'un Bon de Trésor :.....	29
III- Mesure de risque – VALUE AT RISK :	30
III-1- Concept général:	30
III-2- Définition de la VAR :.....	31
III-3- Interprétation mathématique de la VAR :.....	32
III-4- Estimation de la VAR par approche historique :	33
IV- Application : Optimisation d'un portefeuille diversifié :	35
IV-1- Valorisation des obligations :	35
IV-2- Application du modèle de Markowitz :.....	39
IV-3- Calcul de la VAR historique :.....	43

Conclusion :	44
Chapitre II: Analyse fondamentale des entreprises.....	46
Introduction :	47
I- Valorisation par la méthode « Discounted Cash Flows » :	48
I-1- Concept général :.....	48
I-2- Free Cash Flows :.....	49
I-3- Coût Moyen Pondéré du Capital :.....	49
I-4- Valeur terminale :.....	50
I-5- Décision d'investissement :.....	52
II- Analyse fondamentale de « Ciments du Maroc » :	52
II-1- Modélisation du chiffre d'affaire de « Ciments du Maroc » :.....	52
II-2- Hypothèses de projection des états financiers de « Ciments du Maroc »:	54
II-2-1- Hypothèses relatives à la projection du bilan :.....	54
II-2-1- Hypothèses relatives à la projection du Business Plan :.....	54
II-3- Présentation des résultats :.....	55
II-3-1- Bilan prévisionnel :.....	55
II-3-2- Tableau du besoin en fonds de roulement :.....	57
II-3-3- Business Plan prévisionnel :.....	57
II-4- Valorisation de « Ciments du Maroc » :.....	58
III- Analyse fondamentale de « Maroc Telecom » :	59
III-1- Modélisation du chiffre d'affaire de « Maroc Telecom » :.....	59
III-2-1- Hypothèses relatives à la projection du bilan :.....	60
III-2-2- Hypothèses relatives à la projection du Business Plan :.....	61
III-3- Présentation des résultats :.....	62
III-3-1- Bilan prévisionnel :.....	62
III-3-2- Tableau du besoin en fonds de roulement :.....	63
III-3-3- Business Plan prévisionnel :.....	64
III-4- Valorisation de « Maroc Telecom » :.....	65

Conclusion :	66
Chapitre III: Combinaison entre le modèle de Markowitz et l'analyse fondamentale.....	67
Introduction :	68
I-Interprétation des résultats :	68
I-1- Premier cas : Application du modèle classique de Markowitz :.....	68
I-2- Deuxième cas : Prise en compte des valeurs des entreprises :	69
Conclusion :	70
Conclusion générale :	72

Liste des acronymes :

- **CDG** : La caisse de dépôt et de gestion
- **OPCVM** : organisme de placements collectif en valeurs mobilières
- **CDVM** : Conseil Déontologique Des Valeurs Mobilières
- **VAR** : Value-At-Risk
- **BTN** : Bon de Trésor Négociable
- **VBA** : Visual Basic for Applications
- **CMPC** : Coût Moyen Pondéré du Capital
- **DCF** : Discounted Cash Flows
- **FCF** : Free Cash Fows
- **CIMAR** : Ciments du Maroc
- **IAM** : Maroc Telecom
- **MMAD** : Millions de dirham marocain
- **EBIT** : Earnings Before Interest and Taxes
- **EBIAT** : Earnings Before Interest After Taxes

Liste des tableaux :

Tableau 1: Caractéristiques des Bons de Trésors qui composent notre portefeuille:..	35
Tableau 2: Exemple d'un tableau de flux du titre MA000201111 :.....	35
Tableau 3: Extrait de l'historique des taux :.....	37
Tableau 4: Extrait du tableau des prix des obligations :.....	38
Tableau 5: Extrait du tableau des rendements des titres obligataires :.....	39
Tableau 6: Extrait de la matrice des rendements des actifs financiers :.....	40
Tableau 7: Extrait de la matrice de covariance des rendements des actifs financiers :	41
Tableau 8: Calcul des paramètres du Modèle de Markowitz sur MS EXCEL :.....	41
Tableau 9: Tableau résumant les solutions du système d'optimisation :	42
Tableau 10: Exemple d'un portefeuille efficient de Markowitz :	43
Tableau 11: La VAR historique sur un horizon d'1 jour pour un portefeuille valorisé le 28/02/2017 :	44
Tableau 12: La VAR historique sur un horizon de 6 mois pour un portefeuille valorisé le 28/02/2017 :	44
Tableau 13: Détails de la modélisation du chiffre d'affaire de CIMAR :.....	53
Tableau 14: Actif du bilan prévisionnel de CIMAR :	55
Tableau 15: Passif du bilan prévisionnel de CIMAR :.....	56
Tableau 16: Tableau résumant le besoin en fonds de roulement de CIMAR :.....	57
Tableau 17: Business Plan prévisionnel de CIMAR :	57
Tableau 18: Valorisation de Ciments du Maroc :.....	58
Tableau 19: Tableau résumant la modélisation du chiffre d'affaire d'IAM :	60
Tableau 20: Actif prévisionnel du Bilan d'IAM :	62

Tableau 21: Passif du bilan prévisionnel d'IAM :	63
Tableau 22: Tableau résumant le besoin en fonds de roulement d'IAM :	63
Tableau 23 : Business Plan prévisionnel d'IAM :	64
Tableau 24 : Valorisation de Maroc Telecom :	65
Tableau 25: Application du modèle classique de Markowitz :	69
Tableau 26: Combinaison entre le modèle de Markowitz et l'approche fondamentale :	70

Liste des figures :

Figure 1: Détails du pôle Corporate & Investment Banking de CDG CAPITAL :	16
Figure 2: Détails du pôle Alternative Investment de CDG CAPITAL :	16
Figure 3: Détails du pôle Investment Management de CDG CAPITAL	17
Figure 4: Détails du pôle Investor's Services de CDG CAPITAL :	18
Figure 5: Exemple d'une frontière d'efficience :	25
Figure 6: Représentation graphique de la VAR sous l'hypothèse de normalité des rendements :	32
Figure 7: Frontière d'efficience de Markowitz :	42

Introduction générale:

Le but essentiel de la théorie moderne financière réside dans l'optimisation des portefeuilles. En effet, la finance moderne a débuté par la découverte d'un compromis entre le risque et le rendement de la détention des actifs financiers. Ces facteurs restent la base de la construction d'un portefeuille optimal. Néanmoins ils dépendent totalement du choix de l'investisseur selon son aversion au risque.

En 1952, Markowitz fut le premier à introduire l'effet de diversification selon lequel une combinaison appropriée de plusieurs actifs permet de réduire le risque total d'un portefeuille, tout en assurant un rendement donné. Toutefois, cette approche d'optimisation du portefeuille reste sujette de débat compte tenu des hypothèses empiriques sur lesquelles elle est fondée.

En effet, toute analyse de marché dont l'objectif est de déterminer l'allocation des actifs dans un portefeuille, nécessite une étude approfondie des entreprises dans lesquelles on envisage d'investir. Compte tenu de cet objectif, l'analyse fondamentale reste aussi complexe qu'efficace. Comme résultats, elle donne aux investisseurs plus de précision sur ce qui influence les bénéfices de l'entreprise, ses forces, ses faiblesses, et sa position occupée dans le marché, et permet donc de construire des prédictions fiables sur le rendement attendu des actions.

Dans un premier temps, on va donc se concentrer uniquement sur le modèle de Markowitz. Une attention particulière sera accordée aux fondements du modèle et à sa résolution mathématique.

Le deuxième chapitre s'intéressera au processus de valorisation d'une entreprise en se basant sur l'actualisation de ses flux futurs.

Dans le dernier chapitre, on va combiner entre les deux approches et étudier ainsi la possibilité de remédier aux conséquences des hypothèses improbables du modèle de Markowitz, en vue d'améliorer les résultats obtenus.

A la fin de chaque chapitre, on illustrera nos propos par des exemples concrets, pour couvrir à la fois l'aspect théorique et pratique de chaque approche, et fournir ainsi au lecteur

une connaissance approfondie des principaux thèmes de l'analyse et de l'optimisation des portefeuilles.

Présentation de l'organisme d'accueil :

I- Présentation de CDG CAPITAL :

La banque CDG CAPITAL a été fondée en 2006 dans le cadre d'un vaste plan de filialisation de la CDG, qui se décline en plusieurs séries d'objectifs :

- La séparation des activités financières des autres activités opérationnelles.
- La séparation des rôles d'opérateur et d'investisseur financier.
- La clarification des missions d'intérêt général et leur séparation des activités concurrentielles.

La CDG Capital a totalisé en fin 2015, près de 192 milliards de dirhams en actifs sous gestion (sous mandat et gestion collective), 369 milliards de dirhams d'actifs en conservation, assurant une hausse de 4% par rapport à 2014, et plus de 3 milliards de dirhams en fonds sous gestion en Capital Investissement dont elle est le leader au Maroc. Elle est également le principal intermédiaire en Valeurs du Trésor, où elle assure 23% du marché primaire, et 27% du marché secondaire.

Ainsi, conformément à sa vocation de Banque d'Investissement, CDG Capital est structurée autour de quatre groupes de métiers, qui sont présentés comme suit :

➤ Pôle Corporate and Investment Banking :

Via ce pôle, CDG CAPITAL accompagne les opérateurs nationaux dans leur quête de financements complémentaires aux crédits bancaires classiques. En effet, le pôle Corporate and Investment Banking permet d'assister les clients dans leurs opérations d'appel public à l'épargne, de cession ou d'acquisition d'entreprises, de privatisation, de rapprochement ou d'alliance, ainsi que de proposer des conseils basés sur des connaissances approfondies dans les nombreux domaines de financement, d'évaluation financière, de structuration de financement et de levée de fonds.

Au sein de ce pôle, CDG CAPITAL a développé une véritable expertise et savoir faire dans le domaine des activités de marchés, et de la bourse, grâce à CDG CAPITAL BOURSE qui est leader dans son domaine, en offrant une large gamme de prestations à savoir les programmes de rachat, la privatisation, les placement des actions et obligations, levée de fonds...

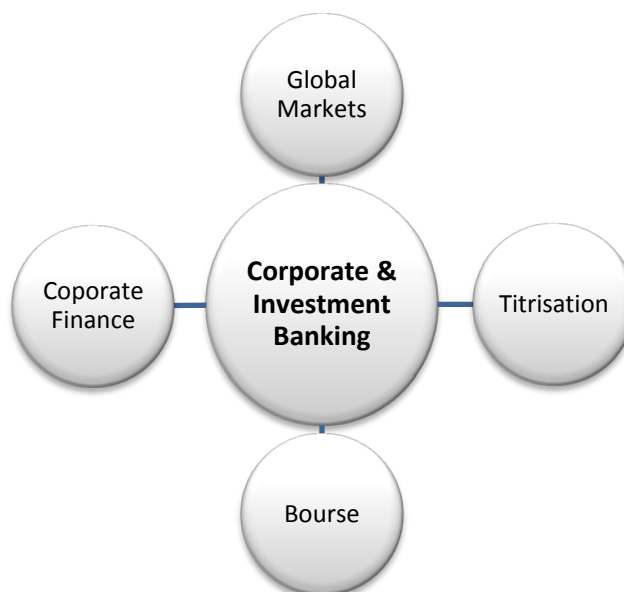


Figure 1: Détails du pôle Corporate & Investment Banking de CDG CAPITAL :

➤ **Pôle Alternative Investment :**

CDG CAPITAL a développé une gamme d'instruments pour aider les entreprises dans leur développement financier. CDG PRIVATE EQUITY est le pionnier de l'investissement des capitaux au Maroc. Pour mobiliser les fonds nécessaires au développement des infrastructures au Maroc, CDG CAPITAL a créé CDG CAPITAL Infrastructure, dédiée à la gestion des investissements et des fonds d'infrastructure. Et pour les secteurs immobilier, tertiaire et touristique, CDG CAPITAL REAL ESTATE continue de faire évoluer sa structure afin d'être conforme aux standards internationaux en terme d'organisation et de gouvernance.

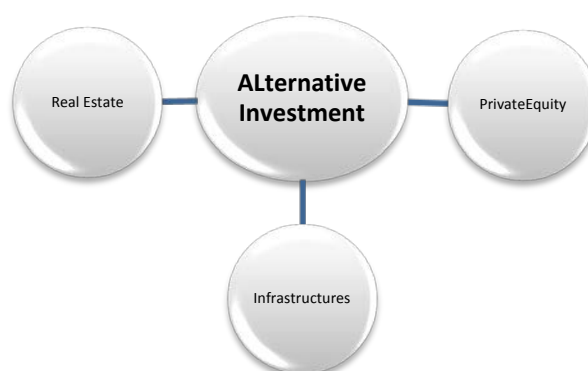


Figure 2: Détails du pôle Alternative Investment de CDG CAPITAL :

➤ **Pôle Investment Management :**

CDG Capital est leader sur le marché de la gestion d'actifs au Maroc avec un prestigieux portefeuille d'investisseurs institutionnels, ces clients ont fait confiance à CDG depuis de

longues années. Et depuis, l'activité de gestion de portefeuille a enregistré de bonnes performances par rapport à d'autres sur l'ensemble de la gestion des actifs.

CDG gère des actifs importants, constitués d'une large gamme d'OPCVM, par l'intermédiaire de sa filiale Capital Gestion où tous les types d'actifs sont représentés. Capital Gestion offre une gamme exhaustive de produits et services liés aux activités de dépôt, de garde, de sous-traitance.

CDG Capital est un acteur de premier rang, toujours en mesure de fournir les meilleures solutions de structuration de capital et de gestion d'actifs à ses clients.

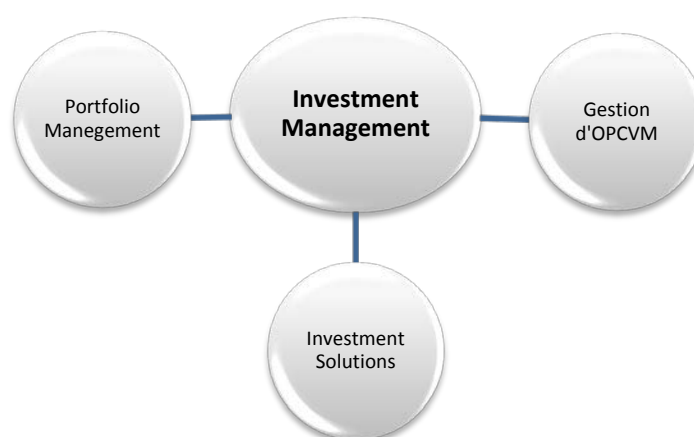


Figure 3: Détails du pôle Investment Management de CDG CAPITAL

➤ **Pôle Investor's Services :**

CDG Capital offre une gamme complète de services financiers adaptés pour accompagner efficacement les intermédiaires financiers, les investisseurs institutionnels (gestionnaires d'actifs, assureurs et mutuelles, caisses de retraite et fonds de pension, institutions nationales), les émetteurs et la clientèle privée.

Ce pôle a donc permis à CDG Capital d'une part, d'améliorer significativement sa productivité et sa qualité de service, et d'autre part, d'accompagner les différentes réformes initiées par le régulateur, tout en jouant pleinement son rôle de leader incontesté sur les marchés.

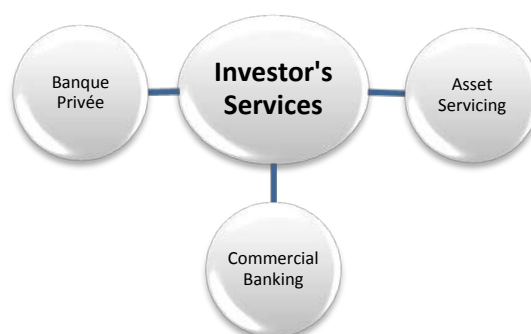


Figure 4: Détails du pôle Investor's Services de CDG CAPITAL :

II- Présentation de la direction PORTFOLIO MANAGEMENT :

La direction Portfolio Management appartient au pôle Investment Management, et offre, avec les autres métiers appartenant au même pôle, des solutions d'investissement et de conseil, couvrant ainsi toutes les classes d'actifs. Elle dispose d'un mandat de gestion personnalisé, et c'est ce qui lui permet de gérer un portefeuille de clientèle diversifiée, à savoir les caisses de retraites, les assurances, les mutuelles, les fonds d'œuvres sociales..., en y appliquant des styles de gestion adaptés aux caractéristiques du placement, et à l'attitude de risque chez le client ainsi qu'à ses contraintes du passif.

Néanmoins, ces modes de gestion peuvent être segmentés en deux grandes catégories : la gestion traditionnelle regroupant les types de gestion « Benchmarkés », c'est-à-dire visant à investir dans un type d'actif financier défini et à comparer la performance du fond à un actif de référence tel qu'un indice, et la gestion alternative qui contrairement à la gestion traditionnelle, n'est pas corrélée aux marchés financiers, et vise un objectif de performance absolue, non relative à un benchmark. L'investisseur n'étant donc plus exposé à l'orientation du marché, il est directement lié à la performance du gérant du fonds.

(Voir l'organigramme de CDG CAPITAL dans l'ANNEXE 1)

CHAPITRE I

Modèle de Markowitz et mesure de risque

Introduction :

Markowitz (1952-1959) fut le premier à formaliser et quantifier l'effet de diversification. En effet, il considère que le but ultime des agents serait de combiner judicieusement de nombreux actifs ayant une rentabilité maximale avec un niveau de risque donné, ou ce qui revient en même, assurer un risque minimal pour un niveau de rentabilité donné.

Selon la théorie de Markowitz, l'investissement dans un titre financier ne doit pas être évalué séparément, mais dans le cadre de nombreux véhicules d'épargne (Actions, obligations...) offerts sur le marché.

Markowitz divise le processus de sélection du portefeuille en deux étapes. La première étape consiste à déterminer les estimations de l'espérance de rendement et la variance du portefeuille. Ceux-ci sont basés sur « l'observation et l'expérience » reflétant les prévisions des professionnels au regard des performances futures des titres. La deuxième étape est un processus mathématique qui transforme ces deux facteurs en un portefeuille avec des allocations d'actifs optimisées.

Ce que les études tentent d'améliorer au fil des années, c'est la première étape décrite ci-dessus. En particulier, l'utilisation des échantillons historiques de données sur les prix des actifs, a poussé les professionnels de la gestion de portefeuille à penser à d'autres méthodes plus pertinentes en termes d'estimation de l'espérance de rendement des actifs.

Ce chapitre aura pour but de présenter théoriquement le modèle de base connu sous le nom de « Modèle de Markowitz », et d'exposer ses principaux fondements en matière d'optimisation de portefeuille. Il sera traité en quatre parties : Une première partie sera consacrée aux fondements théoriques du modèle, à savoir les hypothèses de travail, les composantes du modèle et leurs outils de mesure. La deuxième partie servira à comprendre toutes les notions relatives à la valorisation d'un actif non risqué. La troisième partie sera dédiée à la présentation de l'outil le plus utilisé dans la mesure du risque de marché qui est la Value At Risk, et qui nous permettra par la suite d'évaluer la performance du portefeuille sélectionné. Enfin ces propos seront illustrés dans la dernière partie, où on appliquera toutes les démarches citées précédemment pour optimiser un portefeuille composé de 75 actifs financiers.

I- Théorie moderne de Markowitz :

I-1- Hypothèses du modèle de Markowitz :

L'application du modèle de Markowitz repose sur la prise en compte d'un ensemble d'hypothèses qui concernent d'une part les actifs financiers, et d'autre part, le comportement des investisseurs.

H1 : Tout investissement est une décision qui est prise dans une situation de risque. Le rendement d'un actif financier pour une période future est donc une variable aléatoire, dont on fait l'hypothèse qu'elle est distribuée suivant la loi normale, et qu'elle est entièrement définie par deux paramètres : l'espérance mathématique du rendement et l'écart type de la distribution de probabilité des rendements.

H2 : Les rendements des différents actifs financiers sont corrélés.

H3 : Tous les investisseurs sont plus ou moins averses au risque. Ce dernier est mesuré par l'écart-type de la distribution de probabilité des rendements.

H4 : Bien que la fonction de préférence des investisseurs soit purement subjective, ceux-ci sont rationnels et opèrent des choix strictement transitifs.

H5 : Tous les investisseurs ont le même horizon de décision, qui comporte une seule période. Cette simplification, qui peut paraître très peu probable, permet de mettre en œuvre un modèle de décision qui tient compte du caractère hautement combinatoire du portefeuille.

I-2- Rentabilité et risque :

Le problème posé par Markowitz repose sur la construction d'un portefeuille dit « portefeuille efficient » qui minimise le risque du portefeuille pour une espérance de rentabilité donnée.

Cette théorie financière met alors l'accent sur deux critères essentiels, à savoir la rentabilité et le risque.

➤ **La rentabilité :**

- **Rentabilité de l'actif :**

Pour un investisseur, la rentabilité obtenue pour un titre ne se limite pas au dividende rapporté par celui-ci, mais aussi à la plus-value éventuelle que l'investisseur encaissera s'il y a revente du titre.

Ainsi, le rendement est défini par la relation :

$$R_t = P_t - P_{t-1} + C_t \quad (1.1)$$

Avec :

P_t : Prix de l'actif financier au temps t. Le prix au temps t-1 est une valeur ex-coupon, c'est-à-dire une valeur qui est enregistrée immédiatement après la perception à t-1 du revenu liquide afférant à la période t-1.

C_t : Revenu liquide résultant de la détention de l'actif financier durant la période t. Il est supposé ne pas être réinvesti avant le temps t.

Dans le but de rendre plus faciles les comparaisons entre les investisseurs, on utilisera dans la suite les taux de rentabilité, exprimés en termes relatifs, définis par :

$$r_t = \frac{P_t - P_{t-1} + C_t}{P_{t-1}} \quad (1.2)$$

- **Rentabilité du portefeuille :**

L'espérance de rentabilité du portefeuille sera modélisée par la moyenne des rentabilités antérieures des titres, pondérées par leurs possibilités de réalisation.

➤ **Le risque :**

Pour un investisseur, le risque est représenté par l'incertitude quant à la valeur de l'actif à une date future. En effet et alors que le présent est connu avec certitude, l'investissement en valeurs mobilières constitue le sacrifice d'un avantage immédiat contre un avantage futur et incertain.

En général, la rentabilité réalisée n'est pas conforme à celle espérée, on peut donc assimiler le risque à la variabilité ou la dispersion de la rentabilité de l'investissement autour de la valeur anticipée. Selon Markowitz, le meilleur outil de mesurer le risque d'un portefeuille est la variance (ou identiquement l'écart type) de la distribution des rentabilités.

I-3- Concept de diversification

Le concept principal qui émerge de la théorie de Markowitz dans le choix des portefeuilles est le principe de la diversification. Il consiste à combiner avec précision entre les actifs risqués et ceux non risqués dans différents secteurs, que sur la détention d'un nombre élevé d'actifs. On définit les actifs risqués et les actifs non risqués comme suit :

Actif risqué : Un titre qui ne peut garantir, de manière certaine, une rentabilité future et des flux de rémunération anticipés par l'investisseur.

Actif non risqué : Un titre dont le taux de rentabilité est parfaitement certain sur l'horizon de décision de l'investisseur, avec un rendement dont l'écart type est nul. Exemple : Emprunt d'état, Bon de Trésor...

Le fait de détenir par exemple 100 titres liés au secteur industriel ne constitue pas un portefeuille diversifié. Par contre, s'ils sont éparpillés sur le secteur industriel, secteur des télécommunications, secteur des assurances... On est en possession d'un portefeuille diversifié.

I-4- Présentation mathématique du problème :

Pour un portefeuille comportant n actifs, la contribution de chaque titre à la rentabilité espérée du portefeuille est directement proportionnelle à son propre rendement. En notant x_i les poids des titres dans le portefeuille P , on retrouve l'écriture suivante :

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i * E(R_i) \quad (1.3)$$

Avec :

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1.$$

$E(R_i)$: L'espérance de rentabilité du titre, qui sera modélisée par la moyenne de ses rentabilités antérieures.

Le risque du portefeuille ou plus précisément sa variance ne dépend pas uniquement de la variance de chaque titre, mais également de la covariance des actifs. Celle-ci définit dans quelle mesure les rendements des actifs varient ensemble à travers le temps par rapport à leur moyenne individuelle. On retrouve alors l'écriture suivante :

$$V(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i * x_j * \sigma_{ij} \quad (1.4)$$

Avec :

$\sigma_{ij} = \sigma_i * \sigma_j * \rho_{ij}$, tel que ρ_{ij} est le coefficient de corrélation entre l'actif i et l'actif j , et σ_i la variance de l'actif i .

En effet, il est faux de mesurer le risque induit par le titre i , par la variance (ou l'écart type) de sa rentabilité, car c'est sa corrélation avec la rentabilité du portefeuille qui constitue ce risque.

Pour des raisons de simplification, il est plus pratique d'utiliser des écritures matricielles. Si on note X le vecteur des parts d'actifs, X^T le vecteur transposé et C_{ij} la matrice de covariance des rendements des titres, tel que :

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \end{pmatrix}, \text{ avec } \sum_1^n x_i = 1.$$

$$C_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \text{Cov}(R_1, R_2) & \cdots & \text{Cov}(R_1, R_p) \\ & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Cov}(R_p, R_1) & \text{Cov}(R_p, R_2) & \cdots & \sigma_{pp} \end{pmatrix}$$

Nous obtenons finalement la variance sous forme matricielle condensée :

$$V(R_p) = X^T * C_{ij} * X \quad (1.5)$$

En conclusion, l'idée principale de ce modèle est de trouver un équilibre entre le rendement d'un portefeuille et le risque de celui-ci. Le choix du portefeuille consiste donc à résoudre le système de contraintes suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{Min} V(R_p) \\ \text{SC} \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ \forall i \in [1, n] \quad x_i \geq 0 \\ E(R_p) \end{array} \right. \quad (1.6)$$

Une gestion de portefeuille suivant cette méthode va créer ce qu'on appelle la frontière efficiente rendement-variance, qui va reprendre les portefeuilles offrant le plus haut rendement pour un niveau de risque donné ou le plus faible risque pour un niveau de rendement donné.

I-5- Frontière d'efficience :

La résolution du système précédent revient à maximiser, par l'intermédiaire du Lagrangien, une fonction économique qu'on notera D, tel que :

$$D = \phi E(R_p) - V(R_p) \quad (1.7)$$

Sous les deux contraintes suivantes : $\sum_1^n x_i = 1$ et $X_i \geq 0 \quad \forall i \in [1, n]$

Avec :

ϕ le taux marginal de substitution du rendement et du risque. Il exprime dans quelle mesure l'investisseur serait d'accord pour subir un niveau de risque accru en contrepartie d'un accroissement de son espérance de rentabilité.

Sous MS Excel, il existe un outil complémentaire appelé Solveur, qui permet de résoudre des systèmes d'optimisation, en analysant au préalable un nombre déterminé de scénarios. Il utilise un groupe de cellules, appelées variables de décisions (il s'agit dans notre cas du vecteur des proportions des actifs), et les affine pour satisfaire aux contraintes appliquées, pour enfin produire le résultat souhaité dans une cellule, appelée cellule objectif. Si on représente sur un graphique chaque portefeuille caractérisé par son risque et sa rentabilité espérée, on obtient la figure suivante :

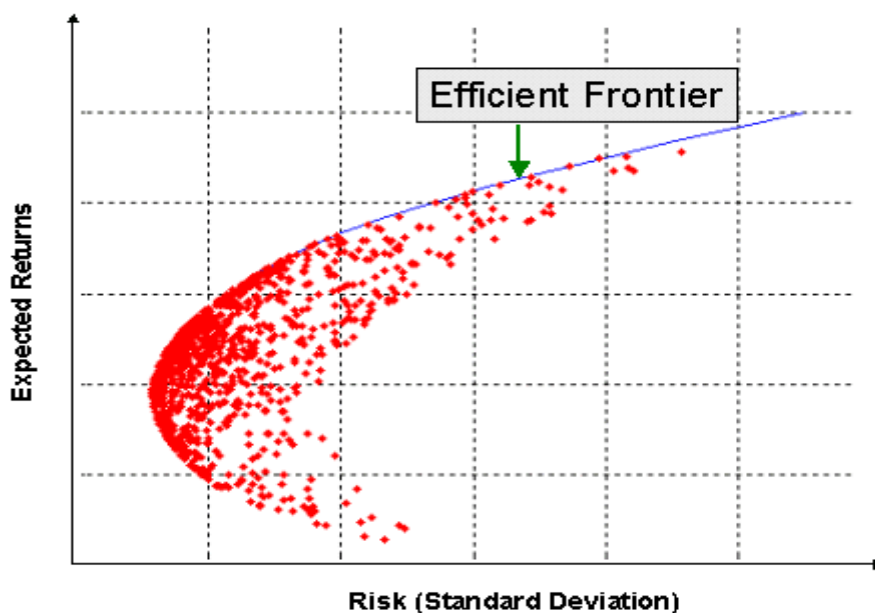


Figure 5: Exemple d'une frontière d'efficience. Source FinanceTrain

Chaque point sur la courbe en bleu correspond à un portefeuille efficient. Tous les points rouges en dessous de la frontière d'efficacité représentent des portefeuilles dits « sous optimaux » qui n'intéressent pas un investisseur rationnel. Assurément, il existe un autre portefeuille apportant ce même niveau de rendement mais avec un risque plus faible, ou un autre portefeuille offrant un rendement supérieur pour le niveau de risque considéré. Chaque investisseur peut alors choisir n'importe quel portefeuille sur la demi-courbe, en fonction du niveau de risque qu'il serait prêt à supporter.

I-6- Critiques du modèle de Markowitz :

Depuis la crise financière, de nombreux professionnels de l'investissement ont critiqué la théorie moderne du portefeuille de Markowitz, basée sur le concept moyenne-variance du portefeuille. L'ensemble des critiques convergent vers l'accent qui est mis entièrement sur la diversification, et ne prend pas en compte le concept d'évaluation des actifs. .

Dans la suite de ce point, nous allons développer les deux principaux reproches attribués à ce modèle.

1- Le modèle de Markowitz est statique :

Le modèle de Markowitz repose sur l'hypothèse selon laquelle la matrice de variance-covariance des rendements des actifs constituant le portefeuille est constante et prévisible. Or dans la réalité, les relations systématiques entre les différents actifs ne restent pas constantes. En effet, la corrélation des rendements des actifs est moins élevée dans une situation de marché où les prix augmentent que dans une situation de marché où les prix des actifs diminuent, ce qui signifie que le modèle devient de moins en moins utile en période d'incertitude.

2- Les rendements des actifs financiers sont normalement distribués :

En développant son étude, Markowitz émet une hypothèse très restrictive concernant la distribution normale que suivent les rendements des actifs financiers. Il considère qu'il est donc possible d'obtenir la moyenne et la variance, et de s'en servir pour calculer le rendement attendu et le risque d'un portefeuille. Or plusieurs recherches ont prouvé le contraire. En effet, en examinant diverses séries chronologiques sur les rendements des produits de base et les taux d'intérêt, on conclut que les rendements boursiers peuvent osciller de trois à six écarts types par rapport à la moyenne, et donc ne suivent nullement une loi normale.

II- Valorisation d'un titre obligataire :

II-1- Le marché obligataire :

Après avoir présenté dans la partie précédente la démarche théorique du modèle de Markowitz dans l'optimisation d'un portefeuille diversifié, nous allons avoir besoin de comprendre également les principes de base d'un titre non risqué, en l'occurrence une obligation, pour pouvoir la valoriser à n'importe quelle date.

Cette partie, servira à introduire les différentes notions relatives aux titres obligataires, leurs caractéristiques et la méthode de calcul qui correspond à la valorisation d'une obligation à taux fixe.

Le marché obligataire est un marché financier qui permet aux Etats et aux entreprises de se financer. En effet, lorsqu'un Etat ou une entreprise a besoin d'emprunter des liquidités, elle crée des titres de dette connus sous le terme « obligations ».

En échange de ce prêt, et dans le cadre d'une obligation classique, le créancier (Celui qui détient l'obligation) recevra périodiquement des intérêts appelés « coupons », en plus du remboursement du principal à l'échéance. Le taux d'intérêt est connu à l'avance, tout comme la durée du prêt et la date de versement des coupons. Le marché des obligations constitue donc un lieu virtuel où sont émises, vendues, et achetées les obligations.

On distingue entre deux types de marchés obligataires. Un marché primaire qui correspond à l'émission de toutes les nouvelles obligations à destination d'institutions ou d'investisseurs particuliers, et qui profitent d'une garantie délivrée par les banques d'investissement. Et un marché secondaire qui regroupe les transactions effectuées sur des obligations déjà émises.

L'Etat marocain émet des emprunts obligataires appelés Bons de Trésors pour couvrir ses besoins de financements. Dans notre application, on ne s'intéressera qu'à ce type d'obligations.

II-2- Principaux types d'obligations :

Il existe différents types d'obligations que l'on peut différencier selon le type d'émetteur, les modalités de versement des intérêts ou encore selon la durée de vie de l'obligation.

- **Les obligations subordonnées :** Des obligations remboursées en dernier lieu en cas de liquidation de la société et ce, après remboursement de tous les créanciers.
- **Les obligations convertibles en actions :** Il s'agit des obligations qui donnent à leur détenteur la possibilité, mais non l'obligation, de convertir ses créances en un ou plusieurs titres de propriétés représentés par une ou plusieurs actions.
- **Les obligations remboursables en actions :** Ces obligations sont facultativement ou obligatoirement (selon les conditions du contrat) remboursées en actions à leur échéance.
- **Les obligations zéro coupon :** Il s'agit des obligations qui sont remboursées totalement in fine et qui ne versent pas d'intérêt pendant leur durée de vie. Plus le taux d'intérêt qu'on veut servir est élevé et l'échéance est éloignée, plus bas sera le prix d'émission.
- **Les obligations à taux fixe :** C'est des obligations qui génèrent des intérêts fixes pendant toute la période de l'emprunt.
- **Les obligations à taux flottant :** Ces obligations produisent des intérêts dont la valeur est inconnue au moment de l'émission. Seul le mode de calcul de ces coupons sera fixé.

II-3- Caractéristiques d'une obligation :

Contrairement aux actions qui sont des titres de participation, c'est-à-dire qu'en achetant une action, on détient une part du capital d'une entreprise, et on dispose ainsi du droit d'information, droit de vote et droit de toucher un dividende, l'obligation est une part de la dette de l'Etat ou de l'entreprise que celle-ci s'engage à rembourser. L'action est donc plus risquée qu'une obligation, mais le potentiel de gain est supérieur.

Chaque obligation se caractérise par les éléments suivants :

- **Valeur nominale :** Il s'agit du montant unitaire du titre. C'est également la valeur du principal à rembourser à l'échéance.
- **Prix d'émission :** Le prix payé par le souscripteur. L'émission est dite « au pair » si les obligations sont émises à la valeur nominale. Par ailleurs, elles peuvent être émises en dessous ou au-dessus du pair, faisant apparaître une prime appelée « prime d'émission ».
- **Maturité résiduelle :** Durée de vie restante de l'obligation entre un instant t et la date de remboursement.
- **Date d'émission :** Date effective de la souscription du titre.
- **Date de jouissance :** Date à partir de laquelle les intérêts commencent à courir.
- **Taux d'intérêt nominal ou facial:** Appelé aussi « coupon », il représente un pourcentage de la valeur nominale, que doit payer périodiquement l'emprunteur à

l'investisseur. Ce taux est convenu à l'avance dans le contrat d'émission en fonction de la qualité de sa signature et du niveau des taux sur le marché financier.

➤ **Périodicité du paiement des coupons:** Généralement, les coupons sont payés annuellement. Il se peut que l'obligation soit sans versement d'intérêts durant toute sa durée de vie (Obligation Zéro Coupon). La rémunération des investisseurs est alors assurée par la différence entre la valeur d'émission et la valeur de remboursement.

II-4- Valorisation d'un Bon de Trésor :

Un Bon de Trésor représente un titre de créance et une dette de l'Etat. Il peut être acheté par des particuliers ou par des banques ou d'autres institutions financières. Le fait de détenir un Bon de Trésor rend alors son propriétaire créancier de l'Etat. De sont coté, l'Etat s'engage à le rembourser à une échéance bien déterminée et à verser des intérêts à son porteur.

L'annexe II.2.N de la circulaire du CDVM relative à la gestion pour compte de tiers a fixé les modalités pratiques de valorisation des titres de créance pour différentes durées de vie. On s'intéressera dans ce qui suit à l'évaluation des titres de créances à taux fixe de maturité résiduelle supérieure à 1an.

L'évaluation des titres de créances à taux fixe remboursables in fine consiste à actualiser l'ensemble des montants restant à percevoir sur la durée de vie restante à courir jusqu'à l'échéance, et ce en se basant sur la courbe de taux publiée quotidiennement par la Banque Centrale.

Pour une maturité donnée, le taux actuariel utilisé pour évaluer l'actif est obtenu comme suit :

➤ Si la maturité du titre est encadrée par deux maturités de la courbe, on procède à une interpolation linéaire des deux taux d'actualisation correspondant à ces deux maturités.

Si on connaît donc les taux de maturités t_1 et t_2 , soient $R(t_1)$ et $R(t_2)$, et on souhaite interpoler le taux de maturité t tel que $t_1 < t < t_2$:

$$R(t) = \frac{(t_2-t)R(t_1) + (t-t_1)R(t_2)}{(t_2-t_1)} \quad (1.8)$$

➤ Si la maturité du titre est non comprise dans la limite supérieure de la courbe, le taux recherché correspond à celui de la maturité supérieure de la courbe.

Une fois le taux actuariel est obtenu, le prix des Bons de Trésors se calcule de la manière suivante :

On note :

M_r : Maturité résiduelle qui sépare la date d'échéance de la date de valorisation.

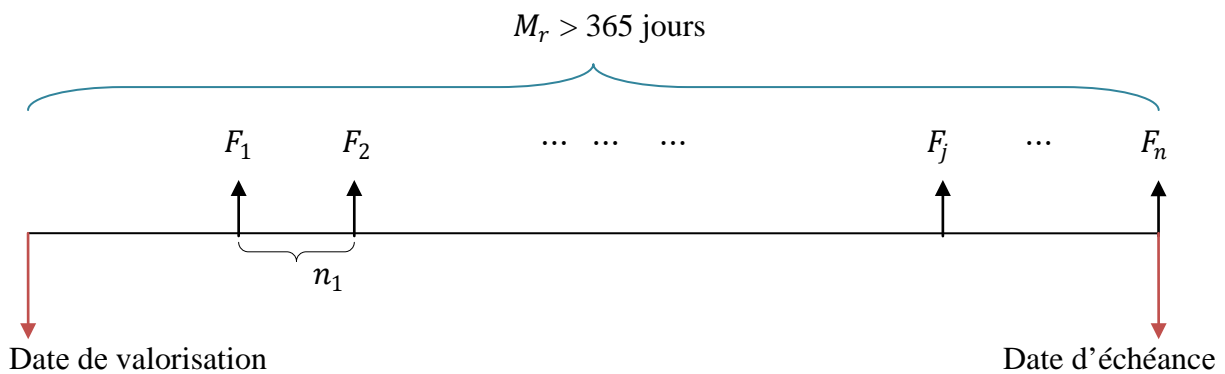
F_i : Flux monétaire à la date i . Plus précisément :

- $F_1 = \text{Coupon} + \text{Prime d'émission (Différence entre le prix d'émission et la valeur nominale)}$
- $F_j = \text{Coupon}$, tel que $2 \leq j < n$.
- $F_n = \text{Coupon} + \text{Valeur nominale}$

t_a = Taux d'actualisation

n = nombre de coupons à venir

n_i = nombre de jours restant à courir jusqu'à la date de détachement de prochain coupon.



Le prix de l'obligation est donc obtenu en appliquant la formule suivante à n'importe quelle date d'évaluation :

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t_a)^{\frac{n_i}{365} + i - 1}} \quad (1.9)$$

Nb: Notons que la date d'évaluation peut se situer après la date du détachement d'un quelconque coupon. Dans ce cas là, le prix de l'obligation est l'actualisation des flux qui viennent après cette date, en ne prenant pas en compte les flux qui la précèdent.

III- Mesure de risque – VALUE AT RISK :

III-1- Concept général:

Depuis les dernières années, la gestion de risque représente une grande préoccupation des institutions financières. Ces dernières se battent constamment pour résoudre la

problématique de détermination du risque lié à la variation du marché financier, afin de maintenir leur position hors risque.

Le risque de marché se définit par l'incertitude qui réside dans l'évolution future de la valeur de marché des instruments financiers détenus. Gérer le risque revient donc à se poser constamment des questions à propos de :

- La position actuelle par rapport à celle de l'acquisition.
- La position future (Demain, dans un mois ou dans 6 mois) par rapport à la position actuelle.

L'investisseur est alors exposé à réaliser une perte en cas d'une évolution défavorable des données du marché, à savoir le taux d'intérêt, le taux de change, le cours des actions... D'où l'idée de quantifier la perte maximale que peut subir tout portefeuille. Dans ce cadre, la Value-At-Risk constitue le modèle de mesure de risque le plus répandu dans le monde de la finance, et qui peut être calculée par plusieurs approches. Cette partie sera consacrée à sa présentation ainsi qu'à son estimation en utilisant l'approche historique.

III-2- Définition de la VAR :

La Value-At-Risk, ou communément appelée VAR, est l'outil de gestion de risque le plus utilisé dans les institutions financières. Elle représente la perte maximale que peut subir un actif financier ou un portefeuille d'actifs, mesurée en unités monétaires, sur un horizon temporel déterminé et à un niveau de confiance donné.

Exemple : Si la VAR sur un portefeuille de marché est de 1MDH au seuil de 95% sur une période de 10 jours, il y a 95% de chance que la perte subie par ce portefeuille n'excède pas 1MDH dans les 10 prochains jours.

La Value-At-Risk est caractérisée donc essentiellement par deux paramètres, à savoir :

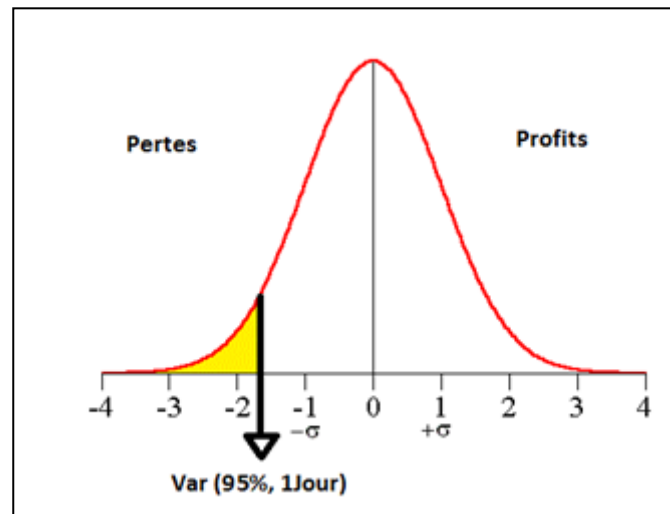
- $\alpha \in [0,1]$, le seuil par rapport auquel on désire calculer la perte potentielle. S'il est proche de 0 c'est un niveau de risque, sinon il s'agit d'un seuil de confiance s'élevant par exemple à 95% ou 99%, représentant ainsi la probabilité que la perte éventuelle de l'actif ou du portefeuille d'actifs ne dépasse pas la VAR.
- L'horizon temporel pour lequel on désire évaluer les pertes, pouvant aller d'1 jour jusqu'à plusieurs mois. A noter que plus l'horizon est long, plus les pertes seront importantes.

III-3- Interprétation mathématique de la VAR :

Soit X une variable aléatoire qui représente le rendement d'un actif financier. Il s'agit d'un gain si elle est positive, et d'une perte dans le cas contraire. Soit α le seuil de confiance, alors :

$$\text{VAR}_X^\alpha = \inf\{x \in \mathbb{R} ; P(X \leq x) > \alpha\} = F_X^{-1}(\alpha) \quad (1.10)$$

Où F_X^{-1} est la fonction de répartition inverse de X si elle existe.



*Figure 6: Représentation graphique de la VAR sous l'hypothèse de normalité des rendements.
Source : abcbourse*

Dans ce graphique, on a supposé que la distribution des rendements associée à la détention d'un actif sur une période corresponde à celle d'une loi normale standard. La VAR est donc le quantile de la fonction de répartition de la loi normale à un niveau de confiance de 95%.

En d'autres termes :

$$\Pr[X < \text{VAR}_X^\alpha] = 1 - \alpha \text{ et } \text{VAR}_X^\alpha = Z_{1-\alpha} \quad (1.11)$$

Si la distribution des rendements suit une loi normale d'espérance $E(X)$ et d'écart type $\sigma(X)$, alors après centrage et réduction de la relation précédente, on obtient :

$$\Pr \left[\frac{X - E(X)}{\sigma(X)} < \frac{\text{VAR}_X^\alpha - E(X)}{\sigma(X)} \right] = 1 - \alpha \quad (1.12)$$

D'où

$$\frac{\text{VAR}_X^\alpha - E(X)}{\sigma(X)} = Z_{1-\alpha} \quad (1.13)$$

Et la VAR peut être calculée dans ce cas comme suit :

$$\text{VAR}_X^\alpha = E(X) + Z_{1-\alpha} * \sigma(X) \quad (1.14)$$

A noter que toujours sous l'hypothèse de normalité, et pour un horizon temporel h supérieur à un jour, la VAR peut être obtenue de manière simple comme suit:

$$\text{VAR}_{h,\alpha} = \sqrt{h} * \text{VAR}_{1,\alpha} \quad (1.15)$$

III-4- Estimation de la VAR par approche historique :

La méthode de simulation historique est la plus simple et la plus utilisée dans le calcul de la VAR. Elle suppose la stationnarité des facteurs de risque, mais n'impose aucune hypothèse de normalité de la distribution de ces facteurs.

Le principe général consiste à estimer la distribution future des variations des rendements à partir de la distribution historique observée, en considérant que celle-ci se reproduira à l'avenir. Ensuite, on extrait le quantile qui correspond à la VAR pour un certain niveau de confiance prédéterminé.

Le choix de la longueur de l'historique ne doit pas se faire de manière arbitraire, car si celui-ci est trop court, l'investisseur est exposé à un risque de données insuffisantes pour estimer correctement le quantile à 95% ou 99%. Et si au contraire, l'historique est trop long, l'hypothèse de stationnarité des rendements n'est plus valable, car elle court le risque de changer.

Le calcul de la VAR par approche historique se fait suivant les quatre étapes présentées ci-dessous :

1- A partir de l'historique des prix de chaque actif constituant notre portefeuille, on calcule l'historique des rendements à chaque date selon l'horizon temporel h qu'on détermine

au préalable, et pour lequel on veut calculer la VAR du portefeuille. On applique la formule suivante :

$$r_{t,h}^i = \frac{P_t^i - P_{t-h}^i}{P_{t-h}^i} \quad (1.16)$$

Avec :

$r_{t,h}^i$: Le rendement de l'actif i à la date t pour un horizon temporel h supérieur ou égal à 1 jour.

P_t^i : Le prix de l'actif i à la date t .

2- Une fois que ces données sont récupérées, on calcule un historique de rendements du portefeuille en sommant pour chaque date, les rendements de chaque actif calculés précédemment, pondérés par leurs quantités dans le portefeuille.

Soit n_i le poids de l'actif i dans le portefeuille, alors pour chaque date t , le rendement du portefeuille pour un horizon temporel h s'écrit comme :

$$R_{p,h}^t = \sum_{i=1}^n n_i * r_{t,h}^i \quad (1.17)$$

3- Ensuite, on applique cet historique de rendements à la valeur du portefeuille à la première date du 28/02/2017, (Date à laquelle on souhaite évaluer la VAR du portefeuille). Ceci va nous permettre d'avoir N variations (Pertes ou gains) fictives du portefeuille reconstitué qu'on notera ΔV_h .

Pour les applications numériques, on prendra $N=750$, soit 3 années boursières.

4- La dernière étape avant l'obtention de la VAR, consiste à trier et à numéroter par ordre croissant ces N variations fictives, de façon à obtenir :

$\Delta V_h^{(1)} \leq \Delta V_h^{(2)} \leq \dots \leq \Delta V_h^{(N)}$, avec $\Delta V_h^{(1)}$ la plus petite valeur de l'échantillon, et $\Delta V_h^{(N)}$ sa plus grande valeur.

Enfin la VAR_α^h à h jours, qui représente la perte maximale que va subir le portefeuille dans h jours au niveau de confiance α est :

$$VAR_\alpha^h = \Delta V_h^{[(1-\alpha)N]} \quad (1.18)$$

IV- Application : Optimisation d'un portefeuille diversifié :

Dans cette partie, on va appliquer le modèle de Markowitz sur un portefeuille diversifié, qui est composé de 75 titres dont 71 actifs risqués (Actions) répartis sur plusieurs secteurs, et 4 actifs non risqués (Bons de Trésor).

IV-1- Valorisation des obligations :

Les caractéristiques des Bons de Trésors qu'on utilisera dans notre étude se résument dans le tableau suivant :

Titres obligataires	Taux facial	Date d'échéance
BTN MA0002013508	5,70%	06/02/2045
BTN MA0002013797	4,00%	05/08/2030
BTN MA0002011114	4,20%	18/04/2022
BTN MA0002011478	4,40%	16/04/2018

Tableau 1: Caractéristiques des Bons de Trésors qui composent notre portefeuille. Source : CDG CAPITAL

Pour chaque Bon de Trésor, on dispose d'un tableau de flux qui présente à partir de la date du détachement du premier coupon jusqu'à la date d'échéance la valeur des flux. Le tableau ci-dessous correspond au titre : BTN MA0002011114.

Voir les trois autres tableaux dans l'ANNEXE 2.

Bonds_Shortname	Bonds_Name	Coupon_Date	Coupon_Amount	Capital	Flux
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-13	4706,30	0	4706,30
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-14	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-15	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-16	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-17	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-18	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-19	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-20	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-21	4200	0	4200
MA0002011114	BTN TRES 18/04/22 10Y 04.20%	18-avr-22	4200	100000	104200

Tableau 2: Exemple d'un tableau de flux du titre MA000201111. Source : CDG CAPITAL

Le calcul du taux d'actualisation pour différentes dates d'évaluation a été fait à l'aide d'une fonction qu'on a développée sous VBA. Le choix de cet outil de programmation s'explique par:

- La possibilité d'automatiser les calculs pour l'ensemble des titres. Il suffit d'insérer comme input le tableau des flux propre à l'obligation et la date à laquelle on souhaite la valoriser.
- L'utilisation de quelques fonctions prédéfinies pour les formules mathématiques considérées.
- La familiarisation des responsables de la gestion de portefeuille de CDG CAPITAL avec la programmation en VBA.

On dispose au départ d'un historique de taux qu'on obtient du site de Bank Al Maghrib contenant les 750 données journalières nécessaires pour réaliser notre étude.

Date_Courbe	Maturités	Taux
21-févr-14	25	3,19%
21-févr-14	90	3,20%
21-févr-14	165	3,39%
21-févr-14	269	3,53%
21-févr-14	662	3,93%
21-févr-14	756	4,06%
21-févr-14	1880	4,54%
21-févr-14	2622	5,05%
21-févr-14	3773	5,44%
21-févr-14	5537	5,93%
21-févr-14	6161	5,26%
21-févr-14	8396	4,74%
⋮	⋮	⋮
28-févr-17	10	2,15%
28-févr-17	48	2,17%
28-févr-17	83	2,16%
28-févr-17	91	2,13%
28-févr-17	140	2,15%
28-févr-17	248	2,21%
28-févr-17	413	2,36%
28-févr-17	497	2,41%
28-févr-17	749	2,49%
28-févr-17	2058	2,89%
28-févr-17	3395	3,19%
28-févr-17	3758	3,32%
28-févr-17	4546	3,55%
28-févr-17	4914	3,55%
28-févr-17	6929	3,84%
28-févr-17	10597	4,19%

Tableau 3: Extrait de l'historique des taux. Source : Bank Al Maghrib

La fonction développée sous VBA (Voir le code dans l'ANNEXE 4 et 5) consiste en premier lieu à extraire la courbe qui correspond à la date d'évaluation indiquée. Ensuite elle calcule le taux d'actualisation par interpolation linéaire si elle arrive à encadrer la maturité résiduelle du titre. Dans le cas échéant, elle considère que le taux d'actualisation recherché est égal à celui qui correspond à la maturité supérieure de sa courbe. Elle utilise enfin ce taux pour actualiser ses flux et les sommer pour avoir le prix de l'obligation.

Prix des obligations

Date d'évaluation	MA0002013508	Taux actuariel	MA0002013797	Taux actuariel	MA0002011114	Taux actuariel	MA0002011478	Taux actuariel
21-févr-14	111971,79	4,74%	80070,87	5,42%	97209,93	5,17%	105976,98	4,38%
24-févr-14	112014,37	4,74%	80077,60	5,42%	97257,58	5,17%	106019,60	4,38%
25-févr-14	112028,57	4,74%	80078,82	5,42%	97321,56	5,16%	106033,95	4,38%
26-févr-14	112042,77	4,74%	80173,87	5,42%	97413,87	5,15%	106050,93	4,38%
27-févr-14	112056,98	4,74%	80175,67	5,42%	97429,06	5,15%	106061,90	4,38%
28-févr-14	112071,18	4,74%	80177,47	5,42%	97444,26	5,15%	106078,06	4,38%
03-mars-14	112113,80	4,74%	80182,91	5,42%	97489,85	5,14%	106138,92	4,37%
04-mars-14	112128,01	4,74%	80196,95	5,42%	97525,95	5,14%	106153,57	4,37%
05-mars-14	112142,23	4,74%	80206,25	5,42%	97671,48	5,12%	106168,21	4,37%
06-mars-14	112156,44	4,74%	80208,20	5,42%	97686,20	5,12%	106182,85	4,37%
07-mars-14	112170,66	4,74%	80210,15	5,42%	97700,93	5,12%	106309,24	4,34%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
23-févr-17	125599,42	4,15%	106919,37	3,55%	110024,53	2,83%	106045,34	2,36%
24-févr-17	125615,22	4,15%	106929,73	3,55%	110052,87	2,83%	106068,47	2,34%
27-févr-17	125662,63	4,15%	106960,84	3,55%	110010,51	2,84%	106061,52	2,36%
28-févr-17	125678,43	4,15%	106971,21	3,55%	110045,08	2,84%	106071,55	2,36%

Tableau 4: Extrait du tableau des prix des obligations. Source : L'auteur

➤ Rendements des obligations :

Dans le cadre de la théorie de Markowitz, tous les calculs se font sur la base des rendements des actifs selon la durée qu'on a fixée (Il s'agit dans notre cas de 3 années boursières).

Le rendement d'une obligation se calcule en utilisant la formule suivante :

$$R_t^o = \frac{P_t - P_{t-1} + C_t}{P_{t-1}} \quad (1.19)$$

Avec :

R_t^o : Rendement de l'obligation à l'instant t

P_t : Prix de l'obligation à l'instant t

C_t : Coupon correspondant à l'obligation (Fixe dans notre cas, obtenu à partir du tableau des flux du Bon de Trésor)

On se sert alors du tableau précédent qui contient les prix des obligations pour construire le tableau des rendements suivant :

Rendement des obligations

Date d'évaluation	MA0002013508	MA0002013797	MA0002011114	MA0002011478
24-févr-14	0,05129	0,05004	0,04370	0,04192
25-févr-14	0,05101	0,04997	0,04384	0,04164
26-févr-14	0,05101	0,05114	0,04410	0,04166
27-févr-14	0,05100	0,04991	0,04327	0,04159
28-févr-14	0,05099	0,04991	0,04326	0,04164
03-mars-14	0,05124	0,04996	0,04357	0,04205
04-mars-14	0,05097	0,05006	0,04345	0,04159
05-mars-14	0,05096	0,04999	0,04456	0,04159
06-mars-14	0,05096	0,04990	0,04315	0,04158
07-mars-14	0,05095	0,04989	0,04315	0,04263
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
23-févr-17	0,04551	0,03751	0,03827	0,04156
24-févr-17	0,04551	0,03751	0,03843	0,04171
27-févr-17	0,04575	0,03770	0,03778	0,04142
28-févr-17	0,04549	0,03749	0,03849	0,04158

Tableau 5: Extrait du tableau des rendements des titres obligataires. Source : L'auteur

IV-2- Application du modèle de Markowitz :

Dans cette partie, on va suivre les étapes relatives au modèle de Markowitz dans l'optimisation d'un portefeuille diversifié.

Pour cela, on considère l'historique de prix de 71 actions obtenu du site de la Bourse de Casablanca pour une durée de 3 années boursières, ainsi que les 4 titres obligataires traités dans la partie précédente.

Après avoir calculé les rendements des actions pour toutes les dates fixées, on obtient une matrice de rendements de l'ensemble des titres constituant le portefeuille du 21/02/2014 jusqu'au 28/02/2017.

Date	AFRIC INDUSTRIES	AFRIQUIA GAZ	AGMA LAHLOU-TAZI	ALLIANCES	...	MA0002011114	MA0002011478
21-févr-14	0,00000	0,02943	0,00176	-0,02353	...	0,04337	0,04166
24-févr-14	-0,00919	-0,02621	0,00000	0,01469	...	0,04370	0,04192
25-févr-14	0,00000	-0,00306	-0,01582	0,00010	...	0,04384	0,04164
26-févr-14	0,00928	0,00000	0,00000	0,00729	...	0,04410	0,04166
27-févr-14	-0,00901	0,00000	0,00000	-0,00414	...	0,04327	0,04159
28-févr-14	0,00167	0,00000	0,01607	0,00519	...	0,04326	0,04164
03-mars-14	0,01852	0,03006	0,01933	0,03306	...	0,04357	0,04205
04-mars-14	0,01818	0,00000	0,00000	0,00000	...	0,04345	0,04159
05-mars-14	-0,00893	0,00000	0,00000	0,01400	...	0,04456	0,04159
06-mars-14	-0,01081	0,04229	-0,03448	0,01381	...	0,04315	0,04158
07-mars-14	0,02004	0,00000	0,00000	-0,00584	...	0,04315	0,04263
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
23-févr-17	0,00000	0,00000	0,00000	-0,09497	...	0,03827	0,04156
24-févr-17	0,04730	-0,01852	0,00000	-0,06759	...	0,03843	0,04171
27-févr-17	0,00000	0,00000	0,00000	0,09997	...	0,03778	0,04142
28-févr-17	0,00000	0,00000	-0,03455	0,05327	...	0,03849	0,04158

Tableau 6: Extrait de la matrice des rendements des actifs financiers. Source : L'auteur

Les travaux de Markowitz dans la gestion financière des portefeuilles sont essentiellement basés sur le principe suivant : l'investisseur, en cherchant à optimiser ses choix, ne s'intéresse pas uniquement à la rentabilité de son placement, mais aussi au risque qui menace son portefeuille.

La prochaine étape consiste à calculer la matrice de covariance des rendements des titres. Pour cela, et en raison du nombre élevé des actifs financiers dans notre étude, on a créé une fonction sous VBA, qui permet de calculer directement la matrice de covariance à partir du tableau des rendements des actifs X présenté ci-dessus (Voir le code dans l'ANNEXE 3). Un extrait des résultats est présenté dans le tableau suivant :

	AFRIC INDUSTRIES	AFRIQUIA GAZ	AGMA LAHLOU-TAZI	ALLIANCES	...	MA0002011114	MA0002011478
AFRIC INDUS	0,00019036	1,16E-05	-7,47E-06	-3,86E-05	...	3,54E-08	-1,10E-06
AFRIQUIA GAZ	1,16E-05	0,00033541	-1,37E-05	5,04E-05	...	1,60E-07	-1,46E-06
AGMA LAHLOU	-7,47E-06	-1,37E-05	0,00019407	-1,24E-05	...	-4,67E-06	-3,82E-06
ALLIANCES	-3,86E-05	5,04E-05	-1,24E-05	0,00132998	...	6,61E-06	-3,61E-07
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
MA0002011114	-3,54E-08	1,60E-07	-4,67E-06	-6,61E-06	...	1,26E-05	3,13E-06
MA0002011478	-1,10E-06	-1,46E-06	-3,82E-06	-3,61E-07	...	3,13E-06	9,88E-06

Tableau 7: Extrait de la matrice de covariance des rendements des actifs financiers. Source : L'auteur

Pour résoudre le système d'optimisation de Markowitz (1.6), on aura besoin des variables suivantes :

- Un vecteur contenant les proportions X_i de chaque actif.
- Une cellule qui renvoie la somme de ces proportions, et qui en principe devra toujours être égale à 1.
- Une cellule qui calcule l'espérance de rendement du portefeuille.
- Une autre cellule qui calcule la variance du portefeuille.

Ces variables sont liées entre elles par le biais de quelques fonctions prédéfinies sur MS EXCEL. L'image suivante va illustrer la relation entre ces différentes fonctions.

	A	B	C	D	E
1	Matrice des rendements				
2	Dates	Actif 1	Actif 2	...	Actif n
3	Date 1	Rd11	Rd12	...	Rd1n
4	Date 2	Rd21	Rd22	...	Rd2n
5	...	...	...	...	...
6	Date m	Rdm1	Rdm2	...	Rdmn
7					
8					
9	Matrice de covariance				
10		Actif 1	Actif 2	...	Actif n
11	Actif 1	Cov11	Cov12	...	Cov1n
12	Actif 2	Cov21	Cov22	...	Cov2n
13	...	...	...	...	...
14	Actif n	Covn1	Covn2	...	Covnn
15					
16	Actifs				
17	Proportions X_i	x1	x2	...	xn
18	Somme X_i	=SOMME(B17:E17)			
19	Espérance de rendement	=MOYENNE(B3:B6)	=MOYENNE(C3:C6)	...	=MOYENNE(E3:E6)
20					
21	Portefeuille				
22	Espérance de rendement	=SOMMEPROD(B17:E17;B19:E19)			
23	Variance	=SOMMEPROD(PRODUITMAT(B17:E17;B3:E6);B17:E17)			

Tableau 8: Calcul des paramètres du Modèle de Markowitz sur MS EXCEL. Source : L'auteur

Maintenant, il suffit de fixer la cellule contenant la variance du portefeuille comme cellule cible pour le Solveur, choisir la plage des proportions comme cellules variables, et insérer les trois contraintes du système.

Ce que nous allons faire, c'est demander au solveur de nous rapporter les solutions pour différentes espérances de rendements. Nous noterons ainsi la variance du portefeuille relative à l'espérance attendue, et on obtient le tableau suivant :

Espérance de rendement	Variance
0,0009	1,96586E-08
0,001	1,94706E-08
0,002	1,97599E-08
0,004	5,82629E-08
0,006	1,31125E-07
0,008	2,34186E-07
0,01	3,64205E-07
0,014	7,15673E-07
0,018	1,18334E-06
0,02	1,45673E-06

Tableau 9: Tableau résumant les solutions du système d'optimisation. Source : L'auteur

Ce qui donne sous forme graphique, la frontière d'efficacité suivante :

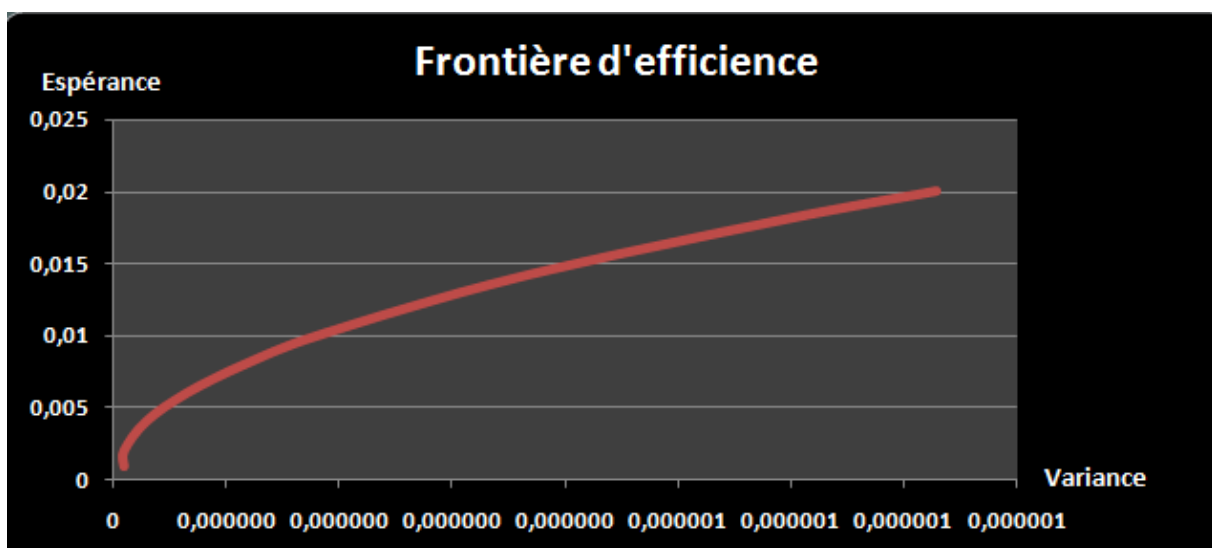


Figure 7: Frontière d'efficacité de Markowitz. Source : L'auteur

En fonction de son aversion au risque et de sa richesse initiale, l'investisseur optera pour un portefeuille qui sera situé sur l'hyperbole de Markowitz, et qui selon lui, assurera le meilleur ajustement entre l'espérance et la variance du rendement de son portefeuille.

Dans le cadre de tester l'efficacité des portefeuilles optimisés selon la théorie de Markowitz, on retiendra un portefeuille type, présenté ci-dessous, pour lequel on va calculer la Value-At-Risk.

Actifs	Proportions ξ_i
AFRIC INDUSTRIES SA	1%
AGMA LAHLOU-TAZI	1%
ATLANTA	1%
AXA CREDIT	1%
BALIMA	4%
DIAC SALAF	66%
DOUJA PROM ADDOHA	1%
ITISSALAT AL-MAGHRIB	1%
OULMES	1%
REBAB COMPANY	1%
SALAFIN	1%
STOKVIS NORD AFRIQUE	1%
UNIMER	1%
MA0002013508	1%
MA0002013797	1%
MA0002011114	6%
MA0002011478	11%

}

81% d'actifs risqués

}

19% d'actifs non risqués

Tableau 10: Exemple d'un portefeuille efficient de Markowitz. Source : L'auteur

IV-3- Calcul de la VAR historique :

On reprend les étapes de la VAR historique qu'on a précisées dans la partie précédente, et on les applique au portefeuille type qu'on a retenu. Certaines tâches sont répétitives, alors qu'elles peuvent être aisément automatisées en utilisant VBA. On a donc développé une fonction qui est utilisable sur la feuille d'EXCEL comme n'importe quelle autre fonction (Voir le code dans l'ANNEXE 6). Celle-ci prend quatre arguments comme paramètres, à savoir :

- Le vecteur des poids des actifs constituant le portefeuille.
- L'historique de prix de ces actifs du 21 Février 2014 jusqu'au 28 Février 2017, soit 750 données journalières.

- L'horizon temporel en jours pour lequel on souhaite calculer la VAR.
- Un seuil de confiance.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Niveau de confiance	Horizon temporel	VAR en MAD	Valeur du portefeuille en MAD	% de la valeur du portefeuille
95%	<i>1 jour</i>	19,05	21038	0,09%
99%		41,64		0,20%

Tableau 11: La VAR historique sur un horizon d'1 jour pour un portefeuille valorisé le 28/02/2017

Source : L'auteur

Sur une période de détention d'1 jour, on a obtenu une VAR= 41,64 MAD pour un seuil de confiance 99% (Seuil choisi généralement par les banques), soit 0,20% de la valeur du portefeuille.

On conclut que cette perte potentielle est relativement faible. Ceci est dû essentiellement à la diversification du portefeuille, plus précisément à la présence des Bons de Trésors, qui ne sont pas risqués contrairement aux autres actifs financiers.

Niveau de confiance	Horizon temporel	VAR en MAD	Valeur du portefeuille en MAD	% de la valeur du portefeuille
95%	<i>6mois (125 jours)</i>	223,80	21038	1,06%
99%		266,00		1,26%

Tableau 12: La VAR historique sur un horizon de 6 mois pour un portefeuille valorisé le 28/02/2017

Source : L'auteur

Sur une période de détention de 6 mois et 99% comme niveau de confiance, on a obtenu une VAR = 266,00 MAD, soit 1,26% de la valeur globale du portefeuille.

Le poids de cette perte est plus important que celle d'1 jour. Cela ne fait que confirmer que plus l'horizon temporel est long, plus la perte potentielle du portefeuille sera élevée.

Conclusion :

Bien que fortement appréciée pour sa simplicité d'application, la méthode de Markowitz ne tiendrait pas la route. En effet, cette théorie repose essentiellement sur un

facteur important qui est l'espérance de rendement des actifs. Ce facteur est basé sur des valeurs historiques puis modélisé par leur moyenne. Or, ces valeurs historiques donneront sans doute des prédictions qui ne manqueraient pas d'infailibilité.

Pour tenir compte de cette critique, nous avons décidé de calculer ce facteur en utilisant une méthode beaucoup plus fiable qui repose sur les caractéristiques financières de chaque entreprise, et l'insérer ensuite dans notre modèle. Cette méthode constituera le sujet principal du prochain chapitre.

CHAPITRE II

Analyse fondamentale des entreprises

Introduction :

Contrairement à l'approche technique qu'on a vue dans le chapitre précédent, qui consiste à composer un portefeuille en se basant uniquement sur ses comportements et ses caractéristiques, l'approche fondamentale consiste à prendre des décisions en s'appuyant essentiellement sur des outils d'analyse financière. Ces études s'effectuent non seulement au niveau des entreprises, mais aussi de l'économie dans son ensemble et des secteurs d'activités qui la composent. L'approche fondamentale opère donc ses choix d'allocation d'actifs en prenant en considération les caractéristiques individuelles des titres, notamment leur valorisation.

Deux approches de l'analyse fondamentale sont utilisées aujourd'hui : L'approche « *Top down* » et l'approche « *Bottom up* ».

L'idée derrière la stratégie « *Top down* » consiste à utiliser toutes les informations disponibles, y compris des données macroéconomiques pour prendre des décisions d'investissement. En effet, les analyses fondamentaux étudient d'abord le cycle économique de manière globale, pour pouvoir identifier le secteur d'activité le plus performant dans l'environnement économique. Ensuite, ils essayent de trouver les meilleures entreprises qui appartiennent à ce secteur d'activité, et ils y investissent.

La stratégie « *Bottom up* » que les investisseurs ont plus tendance à suivre et à laquelle on s'intéressera dans la suite, n'essaye pas de prévoir l'environnement économique, elle consiste principalement à estimer la valeur d'une entreprise et la comparer à son prix sur le marché actuel.

Une première façon d'analyser les valeurs de placement revient donc à scruter les données financières de l'entreprise en se situant par rapport à son passé, afin d'établir une prévision fiable de ses perspectives de gains à court et à moyen terme. Cette analyse peut donc être assimilée à une analyse financière du fait qu'elle se base principalement sur des aspects comptables.

Dans la pratique des affaires, trois grandes méthodes d'évaluation sont utilisées par les analystes. Il s'agit de :

- ✓ La méthode « Discounted Cash Flows » qui repose sur l'actualisation des flux de trésorerie disponibles générés par l'exploitation.
- ✓ La méthode comparative qui comme son nom l'indique se base sur une étude comparative entre l'entreprise cible et d'autres entreprises ayant les mêmes caractéristiques et ayant fait l'objet de transactions récentes. Ensuite, on lui applique les multiples de valorisation observés sur ces transactions.
- ✓ La méthode patrimoniale qui consiste à agréger l'ensemble des actifs et des dettes inscrits au bilan d'une entreprise, et à les réévaluer à leur valeur actuelle de marché.

Dans la suite, on s'intéressera uniquement à la méthode Discounted Cash Flows qui est le fruit des travaux récents de la théorie financière moderne, et qui constitue la méthode la plus utilisée par les sociétés d'investissement. On présentera l'aspect théorique dans une première partie, ensuite on illustrera nos propos par deux exemples concrets à savoir « Ciments du Maroc » et « Maroc Telecom ».

I- Valorisation par la méthode « Discounted Cash Flows » :

I-1- Concept général :

L'évaluation d'une entreprise par la méthode DCF est fondée sur un concept simple : La valeur d'une entreprise donnée est égale à la somme de tous les flux de trésorerie futurs de cette entreprise, actualisés pour refléter leur valeur aujourd'hui. La méthode DCF s'appuie donc davantage sur les attentes fondamentales de l'entreprise que sur les facteurs du marché public.

La première étape de ce processus consiste à estimer les Free Cash Flows, ou les flux de trésorerie futurs que la société va générer dans un horizon temporel déterminé préalablement pouvant aller de 3 à 10 ans, et ce en utilisant l'ensemble des états financiers disponibles de l'entreprise à savoir le bilan, le compte de résultat, le tableau de financement...

Ensuite, une fois on projette les flux de trésorerie, on les actualise au présent pour tenir compte de la valeur temporelle de l'argent. Le taux d'actualisation utilisé sera noté CMPC en référence au Coût Moyen Pondéré du Capital.

Et comme nous ne pouvons pas continuer à projeter les flux jusqu'à l'infini, le modèle DCF estime une valeur future de l'entreprise au-delà de la période de projection, appelée

valeur terminale. Selon l'horizon de projection, la valeur terminale peut représenter plus de 75% de la valeur totale de l'entreprise.

I-2- Free Cash Flows :

Les flux de trésorerie disponibles indiquent la capacité d'une entreprise à payer des dettes, à verser des dividendes, à racheter des stocks et à faciliter la croissance des activités. Ils constituent essentiellement l'excédent de trésorerie généré par la société, et peuvent être retournés aux actionnaires ou investis dans de nouvelles opportunités de croissance sans nuire aux opérations existantes.

Les Free Cash Flows servent à valoriser les actifs d'exploitation, et c'est pour cette raison qu'ils sont déterminés à partir du résultat d'exploitation net, auquel on ajoute les amortissements (Dotations nettes des reprises). Ensuite, pour compenser les produits encaissables non encore encaissés et les charges décaissables non encore décaissées, il est nécessaire de déduire la variation du besoin en fonds de roulement.

Enfin, les Free Cash Flows sont obtenus après déduction des investissements (nets des cessions). En résumé :

$$\begin{aligned}
 & \text{Résultat d'exploitation (EBIT)} \\
 & - \text{Impôts sur sociétés} \\
 & = \text{Résultat d'exploitation net (EBIAT)} \\
 & + \text{Amortissements (Dotations – Reprises)} \\
 & - \text{Variation du besoin en fonds de roulement} \\
 & - \text{Investissements (Acquisitions – Cessions)} \\
 \hline
 & = \text{Free Cash Flows}
 \end{aligned}$$

I-3- Coût Moyen Pondéré du Capital :

Dans tout processus d'évaluation, l'actualisation est nécessaire parce que la valeur temporelle de l'argent crée un écart entre les valeurs actuelles et les valeurs futures d'une somme donnée. Les investisseurs utilisent le CPMC comme un outil sur lequel ils se basent pour décider d'investir ou non. Il représente le taux de rendement minimal auquel une entreprise produit de la valeur pour ses investisseurs. Si par contre, le rendement de

l'entreprise est inférieur au CMPC, la société perd sa valeur, ce qui indique que les investisseurs devraient investir leur argent ailleurs.

Le calcul du CMPC repose sur le concept suivant : chaque entreprise dispose de deux sources principales de financement : Les dettes et les capitaux propres. Le taux se calcule en multipliant chaque source d'augmentation du capital par son poids pertinent.

$$\text{CMPC} = \frac{\text{Capitaux propres}}{\text{Capitaux propres} + \text{Dettes}} * r_c + \frac{\text{Dettes}}{\text{Capitaux propres} + \text{Dettes}} * \underbrace{r_d(1 - T)}_{\text{Coût réel de la dette}}$$

$$r_c = r_f + (\beta_e * r_m)$$

(2.1)

Avec :

r_c : Coût des capitaux propres.

r_d : Coût de la dette avant déduction d'impôts.

T : Taux d'impôts sur résultats.

r_f : Taux sans risque. Il représente un taux théorique de gain sans risque de perte financière.

β_e : Le Bêta endetté, mesure le degré de risque de l'investissement par rapport au marché global.

r_m : Prime de risque du marché des actions.

I-4- Valeur terminale :

Dans l'évaluation des activités, les flux de trésorerie ou les dividendes peuvent être prévus pour une période de temps distincte, mais la performance des préoccupations en cours devient plus difficile à estimer à mesure que les projections s'étendent plus loin dans le futur. En outre, il est difficile de déterminer le moment précis où une entreprise peut cesser ses activités.

Pour surmonter ces limites, les investisseurs supposent que les flux de trésorerie évolueront à un rythme stable pour toujours, à partir d'une certaine date dans le futur. Cela représente la valeur terminale qui est donc représentée par la somme suivante :

$$VT = \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{FCF_k}{(1+CMPC)^k} \quad (2.2)$$

Avec : FCF qui représente les Free Cash Flows et n l'horizon temporel de projection.

L'objectif est de supposer que les Free Cash Flows vont croître au-delà de n années avec un taux de croissance annuel constant, qu'on notera g. La valeur terminale devient donc :

$$VT = \frac{FCF_{n+1}}{(1+CMPC)^{n+1}} + \frac{FCF_{n+2}}{(1+CMPC)^{n+2}} + \dots = \frac{FCF_n(1+g)}{(1+CMPC)^{n+1}} + \frac{FCF_n(1+g)^2}{(1+CMPC)^{n+2}} + \dots$$

Ou encore :

$$VT = \frac{FCF_n}{(1+CMPC)^n} \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1+g}{1+CMPC}\right)^k$$

Il s'agit d'une série géométrique de raison $\frac{1+g}{1+CMPC}$, et la formule de la valeur terminale devient donc :

$$VT = \frac{FCF_n}{(1+CMPC)^n} \frac{\frac{1+g}{1+CMPC}}{1 - \frac{1+g}{1+CMPC}} = \frac{FCF_n}{(1+CMPC)^n} \frac{1+g}{CMPC - g}$$

D'où le résultat final :

$$VT = \frac{FCF_n(1+g)}{(CMPC - g)(1+CMPC)^n} \quad (2.3)$$

Finalement, la valeur de l'entreprise par la méthode DCF se résume dans la formule suivante :

$$V = \sum_{k=1}^n \frac{FCF_k}{(1+CMPC)^k} + \frac{FCF_n(1+g)}{(CMPC - g)(1+CMPC)^n} \quad (2.4)$$

I-5- Décision d'investissement :

Le but de cette méthode après avoir analysé les données fondamentales d'une entreprise est de déterminer la « valeur intrinsèque » de son titre, terme compliqué désignant ce qu'on croit être la véritable valeur d'un titre, à distinguer du prix auquel il s'échange sur le marché.

- Si la valeur intrinsèque est supérieure au cours actuel de l'action, celle-ci est donc sous évaluée, et il serait logique d'y investir.
- Si au contraire, la valeur intrinsèque est inférieure au prix affiché sur le marché, le titre est donc surévalué, et l'investisseur n'en tirera profit que dans la mesure où il le vend.

II- Analyse fondamentale de « Ciments du Maroc » :

Dans cette partie, on appliquera la méthode DCF à « Ciments du Maroc », pour laquelle on va projeter les éléments du bilan consolidé, du tableau résumant le besoin en fonds de roulement pour constituer un Business Plan prévisionnel. Les projections vont s'étendre jusqu'à 2022, soit un horizon de 6ans à compter à partir de 2016.

Les comptes consolidés à fin 2016 regroupent les comptes sociaux arrêtés au 31 décembre 2016 de Ciments du Maroc et de sa filiale la plus significative, à savoir Indusaha.

Les prévisions seront fondées sur plusieurs hypothèses dont la nature est proche de la réalité, sans oublier que les résultats réels peuvent différer de manière significative des informations présentées.

II-1- Modélisation du chiffre d'affaire de « Ciments du Maroc » :

« Ciments du Maroc » est un opérateur majeur du secteur cimentier marocain. Il est producteur du ciment, du granulats et du béton prêt à l'emploi. A fin 2016, la production du ciment a constitué la plus grande part du chiffre d'affaire consolidé de CIMAR avec un pourcentage s'élevant à 89,7 %, et seulement 3,5% pour le granulats et 6,8% pour le béton. En raison d'insuffisance de données, on ne s'intéressera qu'au volume de la production du ciment dans la modélisation du chiffre d'affaire consolidé de l'entreprise, et on se basera sur les deux relations suivantes :

$$CA_{\text{Consolidé}} = CA_{\text{Cimenterie}} * \% CA_{\text{Cimenterie/Consolidé}} \quad (2.5)$$

$$CA_{\text{Cimenterie}} = \text{Volume}_{\text{Ciment}} * \text{Prix}_{\text{unitaire}} \quad (2.6)$$

Avec :

$CA_{\text{Consolidé}}$: Le chiffre d'affaire consolidé de CIMAR en milliers de dirhams.

$\% CA_{\text{Cimenterie/Consolidé}}$: La part du chiffre d'affaire réalisé par la cimenterie dans le chiffre d'affaire global consolidé de CIMAR.

$\text{Volume}_{\text{Ciment}}$: Volume de production du ciment en KT.

$\text{Prix}_{\text{unitaire}}$: Prix de vente d'une unité de ciment.

On supposera que le volume de production du ciment augmentera de 2% annuellement à partir de 2016. Ce taux est déduit linéairement sur la base de l'historique des volumes de production pendant la période 2008-2016. Et on fera également l'hypothèse d'une variation nulle du prix unitaire pendant tout l'horizon de projection.

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessus :

Modélisation du chiffre d'affaire de Ciments du Maroc									
Activité Ciment	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Volume en KT	3350	3 500	3 828	3905	3983	4062	4144	4226	4311
Var en %	-5,1%	4,5%	9,4%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Prix moyen unitaire (Dh/t)	944	937	906	906	906	906	906	906	906
Variation prix	2,0%	-0,7%	-3,3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Variation du prix en valeur	19	-7	-31	0	0	0	0	0	0
CA Cimenterie	3162	3 280	3 468	3 538	3 608	3 680	3 754	3 829	3 906
% CA Conso	91,53%	89,70%	89,70%	89,70%	89,70%	89,70%	89,70%	89,70%	89,70%
CA Conso	3454	3 656	3 866	3 944	4 023	4 103	4 185	4 269	4 354

Hypothèses - Modélisation du CA	
Volume en KT %	2%
Variation prix	0%

Tableau 13: Détails de la modélisation du chiffre d'affaire de CIMAR. Source : L'auteur

II-2- Hypothèses de projection des états financiers de « Ciments du Maroc »:

II-2-1- Hypothèses relatives à la projection du bilan :

- On maintiendra l'actif immobilisé à 3502 MMAD, soit la valeur obtenue à fin 2016.
- La valeur des ratios de gestion prévisionnels tels que la rotation des stocks, la rotation des clients et la rotation des autres créances sera égale à celle de l'exercice 2016. Et les « Stocks en cours », « Clients et comptes rattachés » et « Autres créances et comptes de régularisation » se déduiront respectivement des formules suivantes :

$$\text{Stocks en cours} = \frac{\text{Rotation des stocks} * \text{Chiffre d'affaire}}{360} \quad (2.7)$$

$$\text{Clients et comptes rattachés} = \frac{\text{Rotation des clients} * \text{Chiffre d'affaire}}{360} \quad (2.8)$$

$$\text{Autres créances} = \frac{\text{Rotations des autres créances} * \text{Chiffre d'affaire}}{360} \quad (2.9)$$

- La projection des éléments du passif circulant du bilan, à savoir « Fournisseurs et comptes rattachés » et « Autres dettes et comptes de régularisation » se fera sur la base de leurs délais en jours, dont on maintiendra la valeur de l'exercice 2016. On utilisera les formules suivantes :

$$\text{Fournisseurs et comptes rattachés} = \frac{\text{Délai fournisseurs} * \text{Achats consommés}}{360} \quad (2.10)$$

$$\text{Autres dettes} = \frac{\text{Délai des autres dettes} * \text{Achats consommés}}{360} \quad (2.11)$$

II-2-1- Hypothèses relatives à la projection du Business Plan :

On construit le Business Plan prévisionnel en gardant constantes les variables suivantes en référence à celles de l'exercice 2016 :

- Part des achats consommés dans le chiffre d'affaire = 47%.
- Taux d'impôt sur sociétés = 26,4%
- Marge d'exploitation = 33,3%
- Part des amortissements nets dans le chiffre d'affaire = 13,90%.
- Part des investissements nets dans le chiffre d'affaire = 2,1%.
- Pay out = 75%

II-3- Présentation des résultats :

II-3-1- Bilan prévisionnel :

Bilan - CIMENTS DU MAROC									
En milliers de Dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ecarts d'acquisition	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Immobilisations incorporelles	293	289	285	285	285	285	285	285	285
Immobilisations corporelles	3 520	3 198	2 898	2 898	2 898	2 898	2 898	2 898	2 898
Immobilisations financières	1 322	1 543	280	280	280	280	280	280	280
Actifs d'impôts différés	35	37	38	38	38	38	38	38	38
Titres mis en équivalence	1	-	0	0	0	0	0	0	0
Actif Immobilisé	5 174	5 068	3 502	3 502	3 502	3 502	3 502	3 502	3 502
Stocks et en-cours	477	586	564	576	587	599	611	623	635
<i>Rotation des stocks</i>	<i>50</i>	<i>56</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Clients et comptes rattachés	665	613	622	634	647	660	673	687	701
<i>Rotation des clients</i>	<i>58</i>	<i>59</i>	<i>58</i>	<i>58</i>	<i>58</i>	<i>58</i>	<i>58</i>	<i>58</i>	<i>58</i>
Autres créances et compte de régularisation	145	364	465	475	484	494	504	514	524
<i>Rotation des créances</i>	<i>13</i>	<i>35</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>	<i>43</i>
Actif Circulant	1 288	1 563	1 652	1 685	1 718	1 753	1 788	1 824	1 860
Titres et valeurs de placement	949	1 039	1 484						
Disponibilités	72	133	100						
Disponibilités et VMP	1 021	1 172	1 584						
TOTAL ACTIF	7 483	7 803	6 738						

Hypothèses - Bilan - Actif	
Rotation des stocks (en jours)	53
Rotation des clients (en jours)	58
Rotation des créances (en jours)	43

Tableau 14: Actif du bilan prévisionnel de CIMAR. Source : L'auteur

Bilan - CIMENTS DU MAROC									
En milliers de Dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Capital	1 444	1 444	1 444	1 444	1 444	1 444	1 444	1 444	1 444
Primes d'émission de fusion et d'apport	514	115	118	118	118	118	118	118	118
Réserves consolidées	3 544	3 619	3 896	3 861	3 825	3 789	3 752	3 715	3 676
Résultat net part du groupe	802	1 078	-136	-139	-142	-145	-148	-151	-154
Capitaux Propres Part du Groupe	6 304	6 255	5 321	5 283	5 245	5 206	5 166	5 125	5 084
Intérêts minoritaires	31	35	41	0	0	0	0	0	0
Capitaux Propres	6 334	6 290	5 362	5 283	5 245	5 206	5 166	5 125	5 084
Provisions pour risques et charges	137	145	229	229	229	229	229	229	229
DETTES FINANCIERES	-	-	11	11	11	11	11	11	11
Financement Permanent	6 471	6 434	5 602	5 523	5 485	5 446	5 406	5 365	5 324
Fournisseurs et comptes rattachés	444	514	623	636	648	661	674	688	702
Délai Fournisseur	74	95	124	124	124	124	124	124	124
Autres dettes et compte de régularisation	368	664	258	263	268	274	279	285	291
Autrs délai fournisseurs	61	122	52	52	52	52	52	52	52
Passif Circulant	812	1 178	881	899	917	935	954	973	992
Trésorerie (dettes de financement à CT)	200	191	255						
TOTAL PASSIF	7 483	7 803	6 738						

Hypothèses - Bilan	
Délai Fournisseurs (en jours)	124
Autres délai fournisseurs (en jours)	52

Tableau 15: Passif du bilan prévisionnel de CIMAR. Source : L'auteur

II-3-2- Tableau du besoin en fonds de roulement :

CIMENTS DU MAROC - BFR									
En milliers de Dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1 Financement Permanent	6471	6 434	5 602	5523	5485	5446	5406	5365	5324
2 Actif Immobilisé	5174	5 068	3 502	3 502	3 502	3 502	3 502	3 502	3 502
3 = (1-2)Fonds de roulement Fonctionnel (1-2)	1297	1 366	2 099	2 021	1 983	1 944	1 904	1 863	1 822
4 Actif Circulant	1288	1 563	1 652	1 685	1 718	1 753	1 788	1 824	1 860
5 Passif Circulant	812	1 178	881	899	917	935	954	973	992
6 = (4-5)Besion de financement Global (4-5)	476	385	771	786	802	818	834	851	868
Variation BFR	77	-91	386	15	16	16	16	17	17
7 = (3-6)Trésorerie nette (Actif - Passif)	821	981	1 329	1 235	1 181	1 126	1 070	1 012	954

Tableau 16: Tableau résumant le besoin en fonds de roulement de CIMAR. Source : L'auteur

II-3-3- Business Plan prévisionnel :

BP Prévisionnel - CIMENTS DU MAROC									
En milliers de Dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Chiffre d'affaire	3 454	3 740	3 866	3 944	4 023	4 103	4 185	4 269	4 354
Variation		8,3%	3,4%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Achats Consommés	1 812	1952	1802	1838	1875	1912	1951	1990	2029
% CA	52,4%	52,2%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%
Resultat d'exploitation	1 024	1 177	1 289	1041	1062	1083	1105	1127	1150
Marge d'exploitation	29,7%	31,5%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%
Taux d'IS	24,5%	25,7%	26,4%	26,4%	26,4%	26,4%	26,4%	26,4%	26,4%
Resultat d'exploitation net	774	874	948	766	782	797	813	829	846
Amortissements nets	567	518	537	547	558	569	581	592	604
Amortissements nets / CA	16,4%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%
Cash Flows opérationnels	1 341	1 393	1 485	1 314	1 340	1 367	1 394	1 422	1 450
Variation BFR	-233	77	-91	15	16	16	16	17	17
Investissements	311	150	81	82	84	86	88	90	92
Investissements/CA	4,8%	4,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
Free Cash Flows	1 263	1 166	1 495	1 216	1 240	1 265	1 290	1 316	1 342
Marge nette	23,2%	28,8%	-3,5%	-3,5%	-3,5%	-3,5%	-3,5%	-3,5%	-3,5%
Resultats net	802	1 078	-136	-139	-142	-145	-148	-151	-154
Pay Out			75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Dividendes			-102	-104	-106	-109	-111	-113	-115

Tableau 17: Business Plan prévisionnel de CIMAR. Source : L'auteur

II-4- Valorisation de « Ciments du Maroc » :

Calcul du Taux d'Actualisation	
Composantes	Hypothèses
Taux sans risque	2,28%
Bêta	1,077
Prime de risque	5,00%
Taux Capitaux Propres	7,67%
Capitaux propres	100%
Taux dettes	6%
% IS	26,4%
Taux nette dettes	4,42%
% Dettes	0%
Taux d'actualisation	7,67%

Calcul de la valeur terminale	
Composantes	Hypothèses
FCF 2020	1 342
Croissances à l'infini	2%
Valeur terminale	24158,56
Valeur terminale actualisée	15510,43
Somme FCF Actualisés	4172

Calcul de la valeur de CIMAR	
Valeur entreprise	19820,27
Nombre de titres	14 436 004
Prix Par action	1372,98
Prix Marché au 28/02/2017	1300,00
Espérance de rendement	5,61%

Tableau 18: Valorisation de Ciments du Maroc. Source : L'auteur

II-5- Synthèse :

Après avoir appliqué la méthode DCF à l'entreprise « Ciments du Maroc », on a obtenu un prix par action = 1372,98dh. Ce modèle a donc conduit à une sous évaluation de la valeur de l'entreprise par rapport au prix affiché sur le marché qui est fixé seulement à 1300,00dh, soit une espérance de rendement ($\frac{Valeur}{Prix} - 1$) de 5,61%. Ce titre semble alors attrayant, et l'investisseur devrait penser logiquement à l'acheter.

III- Analyse fondamentale de « Maroc Telecom » :

Maroc Telecom est le premier opérateur de télécommunication marocain, et l'opérateur de référence dans d'autres pays en Afrique. Présent dans 10 pays : Maroc, Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gabon, Mali, Mauritanie, Niger, République Centrafricaine et Togo, il participe activement au développement du secteur des Télécoms et joue un rôle de premier plan dans le progrès social et économique de ces pays.

Dans cette partie, on appliquera la méthode DCF pour valoriser cette entreprise, en prenant comme taux d'actualisation et comme horizon de projection ceux utilisés dans le cas de CIMAR.

III-1- Modélisation du chiffre d'affaire de « Maroc Telecom » :

Dans le but d'obtenir des projections fiables du Business Plan, on étudiera le chiffre d'affaire par activité opérationnelle : *Téléphonie mobile* et *Data fixe* (Data fixe regroupe à la fois la téléphonie fixe et l'Internet) et par répartition géographique : *National* et *International*. On supposera que la variation du chiffre d'affaire pendant la durée de projection est la moyenne des variations enregistrées pendant la période 2014-2016, et on obtiendra ainsi au Maroc, une hausse de 85,2% en data fixe contre 14,8% à l'International, et 57,2% en téléphonie mobile contre 42,8% à l'International.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Modélisation du chiffre d'affaire de Maroc Telecom									
En milliers de dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Maroc	23 255	21033	21244	21457	21672	21890	22109	22331	22555
<i>Variation</i>			1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Fixe	8 041	8728	8829	9502	9882	10305	10773	11289	11856
<i>%fixe maroc</i>	84%	86%	85%	85,2%	85,2%	85,2%	85,2%	85,2%	85,2%
Mobile	15 214	14276	14115	16315	16968	17694	18497	19383	20356
<i>%mobile maroc</i>	68%	53%	51%	57,2%	57,2%	57,2%	57,2%	57,2%	57,2%
Eliminations et autres revenus		1971	1700	1466	1265	1091	941	811	700
<i>Variation</i>			-14%	-14%	-14%	-14%	-14%	-14%	-14%
International	8 717	14010	15326	16766	18340	20063	21948	24009	26265
<i>Variation</i>			9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
Fixe	1 498	1421	1511	1647	1713	1786	1867	1957	2055
<i>%fixe international</i>	16%	14%	15%	14,8%	14,8%	14,8%	14,8%	14,8%	14,8%
Mobile	7 219	12589	13815	12225	12714	13258	13860	14524	15253
<i>%mobile international</i>	32%	47%	49%	42,8%	42,8%	42,8%	42,8%	42,8%	42,8%
Eliminations et autres revenus	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flux intra-groupe	-2 828	-2880	-3018	-3018	-3018	-3018	-3018	-3018	-3018
Total fixe	9 539	10 149	10 340	11149	11595	12091	12640	13246	13911
<i>%Fixe</i>	30%	27%	27%	28,1%	28,1%	28,1%	28,1%	28,1%	28,1%
Total mobile	22 433	26 865	27 930	28540	29682	30952	32358	33907	35609
<i>%Mobile</i>	70%	73%	73%	71,9%	71,9%	71,9%	71,9%	71,9%	71,9%
Total CA brut	31 972	37 014	38 270	39689	41277	43044	44998	47152	49520
Total CA net	29 144	34 134	35 252	36 671	38 259	40 026	41 980	44 134	46 502

Tableau 19: Tableau résumant la modélisation du chiffre d'affaire d'IAM. Source : L'auteur

III-2- Hypothèses de projection des états financiers de

« Maroc Telecom »:

III-2-1- Hypothèses relatives à la projection du bilan :

- On maintiendra l'actif immobilisé à 46322 MMDH, en référence à sa valeur à la fin de l'exercice 2016.

➤ La valeur des ratios de gestion prévisionnels tels que la rotation des stocks et la rotation des créances (en jours) sera égale à celle de l'exercice 2016, et on appliquera les formules 2.6 et 2.9.

➤ Les actifs financiers à court terme évolueront annuellement de 24%.

III-2-2- Hypothèses relatives à la projection du Business Plan :

La prévision des éléments du Business Plan est basée sur le maintien des ratios suivants observés en 2016 :

- La variation des charges d'exploitation = 4%
- Taux d'impôt sur sociétés = 32,4%
- Marge d'exploitation = 29,7%
- Part des amortissements nets dans le chiffre d'affaire = 18,6%
- Part des investissements nets dans le chiffre d'affaire = 20,1%
- Marge nette = 18,8%
- Pay out = 84%

III-3- Présentation des résultats :

III-3-1- Bilan prévisionnel

Bilan - Maroc Telecom									
En milliers de dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Goodwill	6796	8440	8360	8360	8360	8360	8360	8360	8360
Autres immobilisations incorporelles	2958	7123	7378	7378	7378	7378	7378	7378	7378
Immobilisations corporelles	25135	29339	29981	29981	29981	29981	29981	29981	29981
Actifs financiers non courants	293	329	327	327	327	327	327	327	327
Impôts différés actifs	104	429	276	276	276	276	276	276	276
Actifs immobilisé	35286	45660	46322	46322	46322	46322	46322	46322	46322
Stocks	400	375	324	337	352	368	386	406	427
<i>Rotation des stocks</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
Créances d'exploitation et autres	8713	11192	12001	12484	13025	13626	14291	15025	15831
<i>Rotation des créances</i>	<i>108</i>	<i>118</i>	<i>123</i>	<i>123</i>	<i>123</i>	<i>123</i>	<i>123</i>	<i>123</i>	<i>123</i>
Actifs financiers à court terme	112	126	156	193	239	296	367	454	562
<i>Variation</i>			<i>24%</i>	<i>24%</i>	<i>24%</i>	<i>24%</i>	<i>24%</i>	<i>24%</i>	<i>24%</i>
Actif circulant	9225	11693	12481	13014	13616	14290	15044	15884	16820
Trésorerie et équivalents de trésorerie	1259	3082	2438						
Actifs disponibles à la vente	56	114	55						
Trésorerie actif	1315	3196	2493						
TOTAL	45826	60549	61296						

Tableau 20: Actif prévisionnel du Bilan d'IAM. Source : L'auteur

Passif - Maroc Telecom									
En milliers de dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Capital	5275	5275	5275	5275	5275	5275	5275	5275	5275
Réserves consolidés	4760	4474	4604	5677	6796	7967	9195	10486	11846
Résultats consolidés de l'exercice	5850	5595	5598	5598	5598	5598	5598	5598	5598
Capitaux propres part du groupe	15885	15344	15477	16550	17669	18840	20068	21359	22719
Intérêts minoritaires	4278	4360	3822	3822	3822	3822	3822	3822	3822
Capitaux propres	20163	19704	19299	20372	21491	22662	23890	25181	26541
Provisions non courantes	366	535	470	470	470	470	470	470	470
Dettes financières	325	6039	4666	4666	4666	4666	4666	4666	4666
Impôts différés passif	203	282	266	266	266	266	266	266	266
Financement permanent	21057	26560	24701	25774	26893	28064	29292	30583	31943
Dettes d'exploitation	17429	22827	24626	24626	24626	24626	24626	24626	24626
Passifs d'impôts exigibles	461	714	651	651	651	651	651	651	651
Provisions courantes	572	834	1208	1750	2534	3671	5317	7701	11155
Variation		45,8%	44,8%	44,8%	44,8%	44,8%	44,8%	44,8%	44,8%
Passif circulant	18462	24375	26485	27027	27811	28948	30594	32978	36432
Trésorerie	6307	9614	10110						
TOTAL	45826	60549	61296						

Tableau 21: Passif du bilan prévisionnel d'IAM. Source : L'auteur

III-3-2- Tableau du besoin en fonds de roulement :

MAROC TELECOM - BFR									
En milliers de dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1 - Financement Permanent	21057	26560	24701	25774	26893	28064	29292	30583	31943
2 - Actif Immobilisé	35286	45660	46322	46322	46322	46322	46322	46322	46322
3 = (1-2) Fonds de roulement Fonctionnel (A)	-14229	-19100	-21621	20548	19429	18258	17030	-15739	-14379
4 - Actif Circulant	9225	11693	12481	13014	13616	14290	15044	15884	16820
5 - Passif Circulant	18462	24375	26485	27027	27811	28948	30594	32978	36432
6 = (4-5) Besoin de financement Global (B)	-9237	-12682	-14004	14012	14196	14658	15550	-17094	-19612
Variation BFR		-3445	-1322	-8	-183	-462	-892	-1544	-2518
Var BFR / Var CA		12,97%	-5,35%	0,03%	0,68%	1,65%	3,05%	-5,05%	-7,88%
7 Trésorerie nette (Actif - Passif) = A-B	-4992	-6418	-7617	-6536	-5233	-3600	-1480	1355	5233

Tableau 22: Tableau résumant le besoin en fonds de roulement d'IAM. Source : L'auteur

III-3-3- Business Plan prévisionnel :

BP prévisionnel - MAROC TELECOM									
En milliers de dirhams	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Chiffre d'affaire	29 144	34 134	35 252	36 671	38 259	40 026	41 980	44 134	46 502
Charges d'exploitation	18 878	23 794	24 785	25 817	26 893	28 013	29 179	30 395	31 660
<i>Variation</i>		26%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Résultat d'exploitation	10 266	10 340	10 467	10 854	11 367	12 013	12 801	13 739	14 841
<i>Taux d'impôt du société</i>	-32,2%	29,2%	-32,4%	-32,4%	-32,4%	-32,4%	32,4%	-32,4%	32,4%
Résultat d'exploitation net	13 569	13 358	13 855	7 341	7 688	8 125	8 658	9 293	10 038
<i>Marge d'exploitation</i>	35,2%	30,3%	29,7%	29,7%	29,7%	29,7%	29,7%	29,7%	29,7%
Amortissements nets	5 759	6 804	6 548	6 812	7 107	7 435	7 798	8 198	8 638
<i>Amortissements nets / CA</i>	19,8%	19,9%	18,6%	18,6%	18,6%	18,6%	18,6%	18,6%	18,6%
Marge brute d'autofinancement	16 025	17 144	17 015	14 152	14 795	15 560	16 455	17 490	18 676
Variation BFR		-3445	-1322	-8	-183	-462	-892	-1544	-2518
Investissements		6213	7095	7381	7700	8056	8449	8883	9359
<i>Investissements/CA</i>		18,2%	20,1%	20,1%	20,1%	20,1%	20,1%	20,1%	20,1%
Free Cash Flows		7 486	8 598	6 763	6 911	7 042	7 114	7 064	6 799
Marge nette	22,8%	19,3%	18,8%	18,8%	18,8%	18,8%	18,8%	18,8%	18,8%
Résultat net	6637	6576	6626	6894	7193	7525	7892	8297	8742
<i>Pay Out</i>	91%	85%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%
Dividendes	6 066	5 592	5 595	5 821	6 074	6 354	6 664	7 006	7 382

Tableau 23: Business Plan prévisionnel d'IAM. Source : L'auteur

III-4- Valorisation de « Maroc Telecom » :

Calcul du Taux d'Actualisation	
Composantes	Hypothèses
Taux sans risque	2,28%
Bêta	1,077
Prime de risque	5,00%
Taux Capitaux Propres	7,67%
Capitaux propres	100%
Taux dettes	6%
% IS	32,4%
Taux nette dettes	4,06%
% Dettes	0%
Taux d'actualisation	7,67%

Calcul de la valeur terminale	
Composantes	Hypothèses
FCF 2020	6 799
Croissances à l'infini	2%
Valeur terminale	122409,94
Valeur terminale actualisée	78590,38
Somme FCF Actualisés	32428

Calcul de la valeur de CIMAR	
Valeur entreprise	111018,78
Nombre de titres	879 095
	340
Prix Par action	126,29
Prix Marché au 28/02/2017	145,15
Espérance de rendement	-13,00%

Tableau 24: Valorisation de Maroc Telecom. Source : L'auteur

III-5- Synthèse :

L'application de la méthode DCF à l'entreprise Maroc Telecom a conduit à une surévaluation de sa valeur par rapport au prix affiché sur le marché le 28/02/2017. En effet, en gardant les mêmes hypothèses qu'on a utilisées pour calculer le taux d'actualisation dans le cas de « Ciments du Maroc », on a obtenu un prix par action fixé à 126,29dh/Action, alors que son prix au marché s'élève à 145,15dh/Action, ce qui a donné lieu à une espérance de rendement de -13%. Il semblerait alors que l'investisseur n'en tirera avantage que s'il vend le titre.

Conclusion :

Pour conclure quant aux prévisions faites dans ce chapitre concernant la prise de décision qui importent les deux actions Ciments du Maroc et Maroc Telecom, on va utiliser dans le prochain chapitre de nouveau le modèle de Markowitz pour avoir les allocations optimales de ces deux actions dans un portefeuille, mais cette fois ci en se basant sur les espérances de rendement obtenues après valorisation des deux entreprises, soit 5,61% pour Ciments du Maroc, et -13% pour Maroc Telecom.

Enfin, on va comparer les résultats obtenus avec ceux découlant de l'application du modèle de Markowitz basé sur une espérance de rendement des actifs modélisée par la moyenne des rendements antérieurs, c'est-à-dire entièrement sur les informations liées aux prix des actifs sur le marché.

CHAPITRE III

Combinaison entre le modèle de Markowitz et l'analyse fondamentale

Introduction :

Le modèle de Markowitz est basé sur des hypothèses qui ne reflètent pas toujours la réalité des marchés financiers, ce qui le rend beaucoup moins efficace dans des situations extrêmes, et par conséquent peut ne pas garantir aux investisseurs des profits élevés ou des risques amoindris.

Dans ce chapitre, on procédera à une étude comparative entre l'application du modèle de Markowitz en supposant que toutes les hypothèses du modèle sont vérifiées ; Les rendements des actifs sont normalement distribués et l'espérance de rendement des actifs peut être donc modélisée par la moyenne des rentabilités antérieures, ainsi qu'un marché efficace, et entre l'application du modèle de Markowitz en se basant sur les espérances de rendement des actifs calculées dans le chapitre précédent.

I-Interprétation des résultats :

L'application du modèle de Markowitz se fait à l'aide du Solveur sur MS EXCEL sur un portefeuille composé uniquement des actions Maroc Telecom et des actions Ciments du Maroc. On fixe l'espérance de rendement attendue du portefeuille à 2%, et on obtient les résultats suivants :

I-1- Premier cas : Application du modèle classique de Markowitz :

On considère un historique de prix des deux actions qu'on récupère du site de la Bourse de Casablanca pour un horizon de 3 années boursières à compter à partir du 21 Février 2014. On construit alors la matrice de rendements en appliquant la formule (1.2), et la matrice de covariance des rendements en utilisant la fonction développée sous VBA (Voir le code dans l'ANNEXE 3).

Ensuite, On enchaîne les étapes détaillées dans le tableau (I.8) pour retrouver l'ensemble des paramètres du modèle de Markowitz. Les tableaux suivants résument les résultats obtenus :

Matrice de Covariance		
	CIMENTS DU MAROC	MAROC TELECOM
CIMENTS DU MAROC	0,000428149	1,57751E-05
MAROC TELECOM	1,57751E-05	8,36608E-05

Espérance de rendement des titres	
CIMENTS DU MAROC	MAROC TELECOM
0,00076	0,00056

Paramètres de Markowitz	
Espérance du portefeuille	0,02
Variance du portefeuille	7,46766E-05
Somme des proportions	1
Espérance attendue	2%

Proportions Xi	
CIMENTS DU MAROC	MAROC TELECOM
18%	82%

Tableau 25: Application du modèle classique de Markowitz. Source : L'auteur

L'application du modèle classique de Markowitz a généré une part importante estimée à 82% aux actions Maroc Telecom, tandis que la part réservée à Ciments du Maroc ne dépasse pas 18% de l'ensemble du portefeuille.

Or l'analyse financière qu'on a établie a conduit à une surévaluation de l'action Maroc Telecom. Investir donc dans cette société risquerait véritablement de générer des pertes financières importantes.

I-2- Deuxième cas : Prise en compte des valeurs des entreprises :

Maintenant, au lieu de se baser sur des rendements antérieurs pour modéliser l'espérance de rendement des deux actions, on va se servir de celles qu'on a trouvées par approche fondamentale.

L'espérance de rendement de l'action Maroc Telecom sera fixée à -13%, et celle de Ciments du Maroc à 5,61%. On retrouve les résultats suivants :

Matrice de Covariance		
	CIMENTS DU MAROC	MAROC TELECOM
CIMENTS DU MAROC	0,000428149	1,57751E-05
MAROC TELECOM	1,57751E-05	8,36608E-05

Espérance de rendement des titres	
CIMENTS DU MAROC	MAROC TELECOM
0,05610	-0,13

Paramètres de Markowitz	
Espérance du portefeuille	0,02
Variance du portefeuille	0,000224904
Somme des proportions	1
Espérance attendue	2%

Proportions Xi	
CIMENTS DU MAROC	MAROC TELECOM
70%	30%

Tableau 26: Combinaison entre le modèle de Markowitz et l'approche fondamentale. Source : L'auteur

Après avoir inséré les espérances de rendement calculées en valorisant les deux entreprises, le résultat des allocations est plus logique. Le portefeuille est constitué en grande part des actions Ciments du Maroc (70%), qui est sous évaluée et donc susceptible de générer des profits à l'investisseur, et seulement 30% des actions Maroc Telecom.

Conclusion :

Un postulat de l'investissement certain est qu'un investisseur ne devrait pas payer pour un actif plus qu'il vaut. Les deux différentes approches d'investissement (Modèle de Markowitz et analyse fondamentale) sont basées sur une compréhension fondamentalement différente de la relation entre la valeur intrinsèque et le prix.

Markowitz considère que les marchés sont efficaces, dans lesquels le prix devrait être égal à la valeur intrinsèque. Or l'analyse fondamentale suppose que les deux peuvent s'écarter. En effet, dans le cas des deux actions qui constituent notre portefeuille, les valeurs diffèrent des prix affichés sur le marché, et un investisseur rationnel sera donc amené à

investir plus dans l'action qui est sous évaluée. Or, ce résultat n'a été obtenu qu'après avoir combiné entre les deux méthodes.

L'étude comparative qu'on a menée a montré que même un petit changement dans une variable peut conduire à un résultat final totalement imprévisible. Il serait donc trop simpliste de se baser sur les hypothèses du modèle de Markowitz, et considérer qu'elles sont toutes vérifiées pour prendre des décisions d'investissement, alors qu'elles peuvent fournir des résultats qui ne sont pas optimaux en termes de rentabilité. Le fait de combiner entre les deux approches constitue alors un moyen efficace pour remédier aux conséquences des fondements improbables de Markowitz.

Conclusion générale :

Ce travail a consisté à élaborer de manière détaillée les étapes à suivre pour appliquer le modèle de Markowitz sur un portefeuille, et présenter différents outils de mesure de ses deux facteurs essentiels, à savoir le rendement et le risque.

La pierre angulaire de la théorie moderne du portefeuille est le concept de diversification, compte tenu de son rôle à réduire le risque global du portefeuille. Dans ce cadre, nous avons donc défini la méthode qui nous permet de valoriser des actifs non risqués, plus précisément des Bons de Trésors.

Le but du premier chapitre est d'appliquer le modèle de Markowitz sur un ensemble de valeurs cotées à la bourse de Casablanca pour obtenir un portefeuille optimal. En effet, le calcul de la Value-At-Risk du portefeuille a conduit à une perte relativement faible par rapport à la valeur totale du portefeuille, que ce soit sur un horizon d'un jour, ou même de six mois.

Ensuite, on a entamé l'analyse fondamentale des entreprises. Pour cela, on a opté pour la méthode la plus utilisée par les sociétés d'investissement et qui consiste à actualiser les flux futurs générés par la société pour déterminer sa valeur. L'application de cette méthode sur « Ciments du Maroc » a conduit à une sous-évaluation par rapport à son prix sur le marché, alors que le prix de « Maroc Telecom » dépassait sa vraie valeur obtenue par la même méthode.

Tout gestionnaire de portefeuille serait tenté d'investir plus dans l'action qui est sous évaluée. Or ce résultat n'a été obtenu qu'en tenant compte des espérances de rendement des actifs atteints par analyse fondamentale. Pour trouver donc des portefeuilles ayant une rentabilité importante en appliquant le modèle de Markowitz, il est nécessaire de prendre en considération les informations fondamentales des entreprises dans lesquelles on prévoit d'investir, au lieu de se baser sur des modélisations théoriques du rendement attendu.

Enfin, ce travail ne présente qu'un volet simple des techniques d'optimisation des portefeuilles. Il s'agit en effet d'un métier qui est toujours en évolution, et nécessite une maîtrise approfondie de la finance de marché, afin de prendre en compte la sensibilité de

chaque méthode par rapport à ses paramètres, et de respecter le maximum de contraintes qui interviennent dans les choix d'investissement.

BIBLIOGRAPHIE - WEBOGRAPHIE

Bibliographie :

[1] Florin Aftalion, Patrice Poncet et Roland Portrait. *La Théorie Moderne du Portefeuille*. Edition : Presses Universitaires de France. 1998

[2] Robert Cobbaut, Roland Gillet et Georges Hubner. *La gestion de portefeuille*. 2^{ème} édition de BOECK. 2015

[3] Pascal Alphonse, Gérard Desmuliers, Pascal Grandin et Michel Levasseur. *Gestion de portefeuille et marchés financiers*. Edition : Pearson France. 2013

[4] Carol Alexander. *Market Risk Analysis, Value at Risk Models*. Edition : John Wiley & Sons. 2009

[5] Branka marasovic, Tea Poklepovic et Zdravka Aljinovic. *Markowitz model with fundamental and technical analysis – Complementary methos or not*. Croatian operational Research Review. Vol 2 2011

[6] Siam Review. *Markowitz Revisited: Mean-Variance Models in Financial Portfolio Analysis*. Society for Industrial and Applied Mathematics .2001

[7] Franck Ceddaha. *Evaluation - méthode DCF*. 2007

[8] Hanene Ben Salah. *Gestion des actifs financiers : de l'approche Classique à la modélisation non paramétrique en estimation du DownSide Risk pour la constitution d'un portefeuille efficient*. Université Claude Bernard Lyon-I. 2015

[9] Franck Fabrice Ngoma. *Evaluation des actifs financiers par le MEDAF: validation empirique de la relation risque-rendement par les modèles économétriques*. UCAATT. 2009

[10] Aboudarka Mly Yousef, El Fahmi Imane et El Haddad Mohammed Yassine. *Gestion de portefeuille : le modèle de Markowitz*. Université Mohammed V

- [11] Christian Walter et Eric Brian. *Critique de la valeur fondamentale*. 2008
- [12] Pascal S.Froidevaux. *Fundamental Equity valuation : Stock Selection Based on Discounted Cash Flow*. University of Fribourg. 2004
- [13] Najlaa Boujendar. *Les exigences en fonds propres du risque de marché par les approches, standard et modèle interne VAR*. Projet de fin d'études – INSEA. 2007
- [14] Circulaire du CDVM. ANNEXE livre II. Gestion pour compte de Tiers
- [15] Note d'information : Offre publique d'achat Ciments du Maroc. 2016
- [16] Note d'information relative au programme de rachat d'actions de Maroc Telecom. 2017

Webographie :

[w1] https://www.abcbourse.com/apprendre/19_theorie_moderne_du_portefeuille

[w2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie_moderne_du_portefeuille

[w3] https://www.abcbourse.com/apprendre/8_analyse_fondamentale_qu_est_que_c_est.html

[w4] <http://www.compta-facile.com/les-discounted-cash-flows-dcf-definition-calcul-et-utilite/>

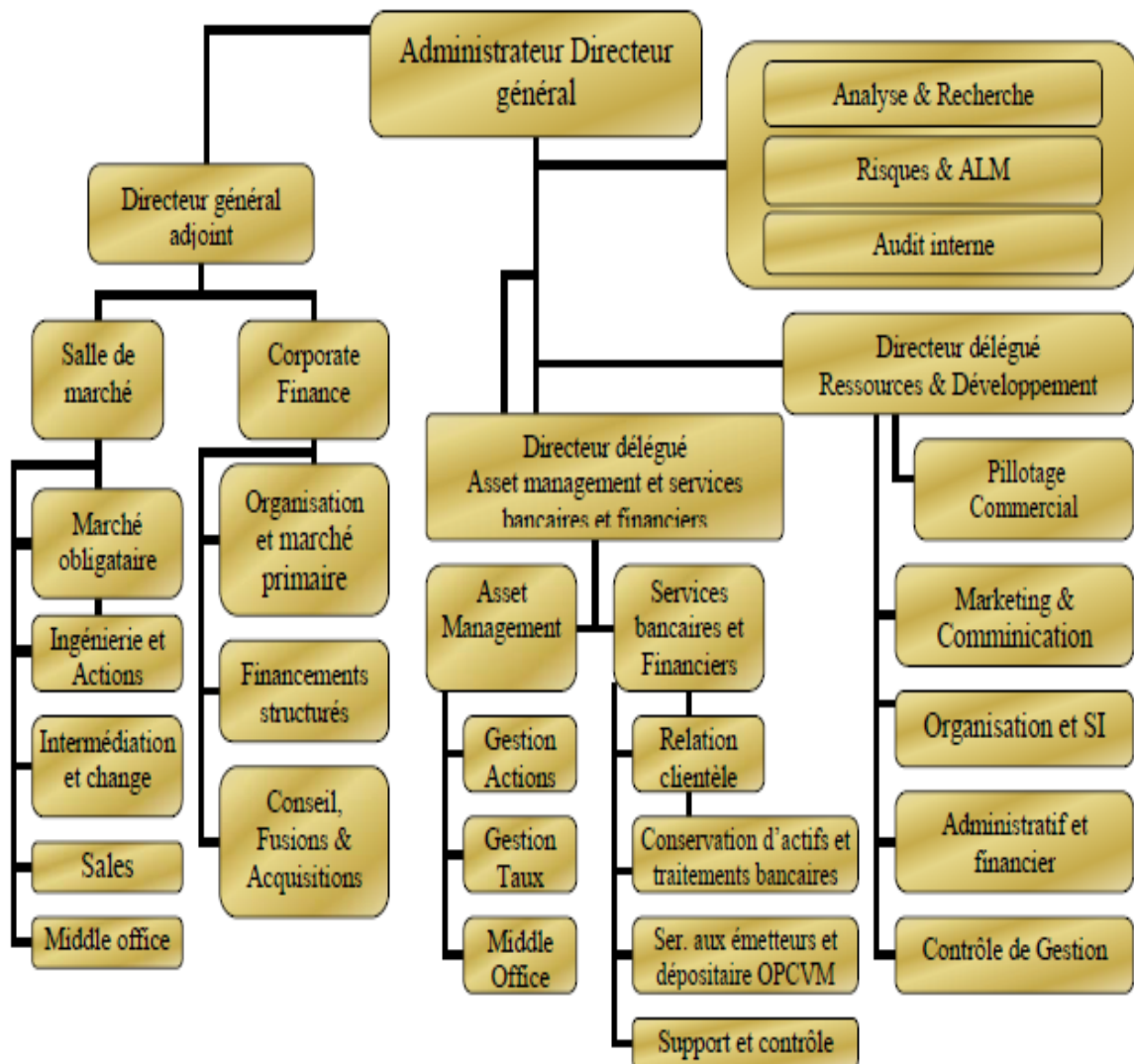
[w5] <http://www.mes-investissements.net/optimiser.html>

[w6] https://www.fimarkets.com/pages/value_at_risk.php

[w7] <http://www.lafinancepourtous.com/Decryptages/Dossiers/Epargne/Le-couple-rendement-risque>

ANNEXES

ANNEXE 1 : Organigramme de CDG CAPITAL



Source : CDG CAPITAL

ANNEXE 2 : Tableaux des flux des titres obligataires :

➤ Titre : BTN MA0002013508

Bonds_Shortname	Bonds_Name	Coupon_Date	Coupon_Amount	Capital	Flux
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-16	7605,20	0	7605,20
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-17	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-18	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-19	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-20	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-21	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-22	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-23	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-24	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-25	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-26	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-27	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-28	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-29	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-30	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-31	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-32	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-33	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-34	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-35	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-36	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-37	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-38	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-39	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-40	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-41	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-42	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-43	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-44	5700	0	5700
MA0002013508	BTN TRES 06/02/45 30Y 5,7%	06-févr-45	5700	100000	105700

➤ Titre : BTN MA0002013797

Bonds_Shortname	Bonds_Name	Coupon_Date	Coupon_Amount	Capital	Flux
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-16	4863,38	0	4863,38
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-17	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-18	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-19	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-20	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-21	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-22	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-23	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-24	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-25	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-26	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-27	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-28	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-29	4000	0	4000
MA0002013797	BTN TRES 05/08/30 15Y 4,00	05-août-30	4000	100000	104000

➤ Titre : BTN MA0002011478

Bonds_Shortname	Bonds_Name	Coupon_Date	Coupon_Amount	Capital	Flux
MA0002011478	BTN TRES 16/04/18 5Y 4.40%	16-avr-14	6606,02	0	6606,02
MA0002011478	BTN TRES 16/04/18 5Y 4.40%	16-avr-15	4400	0	4400
MA0002011478	BTN TRES 16/04/18 5Y 4.40%	16-avr-16	4400	0	4400
MA0002011478	BTN TRES 16/04/18 5Y 4.40%	16-avr-17	4400	0	4400
MA0002011478	BTN TRES 16/04/18 5Y 4.40%	16-avr-18	4400	100000	104400

ANNEXE 3 : Code VBA de la fonction qui calcule la matrice de Variance-Covariance :

```

Function VarCov(rng As Range) As Variant
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Dim colnum As Integer
    Dim matrix() As Double
    colnum = rng.Columns.Count
    ReDim matrix(colnum - 1, colnum - 1)

    For i = 1 To colnum
        For j = 1 To colnum
            matrix(i - 1, j - 1) = Application.WorksheetFunction.Covar(rng.Columns(i),
rng.Columns(j))
        Next j
    Next i

    VarCov = matrix
End Function

```

ANNEXE 4 : Code VBA de la fonction qui calcule le taux actuariel :

Function cible(avaluedate As Date, acourbetaux As Range) As Boolean

Dim numlin As Long, Plage As Long, Debut As Long

Dim i As Long

Dim j As Long

cible = False

numlin = acourbetaux.Rows.Count

Plage = 0

Debut = 0

For i = 1 To numlin

 If acourbetaux(i, 1) = avaluedate Then

 Plage = Plage + 1

 If Debut = 0 Then Debut = i

 End If

Next i

ReDim Courbecible(Plage, 2)

For j = 1 To Plage

 Courbecible(j, 1) = acourbetaux(Debut + j - 1, 2)

 Courbecible(j, 2) = acourbetaux(Debut + j - 1, 3)

Next j

cible = True

End Function

Function tauxact(valuedate As Date, maturitydate As Date, courbetaux As Range) As

Double

Dim matresid As Double

Dim nbligne As Integer

Dim i As Integer

Dim Passe As Boolean

matresid = maturitydate - valuedate

If cible(valuedate, courbetaux) = True Then

nbligne = UBound(Courbecible)

Passe = False

For i = 1 To (nbligne - 1)

 If Courbecible(i, 1) < matresid Then

 If matresid <= Courbecible(i + 1, 1) Then

 tauxact = (((matresid - Courbecible(i, 1)) * (Courbecible(i + 1, 2) -
 Courbecible(i, 2))) / (Courbecible(i + 1, 1) - Courbecible(i, 1))) + Courbecible(i, 2)

 Passe = True

 Exit For

 End If

 ElseIf Courbecible(i, 1) = matresid Then

 tauxact = Courbecible(i, 2)

 Passe = True

 Exit For

 End If

Next i

If Passe = False Then

 tauxact = Courbecible(nbligne, 2)

End If

End If

End Function

ANNEXE 5 : Code VBA de la fonction qui calcule le prix d'une obligation :

```

Function price(valuedate As Date, txact As Double, tableauflux As Range) As Double
Dim nrows As Integer
Dim coeff As Integer
coeff = 0
Dim k As Integer
nrows = tableauflux.Rows.Count

For k = 1 To nrows
    If tableauflux(k, 1) > valuedate Then
        coeff = tableauflux(k, 1) - valuedate
        price = price + (tableauflux(k, 4) / ((1 + txact) ^ (coeff / 365)))
    End If
Next k

End Function

```

ANNEXE 6 : Code VBA de la fonction qui calcule la VAR :

Function Value_at_risk1(hist_prix As Range, horizon As Integer, Quantité As Range,
Seuil As Double) As Double

Dim i As Integer

Dim j As Integer

Dim nbreligne As Long

Dim nbrecolonne As Long

Dim s As Long

Dim Tablo() As Variant

Dim Tablo2() As Variant

Dim Somme As Double

Somme = 0

Dim ValPortfolio As Double

somme2 = 0

Dim Tablo3() As Variant

Dim Tablo4() As Variant

nbreligne = hist_prix.Rows.Count

nbrecolonne = hist_prix.Columns.Count

s = nbreligne - horizon

ReDim Tablo(s, nbrecolonne)

'Calcul de la valeur du portefeuille au 28/02/2017

For i = 1 To nbrecolonne

 somme2 = somme2 + (Quantité(1, i) * hist_prix(1, i))

Next i

ValPortfolio = somme2

'Calcul des performances de chaque actif

```

For i = 1 To s
  For j = 1 To nbrecolonne

    If (hist_prix(i, j) <> 0 And hist_prix(i + horizon, j) <> 0) Then
      Tablo(i - 1, j - 1) = (hist_prix(i, j) - hist_prix(i + horizon, j)) / hist_prix(i +
horizon, j)
    Else
      Tablo(i - 1, j - 1) = 0
    End If

  Next j

```

'Calcul des performances du portefeuille

```

ReDim Tablo2(s, 1)
For i = 1 To s
  Somme = 0
  For j = 1 To nbrecolonne
    Somme = Somme + (Tablo(i - 1, j - 1) * Quantité(1, j))
  Next j
  Tablo2(i - 1, 0) = Somme
Next i

```

'Calcul des P&L du portefeuille

```

ReDim Tablo3(s, 1)
For i = 1 To s
  Tablo3(i - 1, 0) = ValPortfolio * Tablo2(i - 1, 0)

```

Next i

'Tri des P&L

Dim ValB As Double

ValB = 0

For i = 1 To s

 For j = i To s

 If Tablo3(i - 1, 0) > Tablo3(j - 1, 0) Then

 ValB = Tablo3(i - 1, 0)

 Tablo3(i - 1, 0) = Tablo3(j - 1, 0)

 Tablo3(j - 1, 0) = ValB

 End If

 Next j

Next i

'Calcul de la VAR

ValR = 0

ValS = Int(s * (1 - Seuil))

For i = 1 To s

 If (ValS = i - 1) Then

 ValR = Tablo3(i - 1, 0)

 Exit For

 End If

Next i

Value_at_risk1 = ValR

End Function

