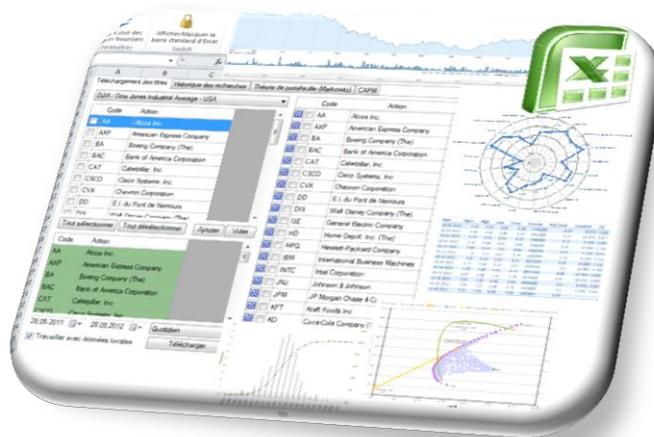


# Mise en place d'un outil de composition de portefeuilles pour des investisseurs non institutionnels



**Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du Bachelor HES**

par :

**Nicolas COURVOISIER**

Conseiller au travail de Bachelor :

**Dr Alexandre CABOUSSAT, Chargé de cours HES**

**Genève, le 1<sup>er</sup> juin 2012**

**Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)**

**Filière économie d'entreprise en emploi**

## Déclaration

Ce travail de Bachelor est réalisé dans le cadre de l'examen final de la Haute école de gestion de Genève, en vue de l'obtention du titre de Bachelor en économie d'entreprise. L'étudiant accepte, le cas échéant, la clause de confidentialité. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans le travail de Bachelor, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celle du conseiller au travail de Bachelor, du juré et de la HEG.

« J'atteste avoir réalisé seul le présent travail, sans avoir utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie. »

Fait à Montréal, le 1<sup>er</sup> mai 2012

Nicolas COURVOISIER

## Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier la Haute École de Gestion de Genève qui m'a permis de réaliser ce mémoire dans l'incontournable ville de Montréal, grâce à un programme d'échange interuniversitaire avec le Canada. Cette expérience fut grandiose et très enrichissante !

C'est la raison pour laquelle, je souhaiterais également remercier les collaborateurs du Service de Soutien à l'International de l'Université du Québec à Montréal (UQÀM) et de l'École des Sciences de la Gestion (ESG), qui ont fait preuve d'une gentillesse exemplaire et d'une disponibilité incroyable durant l'année. Un merci plus particulier à Mireille Saad, Benoit Chalifoux et Karen Sénécal-Lavigne.

J'exprime ma profonde gratitude à M. Charles K. Langford qui a été un interlocuteur de premier choix, grâce à son impressionnante expérience professionnelle et son expertise avisée. Je vous remercie également pour votre amabilité et le temps que vous m'avez consacré.

Un grand merci à mon conseiller, M. Alexandre Caboussat, qui m'a accompagné durant toute la durée de ce travail et a su m'orienter dans la bonne direction. Je sais que parfois on a été confronté à des difficultés liées à la distance qui nous sépare, notamment par l'échange de courriers électroniques conséquents, mais je pense qu'on peut dire que cette expérience fut concluante. Alors, merci aussi pour votre patience et votre disponibilité.

Merci également aux autres personnes qui m'ont assisté ou encouragé dans la réalisation de cette étude.

Pour terminer, j'adresse mes sincères remerciements à mon grand frère et à ma mère qui m'ont soutenu dans l'accomplissement de cette formation, malgré les difficultés auxquelles on a été confronté. Je vous serai éternellement reconnaissant.

# Sommaire

Depuis les événements de la crise des « subprimes » de 2007, de nombreuses critiques ont été émises par rapport à la structure et au mode de fonctionnement de l'environnement financier. À la suite de cela, les gouvernements et les organes de contrôles se sont concertés afin de définir un cadre opérationnel et instaurer de nouvelles réglementations. Les dernières recommandations du Comité de Bâle s'inscrivent justement dans cette direction. Mais alors qu'on s'entête à restructurer le système financier pour le rendre plus efficient, en y intégrant notamment des normes de contrôles et des principes s'inscrivant dans le domaine de la responsabilité sociale, certains économistes remettent également en cause les fondements conceptuels sur lesquels reposent les modèles financiers. C'est dans ce contexte particulier que s'inscrit l'étude de ce mémoire. En effet, puisque l'objectif de ce travail est la réalisation d'un outil de composition de portefeuilles pour des investisseurs non institutionnels, il est donc indispensable de se baser sur les modèles financiers qui sont à l'origine de la rapide mutation des stratégies de gestion de portefeuille. Ipso facto, les principales recherches scientifiques qui ont marqué l'évolution de la théorie financière ont été brièvement présentées, pour ensuite s'orienter sur l'exploration des techniques traditionnelles de gestion de portefeuille. Puis, un accent plus particulier a été mis sur la théorie du portefeuille de H. Markowitz et le modèle d'équilibre des actifs financiers de W. F. Sharpe, J. L. Treynor, J. Lintner et J. Mossin, puisqu'ils s'inscrivent comme étant les premières études sérieuses, liées à la finance de marché. Une approche critique et pragmatique de ces modèles a mené à l'exposition de nombreux exemples concrets, illustrés par des simulations graphiques provenant de l'outil développé dans le cadre de cet ouvrage. Bien évidemment, la problématique que pose l'élaboration d'un programme de composition de portefeuilles a nécessité une étude technique préalable. C'est la raison pour laquelle, certaines sections ont été entièrement dédiées au fonctionnement de l'outil, en décrivant spécifiquement certains aspects du cahier des charges. En conclusion, une synthèse des principaux arguments liés aux modèles financiers a été réalisée, notamment grâce à l'interaction avec un professionnel de la gestion de portefeuille. Cette dernière étape a également été consacrée à la mise en place de recommandations personnelles, quant à la validité de ces modèles et à leur intégration au sein du logiciel. Finalement, une analyse critique du programme a été menée, afin d'élaborer une liste d'améliorations à venir et définir l'orientation que prendra le logiciel à plus long terme.

# Table des matières

Déclaration.....	i
Remerciements .....	ii
Sommaire.....	iii
Table des matières.....	iv
Liste des Tableaux .....	vii
Liste des Figures.....	vii
<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Évolution de la finance à travers le temps.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Gestion de portefeuille.....</b>	<b>7</b>
1.2.1 Types d'actifs.....	7
1.2.1.1 Actions.....	8
1.2.1.2 Obligations .....	8
1.2.1.3 Produits monétaires .....	8
1.2.1.4 Actifs dérivés .....	9
1.2.1.5 Actifs alternatifs .....	10
1.2.2 <i>Efficiences des marchés</i> .....	10
1.2.3 <i>Style de gestion</i> .....	11
1.2.3.1 Gestion passive.....	12
1.2.3.2 Gestion active.....	12
1.2.4 <i>Phases du processus d'investissement</i> .....	13
1.2.4.1 Allocation stratégique .....	13
1.2.4.2 Allocation tactique .....	14
1.2.4.3 Sélection des titres .....	14
<b>2. Étude préliminaire .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Objectifs .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Méthodologie .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Choix de la plateforme .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Contraintes et fonctionnalités .....</b>	<b>20</b>
<b>3. Mise en place de l'outil.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Principes fonctionnels .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Gestion des flux d'informations .....</b>	<b>24</b>
<b>4. Notions théoriques appliquées .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Rentabilité ou rendement.....</b>	<b>28</b>
4.1.1 <i>Définitions</i> .....	29
4.1.2 <i>Mesure de la rentabilité et du rendement</i> .....	29
4.1.3 <i>Rentabilité à partir des cours historiques ajustés des dividendes</i> .....	29
4.1.4 <i>Rentabilité moyenne</i> .....	30
4.1.5 <i>Rentabilité annualisée</i> .....	31
4.1.6 <i>Autres types de rentabilité</i> .....	31
4.1.7 <i>Calcul de la rentabilité d'un titre à partir du logiciel</i> .....	31
4.1.8 <i>Estimation de la rentabilité</i> .....	34
<b>4.2 Volatilité .....</b>	<b>36</b>

4.2.1	<i>Définitions</i> .....	36
4.2.2	<i>Mesure et estimation de la volatilité</i> .....	37
4.2.3	<i>Volatilité annualisée</i> .....	37
4.2.4	<i>Autres types de volatilité</i> .....	37
4.2.5	<i>Calcul de la volatilité d'un titre à partir du logiciel</i> .....	38
<b>4.3</b>	<b>Théorie moderne du portefeuille</b> .....	<b>42</b>
4.3.1	<i>Présentation du modèle</i> .....	42
4.3.2	<i>Hypothèses</i> .....	45
4.3.3	<i>Rentabilité espérée et risque d'un portefeuille</i> .....	45
4.3.4	<i>Frontière efficiente</i> .....	54
4.3.5	<i>Choix d'un portefeuille</i> .....	61
4.3.6	<i>Droite d'équilibre du marché (DEM) ou Capital Market Line (CML)</i> .....	62
<b>4.4</b>	<b>Modèle d'équilibre des actifs financiers</b> .....	<b>73</b>
4.4.1	<i>Présentation du modèle</i> .....	74
4.4.2	<i>Hypothèses</i> .....	75
4.4.3	<i>Calcul du bêta d'un titre et de celui d'un portefeuille</i> .....	76
4.4.4	<i>Ligne d'équilibre des titres (LET) ou Security Market Line (SML)</i> ...	78
<b>4.5</b>	<b>Performance</b> .....	<b>82</b>
4.5.1	<i>Ratio de Sharpe</i> .....	83
4.5.2	<i>Ratio de Treynor</i> .....	83
4.5.3	<i>Ratio de Jensen</i> .....	84
<b>5.</b>	<b>Évaluation de l'outil et des modèles financiers</b> .....	<b>86</b>
5.1.1	<i>La gestion de portefeuille dans le milieu professionnel</i> .....	87
5.1.1.1	<i>Les principaux arguments</i> .....	87
5.1.1.2	<i>Stratégies de gestion de portefeuille</i> .....	88
5.1.2	<i>Difficultés rencontrées</i> .....	91
5.1.3	<i>Améliorations futures</i> .....	94
5.1.4	<i>Conclusion</i> .....	96
	<b>Bibliographie</b> .....	<b>101</b>
	<b>Annexe 1 Liste bibliographique partielle de Charles K. Langford</b> .....	<b>102</b>
	<b>Annexe 2 Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour l'indice suisse SMI</b> .....	<b>103</b>
	<b>Annexe 3 Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour l'indice américain DJIA</b> .....	<b>104</b>
	<b>Annexe 4 Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour l'indice canadien S&amp;P/TSX60</b> .....	<b>106</b>
	<b>Annexe 5 Table des corrélations pour les titres suisses du SMI – 04.2011/04.2012</b> .....	<b>109</b>
	<b>Annexe 6 Table des corrélations pour les titres américains du DJIA – 04.2011/04.2012</b> .....	<b>110</b>
	<b>Annexe 7 Table des corrélations pour les titres américains du DJIA par rapport au S&amp;P500 – 04.2011/04.2012</b> .....	<b>111</b>
	<b>Annexe 8 Table des corrélations pour les titres canadiens du S&amp;P/TSX60 par rapport au S&amp;P/TSX Composite – 04.2011/04.2012</b> .....	<b>112</b>

<b>Annexe 9 Table des corrélations pour une liste d'indices boursiers sur différents horizons de temps .....</b>	<b>116</b>
<b>Annexe 10 Volatilité des titres suisses du SMI – 04.2011/04.2012.....</b>	<b>117</b>
<b>Annexe 11 Volatilité des titres américains du DJIA – 04.2011/04.2012 ....</b>	<b>118</b>
<b>Annexe 12 Volatilité des titres canadiens du S&amp;P/TSX60 – 04.2011/04.2012</b>	<b>119</b>
<b>Annexe 13 Interface de l'outil de composition de portefeuilles.....</b>	<b>120</b>
<b>Annexe 14 Diagramme de Gantt – Planification du projet.....</b>	<b>125</b>
<b>Annexe 15 Composant indépendant d'interaction avec les historiques de Yahoo Finance.....</b>	<b>126</b>

## Liste des Tableaux

Tableau 1 1970 à 1980 – Phase de développement et consolidation .....	6
Tableau 2 Cours mensuels du titre Bombardier - 04.2011/04.2012 .....	32
Tableau 3 Rentabilités du titre Bombardier - 04.2011/04.2012 .....	33
Tableau 4 Volatilité du titre Bombardier – 01.04.2011/02.04.2012.....	39
Tableau 5 Scénarios prévisionnels des rentabilités espérées pour Bombardier, Loblaw et RBC, sur les douze prochains mois.....	46
Tableau 6 Récapitulatif des résultats obtenus .....	49
Tableau 7 Effet de la diversification en fonction du nombre de titres .....	51
Tableau 8 Calculs effectués sous Excel .....	53
Tableau 9 Modification de la pondération entre les actions composant le portefeuille .....	54
Tableau 10 Comparaison des résultats obtenus entre les trois titres canadiens et les trois titres suisses .....	70
Tableau 11 Table des corrélations entre ABB, Nestlé, Swatch, Bombardier, Loblaw et RBC - 04.2010/04.2011 .....	73
Tableau 12 Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour ABB, Nestlé, Swatch, Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada.....	77
Tableau 13 Améliorations futures du logiciel .....	95

## Liste des Figures

Figure 1 Processus de mise à jour d'un indice boursier.....	25
Figure 2 Processus de téléchargement des données historiques .....	26
Figure 3 Performance du titre Bombardier - 01.04.2011/02.04.2012 .....	40
Figure 4 Histogramme des rentabilités journalières du titre Bombardier - 01.04.2011/02.04.2012 .....	41
Figure 5 Distribution de la loi normale .....	41
Figure 6 Coefficient de corrélation linéaire .....	48

Figure 7 Effet de la diversification pour un portefeuille équilibré .....	51
Figure 8 Simulation de 500 portefeuilles composés des actions Bombardier et Loblaw.....	55
Figure 9 Simulation de 500 portefeuilles composés des actions Bombardier, Loblaw et RBC .....	56
Figure 10 Forme de la frontière efficiente entre deux titres.....	57
Figure 11 Frontière efficiente pour les titres ABB, Nestlé et Swatch à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011 .....	58
Figure 12 Frontière efficiente pour les titres Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011 .....	59
Figure 13 Sélection d'un portefeuille efficient en fonction des courbes d'utilités de l'investisseur.....	62
Figure 14 Droites entre l'actif sans risque et les portefeuilles efficients .....	63
Figure 15 Droites d'équilibre du marché (DEM) ou (CML) .....	64
Figure 16 Droite d'équilibre du marché pour le portefeuille mixte composé des titres Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011 .....	66
Figure 17 Droite d'équilibre du marché pour le portefeuille mixte composé des titres ABB, Nestlé et Swatch à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011 .....	69
Figure 18 Droite d'équilibre du marché pour le portefeuille mixte composé des titres ABB, Nestlé, Swatch, Bombardier, Loblaw et RBC - 04.2010/04.2011 .....	72
Figure 19 Portefeuille de marché selon le modèle de Markowitz .....	78
Figure 20 Portefeuille de marché selon le MEDAF et ligne d'équilibre des titres (LET) ou security market line (SML) .....	80
Figure 21 Ligne d'équilibre des titres pour le portefeuille composé des titres Bombardier, Loblaw et RBC - 04.2010/04.2011 .....	81

# 1. Introduction

La gestion de portefeuille se démarque comme étant l'une des activités suscitant le plus d'intérêt, parmi l'ensemble des domaines qui caractérisent les sciences économiques et financières. Pourquoi génère-t-elle un tel engouement ? Peut-être que celui-ci est alimenté par le désir de comprendre et d'analyser le fonctionnement d'un système évoluant dans un environnement décrit comme incertain et que l'on peut considérer comme difficilement déchiffrable. Bien évidemment, les esprits analytiques argueront que leur attrait pour cette science qui paraît souvent énigmatique pour le commun des mortels est uniquement attisé par leur curiosité prédominante, et un besoin personnel de l'appréhender et de la démystifier. Mais réellement, ne s'agit-il pas pour beaucoup d'entre nous, un simple péché de cupidité, car il faut tout de même avouer qu'on parle d'argent avant tout ! Des montants astronomiques se transigent chaque jour sur les marchés financiers, menant à la création d'énormes fortunes et malheureusement, à l'appauvrissement d'autres investisseurs souvent désœuvrés par leurs manques d'expérience et de connaissances du domaine.

De nos jours, nous pouvons tous compter au minimum un proche, ami, voisin ou connaissance plus ou moins éloignée, qui s'est déjà essayé à la négociation de titres sur les marchés financiers, ou s'y est en tout cas intéressé. Il est vrai qu'on a tous entendu des histoires vantant les prodigieuses ascensions de ces traders qui menaient le grand train de vie et qu'on appelait les Golden Boys. Cette dimension caricaturale de la finance a mené tant de personnes à rêver d'en suivre les pas.

Suite à l'intérêt croissant du grand public pour ce monde auparavant réservé aux initiés, on y a vu émerger le business fleurissant des banques de courtage à escompte, qui permettent à des investisseurs ne possédant que peu de capitaux, de pouvoir se mesurer aux grands noms de la finance en y passant des ordres de très petite taille et à frais réduits. En contrepartie, les services de conseils à la clientèle sur les placements financiers qui sont normalement offerts par les banques traditionnelles, ne sont pas proposés par ce genre d'institutions. Elles fonctionnent sur le même principe que dans l'industrie, par des économies d'échelles, c'est-à-dire qu'un gros volume de petites transactions suffisent à la génération de profits conséquents et permettent de rester compétitif, alors que d'ordinaire, ces opérations n'étaient réservées que pour de gros montants sur lesquels on prélevait d'importantes commissions. La réduction des frais grâce à un service réduit reste le maître mot des firmes de courtage à escompte.

De la sorte, on vous offre l'opportunité de prendre directement les commandes de la machine et d'être mêlé à la bataille qui sévit quotidiennement sur les parquets des Bourses du monde, mais qui ont été pour la plupart informatisées.

On arrive donc ainsi à la création d'un nouveau besoin pour ces micro-investisseurs, soit l'abonnement à des outils de flux financiers en direct, la connexion à des systèmes d'informations qui mettent à disposition les états financiers et les principales informations concernant les compagnies, la diffusion de l'actualité économique et financière et même la publication d'analyses fondamentales et techniques effectuées par des professionnels. Avec la démocratisation d'Internet depuis le début du siècle, la plupart de ces services sont rendus accessibles via quelques clics de souris. On peut conséquemment dire que les frais de connexion au réseau sont devenus un mal indispensable pour « tout trader en herbe ». Mais, il faut tout de même prendre garde à la qualité de l'information qui parcourt la toile.

En reformulant les propos d'un de mes professeurs en gestion de portefeuille à l'Université du Québec à Montréal, lors de mon échange interuniversitaire, il s'avérerait selon lui, que la forte quantité d'informations disponibles sur les principaux sites financiers, ne soit pas toujours pertinente pour la prise d'une décision correcte d'investissement. Bien souvent, il s'agirait de données dont on ne connaît ni la méthode d'évaluation ni de calcul, et parfois même, leur utilité resterait superficielle. On retrouve aussi sur certains sites, des informations concernant les prévisions de rendements des titres, les anticipations sur la valeur des dividendes et cela sur plusieurs années à l'avance. Comment sont-ils calculés ? En principe, ils le sont par des méthodes de prévision et d'actualisation de cash-flows. Le risque étant que des personnes non avisées prennent une décision fondée sur ces seuls indicateurs, qui peuvent sembler pertinents au premier abord. En quelque sorte, on peut dire qu'il est relativement aisé de se noyer dans la masse de données qui est mise à notre disposition. D'où le besoin d'être attentif quant à l'interprétation de ces dernières et de veiller à bien définir ce que l'on recherche, avant de les sélectionner et de les utiliser dans nos analyses.

Il faudrait également prendre du recul face aux publications d'analyses techniques et fondamentales disponibles sur la toile. En effet, même si ces dernières émanent de l'expertise de professionnels, il en va de soi, qu'il reste la possibilité que les conclusions ne soient pas totalement impartiales. Il arrive de temps à autre que l'analyste ou la société qui publie les recommandations, se soit laissé influencer intentionnellement ou involontairement par une partie externe ou un groupe de

pression, ce qui vient compromettre l'intégrité de l'analyse. Il est déjà advenu que des conseillers de renom promeuvent des recommandations inverses à ce qu'ils prévoyaient afin de s'enrichir personnellement, sachant qu'ils exerçaient une grande influence sur le public qui s'empresserait de suivre leurs propositions.

Le gérant d'un portefeuille, qu'il soit un professionnel qui manage les fonds de sa clientèle ou un investisseur occasionnel qui place ses propres capitaux, aura toujours besoin de toute une panoplie d'outils qui s'avère être la plupart du temps onéreux. Par exemple, les deux plateformes de flux financiers les plus répandues, Reuters et Bloomberg, nécessitent l'acquisition d'une licence qui coûte plusieurs milliers de dollars par mois. A cela s'ajoute, l'achat d'outils d'analyse et de prise de décision qui engendrent des frais supplémentaires importants et qui dépassent largement les compétences des investisseurs non-initiés. Quant aux institutions, elles auront tendance à acheter des solutions prêtes à l'emploi, qu'elles adapteront à grands frais et selon leurs besoins, grâce à des équipes de développeurs.

D'où la problématique de ce mémoire qui consiste en la mise en place d'un outil de composition de portefeuilles d'actions qui soit adapté à un public d'investisseurs non institutionnels. L'étude de l'allocation d'actifs est indissociable au domaine de la gestion de portefeuille. C'est la raison pour laquelle une attention particulière sera portée sur l'analyse de l'activité de gestion de portefeuille et de l'analyse de son risque, avant de se focaliser sur la question de la composition de portefeuilles d'actions grâce à l'élaboration d'un outil.

Comme on le verra plus loin dans cette étude, la solution informatisée proposée se basera principalement sur les premières théories financières que l'on considère comme étant les fondements de la finance moderne et qui prirent naissance dans les années 50.

Ce travail décrira brièvement les choix liés à l'aspect technique, comme les outils et langages utilisés pour le développement, ainsi qu'une description des principaux obstacles et difficultés rencontrés tout au long du codage. Dans la suite de cet ouvrage, la présentation du code sera volontairement omise (plus de 3000 lignes) car cela ne s'avère pas être le but de ce mémoire et nuirait à sa bonne lecture. Donc, l'orientation prise aura pour vocation un aspect purement financier, avec la présentation des principaux concepts de la finance de base, de la gestion de portefeuille et de son risque. La partie finale permettra de découvrir la méthodologie de travail en institution, grâce à la participation d'un professionnel de la finance possédant une longue et riche expérience de plus de 40 ans sur le continent Nord-Américain. De

plus, un guide des améliorations à venir sera proposé en toute fin de mémoire, afin de faire part de la dynamique que pourrait suivre le programme, avec le temps.

Il faut toutefois ajouter que ce logiciel a permis d'illustrer de façon pratique, la plupart des concepts théoriques étudiés, au moyen de l'analyse de données réelles provenant des marchés financiers. Ainsi, les textes ont été largement agrémentés par la présentation de nombreux exemples, en plus des graphiques et des tableaux d'accompagnements.

Puisque ce travail a été effectué en grande partie dans la populaire et merveilleuse ville de Montréal, au Canada, il semblait logique et plutôt intéressant de mettre en lumière chaque idée, en prenant des situations concrètes du marché Nord-Américain et de parfois les comparer avec le contexte de la Bourse Suisse. Bien entendu, vu la souplesse du programme à fournir des historiques boursiers provenant de marchés localisés aux quatre coins du monde, un effort a été effectué pour permettre la comparaison de données appartenant à d'autres places financières d'importance majeure.

## **1.1 Évolution de la finance à travers le temps**

Historiquement, on considère souvent que les premiers travaux en finance émanent du mathématicien Louis Bachelier avec sa thèse, *Théorie de la Spéculation* (1900), dans laquelle, il adapte « le mouvement brownien » à la finance des marchés et émet la supposition que la rentabilité des actions suit une loi normale. Cette découverte mènera quelques années plus tard, au développement de plusieurs modèles d'évaluation de la valeur d'actifs, notamment le très célèbre modèle de Black & Scholes qui permet de déterminer le prix d'une option.

On peut également citer l'ouvrage de l'économiste Alfred Cowles avec *Can Stock Market Forecasters Forecast ?* (1933) comme étant l'une des premières contributions au monde de la finance. Dans ce document, il se pencha sur la problématique de l'évaluation de la performance des portefeuilles d'investissement et de l'apport des gestionnaires, grâce à la gestion active, en s'appuyant sur des méthodes statistiques.

Toutefois, il est courant de prétendre que la théorie financière s'est réellement développée dans les années 50, notamment grâce aux travaux d'Harry Markowitz avec *Portfolio Selection* (1952) qui instaura le critère « Moyenne-Variance ». À cette époque, alors que Markowitz effectuait sa thèse de doctorat au département des sciences économiques, à l'Université de Chicago, il s'inspira de deux livres de mathématiques pour contredire la vision communément admise par les praticiens et les

théoriciens, faisant suite à la publication de J. Williams (1938), qui établissait que « la diversification permettait d'annuler le risque si le risque de chaque titre entrant dans la composition est rémunéré à sa juste valeur »<sup>1</sup>. Comme on le verra plus tard, Markowitz pensait au contraire que « la diversification réduit les risques, elle ne les élimine généralement pas ».<sup>2</sup>

Suite à ces travaux, la finance moderne prit son envol pour ne pas cesser de se développer. Notamment au début des années 60, les recherches menées par Sharpe (1964), Lintner (1965) et Mossin (1966) conduiront à la mise en place du modèle d'équilibre des actifs financiers « MEDAF », communément décrit dans la littérature anglophone par l'acronyme « CAPM » pour « Capital Asset Pricing Model ». Ce modèle tente d'expliquer la relation existante entre le rendement et le risque dans des conditions de marché parfait.

Un peu plus tard, on notera également le développement du modèle d'évaluation par arbitrage attribuable aux travaux de Ross (1976). Il s'agit d'un modèle concurrent au CAPM qui prend en compte un certain nombre de facteurs économiques qui par leurs variations permettraient d'expliquer les rendements des actifs financiers.

L'ensemble des modèles mentionné précédemment mis à part le modèle d'équilibre par arbitrage de Ross, repose sur un concept d'équilibre et d'efficience des marchés financiers. Toutefois, il existe conjointement à ces derniers des théories qui introduisent le concept d'arbitrage, tel est le cas des travaux de Modigliani et Miller concernant la structure de financement, en 1958 et 1963, ainsi que ceux de 1961, sur la politique de dividendes. Ces théories font parties du domaine de la finance d'entreprise et se basent également sur la notion de perfection des marchés, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de taxe ou de frais de transactions et que l'information est librement et uniformément disponible, mais en y ajoutant une nouvelle dimension fondée sur le concept d'arbitrage. Selon eux, il n'existerait pas de structure de financement ou de politique de dividendes optimale, et leurs idées se calqueraient également sur les théories des asymétries de l'information.

---

<sup>1</sup> WILLIAMS, J. *The Theory of Investment Value*. Harvard University Press, 1938 [cité dans WILLIAMS, Benjamin. *Introduction à la finance quantitative*. Paris : Vuibert, 2010. p. 5]

<sup>2</sup> RUBINSTEIN, M. *Markowitz's "Portfolio Selection" : A Fifty Year Retrospective*, *Journal of Finance*, 2002, p. 1041-1045 [cité dans WILLIAMS, Benjamin. *Introduction à la finance quantitative*. Paris : Vuibert, 2010. p. 5]

De manière à résumer brièvement l'évolution de la finance au cours des années 70 et 80, le tableau suivant énumère les principales études réalisées :

**Tableau 1**  
**1970 à 1980 – Phase de développement et consolidation**

CONCEPT D'EQUILIBRE	CONCEPT D'ARBITRAGE
<b>Fama (1970) :</b> développement structuré du concept d'efficience	<b>Black et Scholes (1973) :</b> modèle d'évaluation des options (sur actions)
<b>Merton (1970) :</b> choix optimal de consommation et d'investissement en temps continu	<b>Merton (1973) :</b> généralisation et développement du modèle d'évaluation des options
<b>Merton (1973) :</b> modèle d'évaluation des actifs financiers en temps continu	<b>Ross (1976) :</b> modèle d'évaluation par arbitrage ou APT
<b>Lucas (1978) / Breeden (1979) :</b> développement et extension du modèle d'évaluation des actifs financiers (en temps discret pour le premier, en rapport avec la consommation pour le second)	<b>Cox, Ross et Rubinstein (1979) :</b> modèle « simplifié » d'évaluation des options
<b>Cox, Ingersoll et Ross (1985) :</b> modèle d'équilibre général	<b>Harrison et Kreps (1979) :</b> généralisation de l'application du principe d'évaluation par arbitrage

Source : TUCHSCHMID (2009, p. 3)

Depuis les années 90, un nombre incalculable de recherches a été mené. On peut tout de même préciser qu'elles ont eu principalement comme domaines d'applications l'efficience des marchés et le test des anomalies boursières (momentum, renversements de tendance, transactions d'initiés, etc.) ainsi que les modèles de valorisation des produits dérivés et l'introduction de la finance comportementale. Cette dernière a pour but d'expliquer l'effet qu'induit le comportement des acteurs du marché, face à des situations qu'on peut analyser à l'aide des sciences de la psychologie.

Finalement, il faut noter que la crise des « subprimes » de 2007-2008 a largement contribué à la remise en question des fondements de la finance moderne. Certains produits étaient établis sur des modèles bien souvent trop compliqués et non éprouvés, ce qui a déclenché l'effondrement d'une partie du système. C'est bien la raison pour laquelle, une réforme s'est constituée afin de réglementer le fonctionnement de certains des acteurs de l'environnement financier. Notamment, grâce à l'introduction des recommandations du Comité de Bâle dirigé par la BIS « Banque for International Settlements », soit en français la BRI « Banque des Règlements Internationaux ». En plus des tentatives d'uniformisation de la réglementation via les rencontres du Comité

de Bâle, de nombreux pays ont ordonné à leur Banque nationale de prendre immédiatement de nouvelles dispositions afin d'améliorer la gestion du risque.

À savoir de ce qu'il adviendra de la finance et de ses modèles théoriques, cela reste encore une question en suspens !

## **1.2 Gestion de portefeuille**

Cette section présente brièvement les principaux concepts fondamentaux liés à la gestion de portefeuille. Il s'agit d'une introduction plutôt théorique, qui dépeint quelques éléments clés de la finance moderne des marchés, afin de se faire une rapide idée de l'environnement qui caractérise plus spécifiquement le domaine de la gestion de portefeuille.

### **1.2.1 Types d'actifs**

La gestion de portefeuille est une discipline qui consiste à mettre en œuvre des stratégies d'achats et de ventes de titres financiers, de manière à générer une augmentation de la richesse engagée dans le processus d'investissement. Bien souvent, il est commun de penser que le rôle du gestionnaire de portefeuille s'arrête à la gestion d'un portefeuille d'actions. Cependant, on ne devrait pas omettre l'importance des différents produits financiers qui se distinguent des actions et qui sont trop souvent méconnus. La classification qui suit donne une idée de la variété de produits financiers existants, que le gestionnaire de portefeuille devrait normalement maîtriser (actions, obligations, produits monétaires, actifs dérivés, actifs alternatifs, etc.).

Il faut toutefois préciser que cette classification montre l'importance du choix de départ quant à l'allocation des fonds entre les différents types de produits financiers. En effet, une action ne se gère pas de la même manière qu'un produit dérivé ou une obligation. De nombreux critères et clauses mènent à une forte divergence des méthodes d'évaluation et de quantification des prix et du niveau de risque. Pour ce dernier, on l'exprime fréquemment en terme de volatilité et on peut le mesurer de plusieurs façons dans le monde des actions (écart-type, bêta, variance, etc.), alors que pour les obligations, on recherche plutôt à mesurer le risque lié à la duration qui est un concept basé sur la durée de vie moyenne actualisée des flux monétaires.

Par contre, il est important de relever que l'outil qui est mis en place dans le cadre de ce travail, permet de composer un portefeuille d'actions uniquement, avec la possibilité d'y inclure un actif sans risque qui est le plus souvent caractérisé par les bons du

trésor américain. Il faut toutefois faire attention à bien distinguer l'allocation entre les différentes catégories d'actifs et l'allocation entre les actifs d'une même et unique catégorie et qui consiste en la sélection de titres au sein de cette catégorie. L'outil développé pour ce mémoire est fondé sur la deuxième définition, c'est-à-dire qu'il a pour objectif d'aider l'investisseur à allouer correctement ses fonds au sein de la catégorie d'actifs que représentent les actions.

### **1.2.1.1 Actions**

Les actions sont le type d'actifs le plus connu par le grand public, notamment grâce à la grande quantité d'informations qui circule à leurs sujets, que ce soit à la télévision, dans les journaux ou sur Internet. C'est la raison pour laquelle, on ne s'attardera pas sur leur fonctionnement.

*« Une action est un titre de propriété représentant une part de société. Elle donne droit au versement d'un dividende dont le montant est fonction du bénéfice réalisé par la société. Ce montant est donc susceptible d'évoluer d'une année à l'autre. Les actions constituent la classe d'actifs la plus risquée, mais, en contrepartie, elles assurent, sur le long terme, une rentabilité supérieure aux autres types d'actifs. »<sup>3</sup>*

### **1.2.1.2 Obligations**

Comme pour les actions, les obligations sont une catégorie d'actifs relativement bien connue qui ne nécessite pas de plus amples explications.

*« Les obligations sont des titres qui représentent un emprunt. Elles peuvent être émises par une entreprise ou par un État. Ces titres donnent lieu au versement régulier de coupons, qui constituent les intérêts de l'emprunt, puis au remboursement du titre à l'échéance. Les flux sont donc connus. Les obligations constituent un placement moins risqué que les actions, mais aussi moins rémunérateur sur le long terme. »<sup>4</sup>*

### **1.2.1.3 Produits monétaires**

Les produits monétaires sont considérés comme la classe d'actif la moins risquée et entrent principalement dans des stratégies de placement et d'emprunt de liquidités sur un horizon à court terme. Ils ne génèrent que très peu de rendement et le risque bien que faible, dépend du produit dans lequel les fonds sont investis. On peut notamment citer les bons du Trésor, les acceptations bancaires, les papiers commerciaux, les certificats de dépôt, etc.

---

<sup>3</sup> AMENC, Noël, LE SOURD, Véronique. Théorie du Portefeuille et Analyse de sa Performance. Paris : Economica, 2003, p. 12

<sup>4</sup> *ibid.*, p.12

On utilise aussi les produits monétaires pour se mettre temporairement à l'abri lors de périodes de fortes volatilités sur les marchés boursiers. Ces produits permettent de connaître d'avance le niveau de rentabilité moyen et la durée du placement.

Les produits de trésorerie seront intégrés aux modèles présentés dans la suite de ce texte.

#### **1.2.1.4 Actifs dérivés**

La classe des actifs dérivés est composée des produits n'entrant pas dans les trois premières classes d'actifs traditionnels. Ils se caractérisent par la dépendance de leur prix à l'égard de l'actif sous-jacent qu'ils endossent. On y recense notamment les options, les futures, les forwards et les swaps. Il existe de nombreux autres produits qui entrent dans cette catégorie.

Les options offrent la possibilité d'acheter (call) ou de vendre (put) un actif sous-jacent à un prix d'exercice déterminé d'avance. On recense une grande variété d'options avec notamment, les options européennes, les options américaines, les options asiatiques, ou celles dites exotiques, etc. Les plus utilisées sont les options américaines qui s'exercent jusqu'à la date d'échéance et les options européennes qui sont levées uniquement à maturité. Il existe une large gamme de produits qui peut tenir le rôle d'actif sous-jacent, on peut citer avant tout les actions, les obligations, les indices boursiers, les devises, les futures, les taux d'intérêts, les matières premières, les fonds et de manière plus générale d'autres produits dérivés. L'émetteur d'une option d'achat ou de vente a l'obligation d'honorer le contrat contrairement à l'acheteur qui n'y est pas astreint. L'émetteur d'une option reçoit en contrepartie le montant de la prime.

On utilise beaucoup les options dans le cadre de stratégies de couvertures de portefeuilles ou en finance multinationale pour se prémunir contre une variation des taux de changes dans le cadre de négociations internationales. Il existe de nombreuses autres raisons à détenir un tel produit.

Les contrats à termes se décomposent en deux catégories : les futures qui sont transigés sur les marchés organisés et les forwards qui se négocient hors Bourse. Les contrats à terme sont conclus entre deux parties et ils engagent le vendeur à céder à l'acheteur, une quantité d'actifs sous-jacents, à une date et un prix fixés d'avance. Il faut noter que les contrats forwards sont personnalisés en fonction des besoins des deux parties, alors que les futures sont des contrats standardisés, ce qui les rend plus liquides.

Les swaps prennent de nombreuses formes, mais le plus souvent, ils se concrétisent par l'échange d'un taux d'intérêt fixe contre un taux d'intérêt variable (plain vanilla swap). Ils ont été créés dans le but d'échanger des flux financiers entre deux contreparties. Il est fréquent de conclure un swap d'intérêt afin de profiter des conditions favorables d'emprunt de la partie adverse, tout en lui faisant bénéficier de notre propre avantage comparatif pour le type de flux opposé qu'elle souhaite obtenir.

Les produits dérivés permettent globalement de se protéger contre le risque ou de générer un effet de levier important. On peut donc les transiger dans le cadre de stratégies de couverture autant que pour des stratégies spéculatives.

#### **1.2.1.5 Actifs alternatifs**

On regroupe dans cette classe d'actifs des produits très variés tels que les célèbres « Hedge Funds » et aussi les « commodities », les « managed futures » et les fonds « alternatifs traditionnels ». <sup>5</sup>

Les Hedge Funds sont des produits qui ont connu un grand succès ces dix dernières années, car ils offrent bien souvent des rendements supérieurs aux actifs traditionnels, par rapport à leur degré de risque. Ils permettent également d'obtenir un effet de diversification lorsqu'ils sont couplés à des portefeuilles d'actifs traditionnels, puisque leur corrélation avec ces derniers est relativement faible. Cependant, ils ne seront pas pris en compte dans le cadre des modèles de composition de portefeuilles développés dans la suite du texte, car il faudrait adapter ces concepts de manière significative et cela dépasserait largement les objectifs de ce mémoire.

#### **1.2.2 Efficience des marchés**

Il est essentiel de comprendre la théorie de l'efficience des marchés avant de poursuivre la lecture de ce travail de recherche. En effet, l'efficience des marchés est une hypothèse souvent levée dans la construction de modèles financiers. Elle introduit souvent le concept d'équilibre des marchés, sur lequel repose la théorie du portefeuille de H. Markowitz et le modèle d'équilibre des actifs financiers de W. Sharpe repris par la suite par J. Lintner et J. Mossin<sup>6</sup>. La présentation de la théorie de l'efficience des marchés fait l'ouvrage d'un nombre important d'articles et de livres. Dans cette section,

---

<sup>5</sup> AMENC, Noël, LE SOURD, Véronique., *op. cit.*, p.14

<sup>6</sup> Pour ces modèles, on parle même de marché parfait, ce qui implique des hypothèses plus restrictives que l'efficience des marchés, comme par exemple l'inexistence de frais de transactions ou d'imposition, la gratuité de l'information, etc.

il s'agit d'expliquer succinctement en quoi consiste cette théorie qui a été décrite par Fama dans les années 70.

Ce modèle stipule qu'un marché est efficient si les prix des titres reflètent rapidement l'ensemble de l'information disponible. C'est la raison pour laquelle, on parle souvent de modèle d'équilibre puisqu'il explique comment le prix des titres évolue vers leur valeur d'équilibre. Il faut savoir qu'il y a deux types d'efficacités, l'efficacité opérationnelle et l'efficacité allocationnelle.

L'efficacité opérationnelle se caractérise par un marché où les frais de transactions sont faibles et où ces dernières sont exécutées rapidement à la suite des ordres donnés par les investisseurs. L'efficacité opérationnelle s'explique relativement bien, en évoquant la facilité avec laquelle il est possible de négocier les actions de certaines grandes compagnies (Google, Microsoft, Wall-Mart, Boeing, Coca-Cola, etc.). On peut acheter et vendre ces titres rapidement, à des prix proches de la valeur marchande immédiate et sur de gros volumes.

L'efficacité allocationnelle est plus en lien avec la définition de Fama puisqu'on la décrit comme étant la manière dont les cours boursiers répondent aux informations nouvellement émises et disponibles publiquement. On la subdivise en trois degrés différents d'équilibre :

- La forme faible énonce que les cours des actions reflètent l'information contenue dans les prix et volumes passés.
- La forme semi-forte édicte que les cours des actions tiennent compte uniquement de l'information publique.
- La forme forte dit que les cours des actifs contiennent l'ensemble des informations publiques et privées.

L'efficacité des marchés continue à faire l'objet de nombreuses analyses empiriques. Des résultats fortement variables ont été obtenus, mais en général, ils ont confirmés la justesse de la forme faible et de l'incompatibilité de la forme forte. Pour la forme semi-forte, les opinions sont plus divergentes. Toutefois, il semblerait que les dernières études auraient la tendance à valider la forme semi-forte.<sup>7</sup>

### 1.2.3 Style de gestion

Le style de gestion décrit la stratégie que suit le gestionnaire de portefeuille dans la façon de composer et gérer son portefeuille. Il existe la gestion passive qui se base sur

---

<sup>7</sup> MORISSETTE, Denis. *Valeurs mobilières et gestion de portefeuille*. Trois-Rivières : Université du Québec, Les Éditions SMG, 2011. p. 552-581

le principe qu'il n'est pas possible de battre le marché, alors que la gestion active réfute cette thèse, puisqu'il s'agit au contraire de mettre en place des stratégies qui permettraient d'obtenir un rendement supérieur au marché.

### **1.2.3.1 Gestion passive**

En gestion passive, on n'essaye pas d'anticiper l'évolution du marché car on compose un portefeuille qui réplique son cheminement. On ne cherche pas à le battre puisqu'on estime qu'il est efficient et donc, que les cours des actions reflètent immédiatement l'information disponible.

On verra que ce style de gestion est issu du modèle d'équilibre des actifs qui consiste en l'uniformisation des prévisions concernant les actifs, ce qui mène à l'élaboration et à la sélection d'un portefeuille de marché unique, pour l'ensemble des investisseurs.

De ce fait, on développe un portefeuille calqué sur la composition des indices boursiers. D'où l'émergence des fonds indiciels qui ont des coûts plus faibles et des FNB (fonds négociés en Bourse), qui peuvent également répliquer des indices boursiers. On cherche ainsi à obtenir un portefeuille parfaitement diversifié, ce qui est l'objet de l'étude de H. Markowitz, qui sera exposée dans la suite de ce document. À cela s'ajoute les indices boursiers qui au niveau de leur composition restent relativement stables au cours du temps, ce qui permet d'éviter la restructuration fréquente du portefeuille ainsi que l'augmentation des frais de gestion liés aux transactions.

### **1.2.3.2 Gestion active**

En utilisant une stratégie de gestion active, on recherche à surperformer le marché. C'est-à-dire qu'on établit des techniques de gestion de portefeuille qui sont censées permettre l'obtention d'une performance supérieure à un indice de référence. La gestion active part du principe que l'efficience des marchés n'est pas parfaite et que l'information met un certain temps avant d'être reflétée dans le prix des actions. Ainsi, on essaye de bénéficier des inefficiences temporaires du marché.

Contrairement à la gestion passive, on explore le marché dans le but de trouver des titres surévalués ou sous-évalués pour en tirer profit, que ce soit en prenant une position longue (achat) ou une position courte par la mise en place d'une vente à découvert. On notera que ce type de gestion engendre des portefeuilles composés d'un nombre de titres relativement restreint, puisque l'évaluation de chaque titre est coûteuse en termes de temps.

Il faut également relever que la gestion active se pratique également à un échelon supérieur, lorsqu'il s'agit de déterminer la proportion de chaque classe d'actif que l'on souhaite détenir dans notre portefeuille.

Finalement, les fonds dits « gérés de manière traditionnelle » sont considérés comme faisant partie de la gestion active, car bien souvent, leurs gérants effectuent des analyses au niveau des titres individuels. Il s'agit de la classe de fond la plus répandue sur le marché.

#### **1.2.4 Phases du processus d'investissement**

On compte principalement deux méthodologies d'investissement, l'approche bottom up et celle top down. L'approche bottom up consiste en la sélection de titres individuels efficaces comparativement à la performance moyenne obtenue par les titres appartenant à la même classe ou au même secteur d'activité. Ainsi, on peut déterminer si le gestionnaire a dégagé un rendement supérieur par rapport aux groupements d'actifs, selon les critères de classification déterminés d'avance. Il s'agit de la méthodologie la plus ancienne et traditionnelle. Quant à l'approche top down, elle se subdivise en trois phases qui démarrent avec la sélection d'un groupe d'actifs selon des critères (localisations, types, secteurs, etc.), pour terminer avec la désignation des titres individuels à inclure dans le portefeuille.

##### **1.2.4.1 Allocation stratégique**

L'allocation stratégique est le processus de détermination de l'importance relative que prendront les différentes classes d'actifs (obligations, actions locales ou étrangères, alternatifs, etc.) dans le portefeuille de l'investisseur, sur un horizon à long terme et selon des critères spécifiques, déterminés à l'avance. Cette décision est capitale puisqu'elle exerce une forte incidence sur la performance du portefeuille.

Dans cette étape, l'investisseur doit mettre en place toute une série de simulations lui permettant de trouver la répartition la plus adéquate, selon son aversion au risque, son objectif d'investissement, et d'autres critères qu'il peut se fixer ou qu'il doit respecter. Toutefois, même s'il s'agit d'un investissement sur un horizon à long terme, il est nécessaire que périodiquement (typiquement chaque année), il redéfinisse la composition entre les types d'actifs.

Il existe de nombreuses manières de déterminer l'allocation stratégique d'un portefeuille, mais selon une règle empirique, on devrait investir dans les actions une part égale à 100% diminuée de notre âge. Par exemple, pour un jeune investisseur de

25 ans, cette règle lui suggérerait de mettre 75% des fonds à investir dans des actions. Cette règle corrobore avec l'idée qu'en vieillissant, on devient plus averse au risque, ce qui demande une adaptation du montant à placer dans les actions.

Bien entendu, il ne s'agit pas d'une règle absolue, car il y a bien d'autres critères à prendre en considération.

#### **1.2.4.2 Allocation tactique**

L'allocation tactique s'explique par la décision de faire varier la part attribuée à chaque catégorie d'actifs, mais cette fois sur une base continue. L'objectif étant de pouvoir profiter des opportunités à court terme, tout en restant proche de l'allocation établie au départ. À ce niveau, l'investisseur peut ajuster le portefeuille initial de manière temporaire et dans les limites des écarts admis. Par exemple, lorsque les marchés boursiers sont dans une phase de progression, il pourrait diminuer la proportion d'obligations pour augmenter celle des actions, ou inversement si les Bourses affichent des perspectives déclinantes.

Pour cela, l'investisseur se fie aux prévisions concernant le rapport risque-rendement des classes d'actifs en fonction des fluctuations à un moment donné dans le temps, mais ne modifie pas le profil d'allocation stratégique lié au portefeuille. Il procède ainsi, dans le but d'améliorer la performance globale du portefeuille par rapport à une simple stratégie conservatrice, fixée sur l'allocation de départ.

#### **1.2.4.3 Sélection des titres**

Lors de cette phase, l'investisseur cherche à sélectionner des titres optimaux appartenant à chacune des classes d'actifs et à déterminer la part des fonds qui leurs seront attribuées. Pour cela, il effectue des analyses dites fondamentales et techniques afin de dénicher les titres qu'il estime être intéressants. C'est la raison pour laquelle, cette phase est la plus consommatrice de temps. Ce processus est valide uniquement s'il effectue de la gestion active.

Par conséquent, si l'investisseur gère son portefeuille selon une stratégie passive, il sélectionnera plutôt différents types de fonds communs de placement (indicielles d'actions ou d'obligations, monétaires, des fonds négociés en Bourse, etc.).

Cette étape permet à l'investisseur de composer un portefeuille efficient, qui offre une rentabilité espérée maximale ou un risque minimal, pour un niveau de rentabilité espérée ou de risque déterminé. D'où l'intérêt de connaître des modèles permettant la

composition de portefeuilles efficients, tel que celui de Markowitz qui fait l'objet d'un chapitre complet au sein de ce texte.

## 2. Étude préliminaire

Dans le cadre de la problématique de mise en place d'un outil de composition de portefeuilles d'actions pour des investisseurs non institutionnels, à travers l'étude de la gestion de portefeuille et de l'analyse de son risque, un examen préliminaire concernant l'aspect technique a été réalisé. De plus, une recherche documentaire approfondie a été menée afin d'assimiler les notions théoriques financières et informatiques.

Mais avant de les présenter succinctement, passons tout d'abord en revue les principales raisons et objectifs qui ont amené à l'étude de ce sujet et à son adaptation pratique.

### 2.1 Objectifs

Pour reprendre l'idée principale de l'introduction de ce mémoire, l'objectif premier du développement d'un logiciel de composition de portefeuilles d'actions et d'analyse de leurs risques, émane du besoin croissant qu'ont les investisseurs pour ce genre d'outil. Les solutions existantes sur le marché des programmes informatiques sont le plus souvent inabordables et d'une complexité telle qu'elles restent réservées à une utilisation professionnelle et plus particulièrement destinées à un public institutionnel.

On s'aperçoit rapidement qu'il n'existe que très peu d'outils adaptés aux investisseurs occasionnels ou non-initiés et que la plupart du temps, ils restent payants. L'objectif à court terme et dans le cadre de ce travail, est de mettre à disposition du grand public une alternative simple, basée sur les fondements de la théorie du portefeuille, qui puisse aider un investisseur à composer un portefeuille optimal et bien diversifié, sachant qu'une décision d'investissement ne dépendra pas uniquement de ce critère. À plus long terme, le but serait de pouvoir continuer à contribuer à l'amélioration de l'outil, en le menant vers une orientation qui inclurait l'ensemble des activités de la gestion de portefeuille. Naturellement, de nouvelles connaissances devront être acquises grâce au prolongement du parcours universitaire et au démarrage d'une carrière professionnelle dans le domaine.

A cela s'ajoute l'observation relevée dans l'introduction concernant les banques d'escompte : on remarque la recrudescence des investisseurs occasionnels avec l'émergence de ce type d'institutions. En conséquence, cela introduit une nouvelle catégorie d'acteurs à l'environnement financier et nécessite un degré d'adaptation au

niveau des outils disponibles. On ne peut vraiment pas considérer une plateforme professionnelle comme étant adaptée à ce nouveau type de consommateurs.

L'outil développé dans le cadre de cet ouvrage permettrait également à des professeurs, d'illustrer à l'aide de données réelles venant des marchés boursiers, les principaux concepts de la théorie financière. On constate que ces théorèmes sont souvent expliqués dans les cours de finance de marché et dans la littérature, sans que des données concrètes soient mises en relief. Cette observation émane du fait que si l'on considère par exemple la théorie du portefeuille de Markowitz, cela nécessite la manipulation d'une quantité très importante d'informations et c'est la raison pour laquelle, on a tendance à l'enseigner sans prendre le soin de l'évaluer avec des données historiques réelles, même s'il faut relever qu'il est aussi possible de se baser sur des probabilités subjectives. Cette dernière méthode reste compliquée à mettre en œuvre, car elle est destinée à des prévisionnistes capables de simuler des scénarios quant à l'évolution des marchés financiers. Bien entendu, cet outil offrirait également un support puissant aux étudiants qui ont souvent besoin d'obtenir des informations sur la performance des actions et leur volatilité, dans le cadre d'autres travaux de recherches. D'une manière générale, l'outil conviendrait bien aux investisseurs occasionnels, mais il pourrait également fournir une aide importante à des gestionnaires plus avisés. On pense notamment à ceux qui auraient choisi des titres selon des critères bien précis et qui souhaiteraient connaître la meilleure pondération, pour obtenir un portefeuille optimal. En résumé, on peut dire que le programme se destinerait à un large éventail d'investisseurs et éventuellement à des personnes évoluant dans le domaine de la recherche.

Pour terminer, il y a lieu de relever l'enrichissement personnel que procure une telle étude. Au regard de la grande quantité de sources d'informations qu'il est nécessaire de consulter au cours d'un tel projet, il en ressort forcément une plus-value individuelle non négligeable et qui sans nul doute, amène une expertise critique concentrée sur un sujet qui est généralement survolé, plutôt que maîtrisé, dans le cadre de la phase d'apprentissage universitaire.

## **2.2 Méthodologie**

Le premier stade de l'étude préliminaire fut de définir un pseudo cahier des charges<sup>8</sup> qui présentait les principaux objectifs de cette recherche et les fonctionnalités que l'outil devrait fournir. L'ensemble des étapes servant à la planification du projet a été décrit dans ce document : par exemple, la mise en place d'un diagramme de Gantt<sup>9</sup>, de manière à prévoir la transition entre les phases, l'énumération des contraintes anticipées avec lesquelles il faudrait s'accommoder, la récolte des idées sous la forme d'un brainstorming et la représentation graphique de l'outil à l'aide d'esquisses.

Une fois le processus de description terminé, à l'aide de l'information disponible concernant la technicité du projet et en ayant pris connaissance des différents théorèmes financiers existants, l'évaluation d'une solution optimale entre divers choix a été menée. Ensuite, le projet démarra et régulièrement une appréciation critique en fonction de l'avancement des phases fut établie afin d'amener de nouveaux perfectionnements. Le projet a été conduit en suivant le cycle d'amélioration continue.

Il faut toutefois noter que l'aspect concernant la gestion de projet fut volontairement survolé, tout comme on l'avait mentionné dans l'introduction à propos de la programmation. Pour rappel, on avait décidé de se concentrer principalement sur la perspective financière, tout en démontrant la capacité de compréhension des notions théoriques, par leur application dans un cas pratique. En revanche, lorsque cela s'avèrera nécessaire, certaines notions de gestion de projets et de programmation feront l'objet d'une brève description ou d'un renvoi aux annexes.

## **2.3 Choix de la plateforme**

Suite à l'analyse et l'évaluation des critères du cahier des charges, une solution informatique a été développée. Cette dernière fonctionne grâce à l'installation conjointe du composant informatique élaboré dans le cadre du projet et celui du logiciel Microsoft

---

<sup>8</sup> L'utilisation du mot pseudo est volontaire dans cette situation. Dans le monde professionnel, il est d'usage d'écrire un cahier des charges qui respecte un certain niveau de formalisme afin d'être présenté à la Direction ou au supérieur hiérarchique. De ma propre expérience professionnelle au sein d'un service de gestion de projets pour une banque privée, ce processus d'analyse préliminaire est un grand consommateur de temps. C'est pourquoi, dans le cadre du mémoire, cette étape a été menée sans formalisme, en notant brièvement les principales idées sur un cahier de notes. Il s'agit de la raison pour laquelle, les mots « pseudo cahier des charges » sont employés.

<sup>9</sup> Se référer aux annexes.

Excel 2010. Ce composant a été programmé en Microsoft Visual Basic.Net et a été inséré dans un modèle de feuille de calcul.

Voici les raisons qui ont motivé ces choix :

1. Même s'il est vrai que le langage Visual Basic for Application (VBA) est très puissant, il reste bien moins complet que son grand frère le Visual Basic.Net (VB.Net) qui est un véritable langage-objet et qui permet de développer une application en débutant de zéro. Il offre donc de nombreuses fonctionnalités autorisant la communication avec le système d'exploitation hôte que VBA ne possède pas.
2. Le VB.Net se code essentiellement sur l'interface Microsoft Visual Studio (2010) qui met à disposition un environnement complet de programmation et qui possède de nombreuses fonctionnalités facilitant la rédaction du code. La fonction « Intellisense » est bien plus efficace que dans la fenêtre de programmation « Microsoft Visual Basic Editor » disponible dans les logiciels de la gamme Microsoft Office. C'est-à-dire que « Intellisense » est une fonction qui facilite la rédaction du code, puisqu'au fur et à mesure de la saisie utilisateur, elle vous propose les termes qui peuvent venir compléter le texte préalablement saisi. Elle offre une aide indispensable et procure un gain de temps non négligeable.
3. Un autre point important vient du fait que Visual Studio Tools for Office (VSTO) se caractérise comme étant un complément pour les programmeurs VB.Net et C# et amène une évolution du langage VBA. L'avenir de VSTO semble bien plus prometteur que celui de VBA, car on ne connaît pas vraiment ce qu'il va prochainement advenir de ce dernier. En termes de stratégies de mise à jour du code, il vaut donc mieux s'orienter sur VSTO.
4. Le choix de développer un composant pour Excel au lieu de débiter en ne partant de rien vient de la problématique de gestion du temps et de celle de la complexité du travail supplémentaire. Ne vaut-il pas mieux bénéficier des bibliothèques et des fonctions d'Excel au lieu de les reprogrammer ? Par cette stratégie une économie de temps importante est opérée et on profite ainsi de l'expertise des développements de Microsoft.
5. L'idée d'employer un logiciel de mathématiques du type de Matlab ou Maple a été une alternative envisagée, mais le principal obstacle s'avérait être la problématique du temps. N'ayant aucune connaissance relative à ces plateformes, il aurait été nécessaire de procéder à une longue et pénible formation. D'où le

choix de se baser sur un langage qui me semblait déjà plus commun au vu de mon expérience.

6. La fonction « solveur » d'Excel amène un outil relativement puissant et facile d'utilisation. Il est vrai qu'il ne s'agit pas du meilleur outil d'optimisation sur le marché, mais il reste convenable pour l'utilisation qu'il en sera fait dans le cadre du développement de l'outil. On évitera ainsi de devoir acquérir une licence supplémentaire ou de se lancer dans un développement qui demanderait les compétences d'un spécialiste. Le dernier point qui a motivé l'utilisation du solveur d'Excel est son opérabilité avec le langage VBA. Normalement, tout objet contrôlable par le code VBA est disponible en VB.Net car Microsoft a adapté et amélioré les bibliothèques disponibles. Toutefois, comme on le verra plus tard dans la section des obstacles rencontrés, cet argument ne s'est pas avéré correct, car le solveur VBA n'a pas été développé par Microsoft et donc, aucune opérabilité VB.Net ne fut intégrée.
7. L'argument de la réutilisation du code VB.Net fut un élément décisionnel. En développant un composant VSTO, il sera possible de réutiliser la totalité du code pour des projets ultérieurs. Il faut noter qu'il est déjà prévu d'adapter la fonction de téléchargement des données Yahoo Finance en un composant indépendant et disponible dans un panneau latéral d'Excel. Il m'a déjà été demandé à plusieurs reprises, de rendre ce composant disponible pour d'autres utilisations hors de ce projet.<sup>10</sup>

## **2.4 Contraintes et fonctionnalités**

Pour répondre à la problématique et mettre en place un outil solide, une liste de fonctionnalités à fournir et de contraintes à respecter fut établie, avant de démarrer l'aspect développement du programme. En voici les principaux thèmes :

1. Au vu de la multitude de théorèmes existants et applicables à la finance de marché, il a été décidé de se baser sur un nombre limité d'entre eux. Le choix s'est donc porté sur la théorie moderne du portefeuille de Markowitz et le modèle d'équilibre des actifs financiers (CAPM) de Sharpe, Lintner et Mossin qui ont été à la base de la rapide évolution de la finance des marchés. De plus, ces modèles cadrent parfaitement avec l'objectif de développement d'un outil d'allocation d'actifs dans le cadre de la gestion de portefeuille. D'autres fonctions financières

---

<sup>10</sup> Se référer aux annexes.

ont également été étudiées comme par exemple celles liées aux ratios de performance et aux méthodes de calcul du risque.

2. La seconde contrainte concernait le modèle d'acquisition et de gestion des données. Il a été décidé que l'importation et le traitement des données historiques devaient être gérés entièrement par le programme, puisqu'aucun accès à des logiciels de flux financier ne serait disponible pendant la durée du projet qui s'effectuera à l'étranger. Après l'étude de plusieurs variantes, le choix s'est porté sur la connexion automatique du programme par le réseau Internet, à la richesse des informations historiques fournies par le site de Yahoo Finance.<sup>11</sup> Ce choix a l'avantage de permettre la mise à jour en direct des données que le logiciel traite, via une connexion à Internet. L'idée de base était d'obtenir les données par l'intermédiaire d'une personne possédant un accès à l'un des principaux outils de flux financiers, soit Bloomberg ou Reuters. Finalement, cette idée a été éliminée. Par la réalisation d'un composant d'acquisition de données téléchargées à partir du site Internet de Yahoo Finance, on évite de dépendre de la disponibilité d'un quelconque intermédiaire. De plus, le risque de manipulation de données historiques qui n'atteindraient pas la date courante serait définitivement écarté.
3. L'interface doit être la plus simple possible, ce qui amènerait obligatoirement à une certaine opacité pour l'utilisateur au niveau de la lisibilité des calculs. Ce qui peut paraître contraignant au premier abord est au contraire un avantage, puisqu'on lui évite de devoir analyser les références entre les cellules au sein des feuilles de calculs d'Excel et l'empêche d'effacer ou modifier des données nécessaires au bon fonctionnement de l'outil. Un grand nombre de programmes fonctionnant dans Excel est rendu difficile à l'utilisation, car bien souvent, les créateurs travaillent directement dans les cellules en y insérant de nombreuses formules et renvois entre les onglets. Ils ont tendance à ne pas s'interroger quant à la complexité de la structure de ces documents qui devient fréquemment incompréhensible, pour l'utilisateur final. D'où l'idée de développer un composant qui prend la forme d'un logiciel indépendant, même s'il fonctionne dans Excel, avec lequel on effectue les tâches en limitant les actions de l'utilisateur. Ainsi, on lui évite toutes mauvaises manœuvres, en veillant à lui laisser la possibilité d'exporter les données, afin qu'il puisse les transformer à sa guise ou les utiliser dans un contexte différent. Le principal objectif étant la communication programme-utilisateurs grâce à la

---

<sup>11</sup> <http://finance.yahoo.com/>

création de fenêtres et d'onglets s'intégrant parfaitement à l'application de calculs hôte. Cela amène également au logiciel, un aspect plus professionnel.

4. Le programme doit permettre occasionnellement, la mise à jour de la composition des indices boursiers proposés au sein de l'interface. En effet, même si les indices boursiers les plus connus restent relativement stables à travers le temps, en termes de compositions, cela n'est pas le cas pour des indices qui englobent un large panel de titres. Si l'on prend l'indice Dow-Jones qui représente les 30 plus grandes capitalisations du marché américain, on peut le considérer comme relativement constant. Cependant, on relèvera que le seul titre présent depuis la création de cet indice est celui de General Electric. Donc, ce point demeure essentiel, car si l'on prend en considération l'ensemble des indices dans le monde, on constate un certain dynamisme entre les entreprises qui tombent en faillite et celles qui croissent tellement rapidement, qu'elles viennent remplacer d'autres acteurs référencés sur les principaux indices. Il existe d'autres critères qui ne sont pas exclusivement basés sur la taille de la capitalisation de l'entreprise, pour déterminer si un titre doit entrer dans la composition d'un indice. Par exemple, il existe des indices fondés sur la liquidité, le nombre de titres, le secteur, etc.
5. Ce dernier point ne concerne pas directement l'outil, mais il s'agit d'un critère important d'organisation. Ce critère est tout simplement la gestion du temps. Le développement d'outils professionnels est très souvent l'œuvre d'une équipe et rarement celle d'un développeur isolé. Certains développements se déroulent sur des mois voire des années en y occupant des ressources à plein temps. Donc, il s'agit dans cette situation de s'organiser de manière à pouvoir dégager quelques dizaines d'heures par semaine, en dehors des périodes de congés où l'occupation peut y être entièrement consacrée. Cette gestion doit permettre de prendre des décisions quant à l'utilité concernant l'intégration ou pas d'un artifice supplémentaire dans le programme. De plus, il était essentiel de garder en mémoire qu'en dehors du logiciel, il faudrait consacrer du temps à la rédaction. Le développement de l'outil était censé s'étaler sur une période de 18 semaines. Mais malgré cette planification, la programmation du logiciel a largement dépassé les délais qui y étaient fixés.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Se référer aux annexes.

### **3. Mise en place de l'outil**

Ce chapitre est uniquement composé de deux sections, car il s'agit d'expliquer brièvement le fonctionnement de l'outil et l'interaction entre les éléments qui le composent.

#### **3.1 Principes fonctionnels**

Tout d'abord, il faut relever que le programme a été conçu de manière à favoriser la simulation de portefeuilles en se basant principalement sur des données de cours historiques, provenant d'une large gamme d'actions internationales. De plus, la liste des indices boursiers et des titres disponibles est totalement personnalisable via la manipulation d'un fichier de configuration au format « xml » situé à la racine du dossier d'installation.

Le programme autorise néanmoins l'utilisateur qui souhaite se fonder sur des probabilités subjectives, à entrer manuellement les paramètres des opérations avec lesquels il voudrait effectuer des simulations. Même s'il s'agit d'une adaptation de dernier recours, cette fonctionnalité reste relativement souple, mais elle nécessite une intervention plus intensive de l'utilisateur. En effet, l'utilisateur doit détenir des connaissances légèrement plus poussées concernant le fonctionnement du programme, afin de savoir où et comment intégrer ces paramètres personnalisés, en évitant ainsi l'obtention de résultats inappropriés. Il s'avère capital d'insister sur l'importance de la validité et de la qualité des données que devra fournir l'utilisateur s'il procède à une simulation à partir de probabilités subjectives.

Pour finir, étant donné que la théorie du portefeuille et le modèle d'équilibre des actifs financiers émettent l'hypothèse que l'évaluation est faite sur une période, celle-ci n'étant pas définie plus strictement, le programme établira l'ensemble des calculs sur l'horizon temps déterminé lors de la sélection des titres. C'est-à-dire que si on lui demande de calculer les données de rentabilités et volatilités historiques, pour une liste de titres, le programme effectuera la simulation complète, à partir de l'horizon temps qui a été transmis dès le départ. Ainsi, si on l'interroge pour une période de 3 mois, la simulation prendra pour base de calculs les rentabilités et risques sur 3 mois. On obtient donc une prévision qui correspond exactement à l'horizon temps effectif observé dans le passé. Nonobstant, si cette fonctionnalité ne correspond pas aux attentes de l'utilisateur, il aura la possibilité d'effectuer les modifications nécessaires, selon ses souhaits, à l'aide de la fonction de personnalisation. Par exemple, si l'on considérait que le couple rentabilité-risque d'un titre sur une période de 5 ans

correspondrait à l'estimation faite par l'investisseur pour la prochaine période d'un an, il aurait le choix entre trois approches. Il pourrait tout d'abord laisser le programme calculer les valeurs exactes du couple rentabilité-risque à partir de l'historique sur la période de 5 ans, ce qui en toute logique l'amènerait à obtenir des résultats relativement élevés, mais fidèles à l'espace-temps choisi. La seconde possibilité serait de reprendre les valeurs moyennes annualisées que le programme calcule automatiquement, en les ressaisissant en mode personnalisé, ce qui lui permettrait d'obtenir une simulation avec des résultats annualisés. Finalement, la dernière possibilité offerte est simplement d'introduire la meilleure estimation des valeurs pour la période choisie, qui s'avère dans cette situation être d'une année.

Le couplage de ces fonctionnalités offre une grande souplesse dans l'application des modèles financiers étudiés, d'autant plus que le logiciel ne limite pas le nombre de titres à évaluer. Seul le temps de traitement des opérations effectuées par le logiciel peut être allongé en fonction du nombre de titres inclus dans la simulation (environ 10 minutes pour les 60 titres du S&P/TSX60).

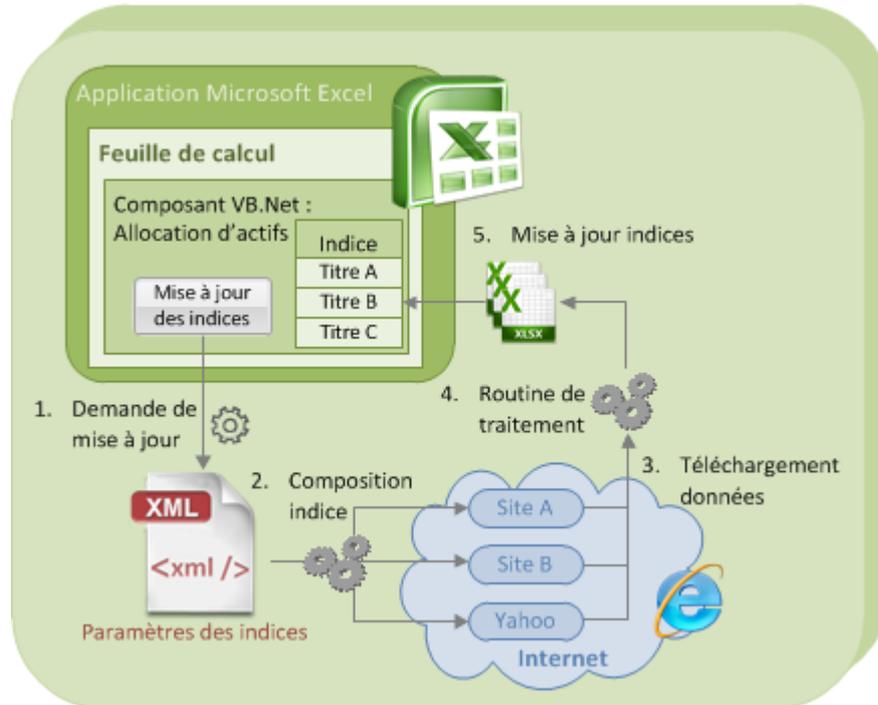
### **3.2 Gestion des flux d'informations**

Sans entrer dans les détails du fonctionnement du programme, les deux illustrations suivantes exposent un aperçu du mode d'interaction entre les différents composants s'intégrant au processus de traitement de l'information.

Le premier graphique décrit la manière dont la composition des indices boursiers est mise à jour, par l'intermédiaire d'une connexion à Internet.

**Figure 1**

**Processus de mise à jour d'un indice boursier**



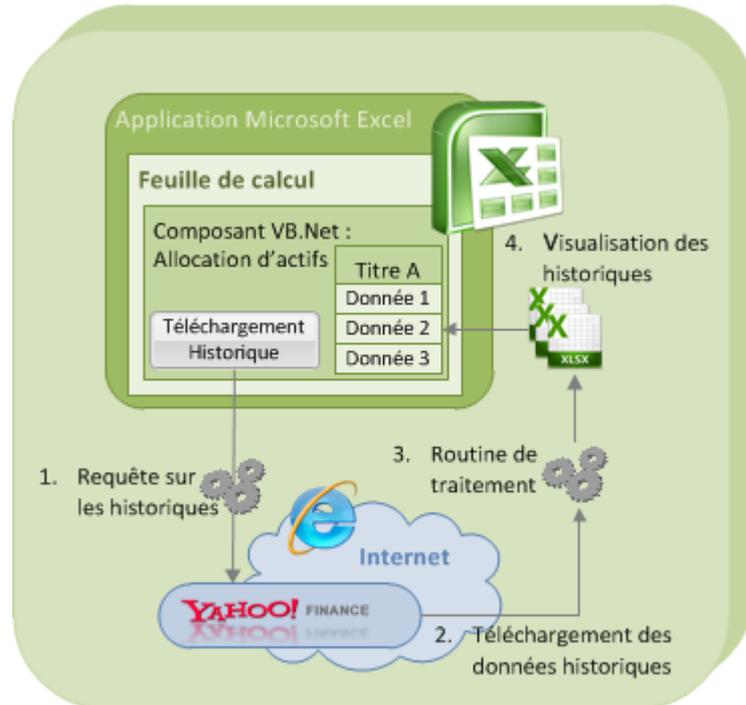
Source : COURVOISIER (2012)

1. L'utilisateur initialise la mise à jour des indices par l'intermédiaire d'un clic sur le bouton correspondant, situé sur le ruban d'Excel.
2. S'ensuit la lecture du fichier de configuration qui est au format « xml » et qui permet de retrouver l'adresse Internet correspondant à chaque indice. Cette adresse est personnalisable afin de pouvoir bénéficier de la diversité des offres d'indices boursiers disponibles à travers Internet. Par défaut, le programme s'oriente sur le site de Yahoo Finance.
3. Les données sont récupérées depuis la page Internet correspondante.
4. La routine transforme et formate les données. Ensuite, elle les enregistre sur le disque dur sous la forme de tableaux dans une feuille de calculs Excel (.xlsx).
5. Les indices sont réactualisés dans la liste du composant VB.Net, situé dans le document de travail.

Le second graphique représente le processus de téléchargement des données historiques, depuis le site Internet de Yahoo Finance.

**Figure 2**

**Processus de téléchargement des données historiques**



Source : COURVOISIER (2012)

1. L'utilisateur initialise une requête en fournissant la périodicité (quotidienne, hebdomadaire et mensuelle) et les dates de début et de fin d'historique, pour les titres sélectionnés dans l'interface du composant de constitution de portefeuilles.
2. Les données sont téléchargées dans des fichiers « .csv » distincts.
3. La routine formalise et lance la liste des opérations nécessaires au programme, par exemple le calcul du rendement et de la volatilité.
4. Les informations sont affichées dans la grille de visualisation du composant et prêtes à être utilisées par le programme de génération de portefeuilles.

Il faut noter que le processus de téléchargement des historiques fonctionne en mode local, si aucune connexion Internet n'est disponible. Dans cette situation, l'historique s'arrêtera à la dernière date de mise à jour. Cette fonctionnalité est très pratique puisqu'elle permet d'utiliser le programme même quand les conditions de travail ne sont pas optimales. Bien entendu, le fonctionnement en local nécessite le stockage des historiques sur le disque dur, ce qui est plus consommateur d'espace. La taille de chaque fichier « .csv » varie en fonction de son contenu. Pour donner un ordre de grandeur, elle oscille entre quelques dizaines de kilo-octets et pour les plus gros fichiers, elle se rapproche d'un méga-octet. Actuellement, avec les historiques mensuels, hebdomadaires et quotidiens des titres des indices S&P/TSX60, DJIA, SMI, FTSE100 et CAC40, on arrive à une taille d'environ 60 méga-octets. Le besoin en

espace augmentera proportionnellement au nombre de titres que l'on souhaite pouvoir consulter en mode hors ligne. Quant à l'installation du logiciel, elle nécessite environ 5 méga-octets. Par contre, si l'on interroge la base de données de Yahoo Finance directement depuis le programme, il est nécessaire de disposer de quelques kilo-octets supplémentaires afin de pouvoir stocker provisoirement les données sur le disque dur.

Pour terminer, le fichier « xml » est à la base de l'interaction entre l'utilisateur et le programme, car il permet une totale personnalisation des données à traiter. Ce fichier autorise l'utilisateur à ajouter de nouveaux titres et indices, qui sont initialement non disponibles. Un titre peut-être ajouté par l'utilisateur à la seule et unique condition qu'il soit enregistré dans la base de données de Yahoo Finance. Quant à l'ajout d'indices, il suffit de trouver un site Internet qui fournisse la table de sa composition et que cette dernière affiche au moins le code du titre et son nom complet. Ensuite, quelques petits paramètres de configuration permettant d'identifier l'emplacement de la table sont à fournir dans le fichier « xml ». Ce fichier doit être édité manuellement.

Concernant la puissance de calcul du logiciel, le programme permet la sélection multiple de titres sans limitation. Toutefois, le temps de calcul peut devenir très conséquent. Une mesure de la table des corrélations entre les soixante titres de l'indice canadien S&P/TSX60 a pris une bonne dizaine de minutes. La seule contrainte provient du nombre maximal de colonnes qu'autorise Microsoft Excel 2010.

La mesure de la corrélation s'effectue à partir d'une confrontation des historiques, dans une feuille de calculs. Sachant que Microsoft Excel 2010 se limite à 16'384 colonnes et que selon le fonctionnement du composant développé dans le cadre de ce travail, pour connaître le nombre de titres exact qu'il est possible de traiter, cela nécessite la résolution de l'équation  $\left(\frac{x!}{(2!*(x-2)!)} + x\right) * 3 = 16'384$ . La résolution de cette dernière dépasse la capacité du solveur Microsoft Mathematics. Donc, par approximation, on obtient 104 titres par opération, puisque cela donne 16'380 colonnes. Pour expliquer cette équation, elle est composée d'une combinaison sans répétition  $\frac{x!}{(2!*(x-2)!)}$ , à laquelle on a ajouté une liste de combinaisons supplémentaires (le logiciel en a besoin) et on a multiplié l'ensemble par 3 colonnes pour chaque combinaison.

Grâce à ces fonctions, on obtient une certaine flexibilité du programme et un dynamisme non négligeable.

## 4. Notions théoriques appliquées

Ce chapitre est consacré à la présentation des concepts théoriques et des modèles financiers liés à la finance de marché et plus particulièrement à la gestion de portefeuille. Contrairement à la partie d'introduction sur la gestion de portefeuille qui décrivait brièvement quelques éléments théoriques, les sections qui suivent feront l'objet d'une analyse détaillée en exposant les formules essentielles à la compréhension de ces modèles. En outre, les concepts théoriques sont régulièrement illustrés par des exemples pratiques, notamment grâce à l'exposition des résultats obtenus via l'utilisation du programme qui a été mis en place.

La plupart des exemples de ce chapitre ont été établis sur l'analyse des historiques d'un nombre réduit de titres appartenant à l'indice des soixante plus grandes capitalisations canadiennes dont la référence est le S&P/TSX60.<sup>13</sup> Les titres sélectionnés sont la compagnie aéronautique Bombardier, la chaîne de magasins alimentaires Loblaw et la banque RBC pour Royal Bank of Canada. Qu'est-ce qui a motivé la sélection de ces titres ? Tout d'abord, ils appartiennent tous à des secteurs économiques différents ce qui implique qu'ils peuvent avoir des critères ou comportements divergents. Sinon, ce sont de très grosses sociétés qui ont une certaine célébrité à l'internationale, ce qui permet aussi de faire référence à des titres que le lecteur connaîtra peut-être déjà.

Pour finir, dans certaines sections, les exemples se baseront également sur des titres de l'indice boursier suisse SMI. Ces titres sont l'entreprise industrielle spécialisée dans les technologies et l'automatisation Asea Brown Boveri connue sous l'acronyme ABB, la compagnie horlogère Swatch et finalement la multinationale de production de produits agroalimentaires Nestlé. Les choix ont été effectués selon les mêmes critères que pour les titres canadiens. Toutefois, il est vrai que ces titres auraient pu être substitués par n'importe quel autre titre appartenant à ces indices.

### 4.1 Rentabilité ou rendement

Il est très courant de ne pas faire la distinction entre les termes rentabilité et rendement. Cependant, une différenciation existe et elle est d'usage dans certains ouvrages spécialisés. De manière à clarifier cette ambiguïté, un passage en revue de ces notions est effectué.

---

<sup>13</sup> Se référer aux annexes pour obtenir la composition complète des indices boursiers S&P/TSX60 et du SMI.

### 4.1.1 Définitions

La rentabilité (return) est synonyme de taux de rentabilité (rate of return) et elle se définit comme étant la mesure de la variation relative de la richesse de l'investisseur au cours d'une période de temps donnée. Alors que le rendement (yield) est synonyme de taux de rendement (rate of yield), il se caractérise comme étant la mesure de la part des revenus produits par un actif en prenant en considération son prix. Les revenus des actions proviennent essentiellement des dividendes<sup>14</sup>.

### 4.1.2 Mesure de la rentabilité et du rendement

Il faut relever le lien existant entre la rentabilité et le rendement :

$$\text{Rentabilité} = \text{Rendement} + \text{Taux de plus-value ou de moins-value}$$

La plus-value ou la moins-value s'explique par la différence première qui est caractérisée par la lettre grecque delta ( $\Delta$ ) et qui correspond à la différence de prix entre la fin de période et la période initiale :

$$\Delta \text{Prix} = P_t - P_{t-1}$$

Le taux de variation du prix sur la période est le taux de plus-value ou de moins-value et se calcule ainsi :

$$\text{Taux de variation du prix sur la période (\%)} = \frac{\Delta \text{Prix}}{P_{t-1}}$$

On constate qu'en couplant la formule du taux de variation du prix et celle du calcul du rendement, on obtient la formule de la rentabilité (discrète) :

$$\text{Rendement } (r_t) = \frac{\text{Revenus de la période } (D_t)}{P_{t-1}}$$

$$\text{Rentabilité } (R_t) = \frac{D_t + \Delta \text{Prix}}{P_{t-1}}$$

### 4.1.3 Rentabilité à partir des cours historiques ajustés des dividendes

Lorsqu'on calcule la rentabilité d'une action, on se doit de prendre en compte les opérations sur titres (split, split inverse, OPA, versement de dividendes, etc.). Il existe des formules d'ajustement des cours, mais comme dans le cadre du développement

---

<sup>14</sup> WILLIAMS, Benjamin. *Introduction à la finance quantitative*. Paris : Vuibert, 2010. p. 41-64

de l'outil les données proviennent de Yahoo Finance, ces calculs ne nous serviraient à rien. En effet, la base de données de Yahoo Finance propose des cours déjà ajustés ( $P_t^\infty$ ), ce qui facilite la manipulation des historiques. Toutefois, on est obligé dans cette situation de considérer que les dividendes sont immédiatement réinvestis. Cette dernière remarque mène à la simplification de la formule de la rentabilité discrète qu'il est intéressant de comparer avec le calcul du coefficient de variation :

$$R_t = \frac{P_t^\infty}{P_{t-1}^\infty} - 1 \qquad CV_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \leftrightarrow \begin{array}{l} CV_t > 1 \text{ si le prix augmente} \\ CV_t = 1 \text{ si le prix reste stable} \\ CV_t < 1 \text{ si le prix diminue} \end{array}$$

#### 4.1.4 Rentabilité moyenne

Le chaînage des rentabilités périodiques permet de calculer la rentabilité moyenne sur un intervalle de temps. On mesure ainsi le rythme d'accroissement de la richesse de l'investisseur par le calcul de la moyenne géométrique des rentabilités observées :

$$R_g = \sqrt[n]{\prod_{t=1}^n (1 + R_t)} - 1 = \sqrt[n]{\prod_{t=1}^n CV_t} - 1$$

$$R_g = [(1 + R_1)(1 + R_2) \dots (1 + R_n)]^{1/n} - 1 = \left[ \prod_{t=1}^n (1 + R_t) \right]^{1/n} - 1$$

Il est important de noter que dans la situation où l'on ne se base pas sur l'historique des cours ajustés des dividendes pour calculer la rentabilité, il est nécessaire d'émettre l'hypothèse que les éventuels dividendes seront réinvestis dans le titre à la fin de chaque période et non au moment de leur versement.

Quant à la formule de la moyenne des rentabilités arithmétique, elle se compose de la manière suivante :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n}$$

On trouve la relation suivante entre la moyenne arithmétique des rentabilités et celles géométriques :

$$R_g \approx \bar{R} - \frac{\sigma^2(R)}{2}$$

#### 4.1.5 Rentabilité annualisée

Concluons l'aspect théorique de cette section avec l'annualisation de la rentabilité. Il existe principalement deux méthodes, commençons par la plus simple, soit celle dite proportionnelle, car l'on multiplie le rendement périodique par le nombre de périodes composant l'année et la deuxième qui est la méthode de la rentabilité annuelle équivalente ou actuarielle, qui fonctionne grâce au processus de chaînage des rentabilités périodiques :

$$\text{Méthode proportionnelle: } R_A = p R_p$$

$$\text{Méthode équivalente: } (1 + R_A) = (1 + R_p)^p \leftrightarrow R_A = (1 + R_p)^p - 1$$

#### 4.1.6 Autres types de rentabilité

Il existe de nombreuses autres formules qui permettent de calculer la rentabilité. On peut notamment citer : la rentabilité discrète ou continue, la rentabilité brute ou nette, la rentabilité nominale ou réelle, etc.

Dans le cadre de ce mémoire, ces dernières notions ne seront pas utilisées, c'est la raison pour laquelle, on a choisi de ne pas les décrire. Il faut toutefois relever que la notion de rentabilité continue est indissociable au calcul de la valeur des produits dérivés et que tous les calculs de rentabilité de ce projet sont sous la forme discrète, la rentabilité nette dépend de la prise en compte des impôts et finalement la rentabilité nominale ou réelle résulte de la considération de l'inflation ou de flux déflatés.

#### 4.1.7 Calcul de la rentabilité d'un titre à partir du logiciel

Afin d'illustrer ces concepts, calculons à l'aide de l'outil de composition de portefeuilles, la rentabilité de l'action de la compagnie canadienne Bombardier (BBD-B.TO) sur les douze derniers mois, à partir de données mensuelles :

**Tableau 2**  
**Cours mensuels du titre Bombardier - 04.2011/04.2012**

Date	Open	High	Low	Close	Volume	Adj Close	Variation	CV
02.04.2012	4.13	4.22	3.92	4.18	4796200	4.18	0.97%	1.010
01.03.2012	4.68	4.68	3.86	4.14	8937800	4.14	-12.29%	0.877
01.02.2012	4.72	4.93	4.53	4.75	7360400	4.72	2.39%	1.024
03.01.2012	4.12	4.88	4.07	4.64	7636200	4.61	14.96%	1.150
01.12.2011	3.89	4.19	3.3	4.06	7503700	4.01	7.51%	1.075
01.11.2011	4	4.4	3.67	3.78	5920900	3.73	-8.35%	0.916
03.10.2011	3.6	4.43	3.42	4.12	9273300	4.07	13.06%	1.131
01.09.2011	4.77	4.84	3.63	3.67	9196300	3.6	-23.08%	0.769
02.08.2011	5.78	5.84	4.65	4.77	8911300	4.68	-17.46%	0.825
04.07.2011	6.97	6.98	5.54	5.78	6238600	5.67	-16.62%	0.834
01.06.2011	7.07	7.25	6.46	6.95	8088500	6.8	3.03%	1.030
02.05.2011	7.09	7.12	6.48	6.75	5303800	6.6	-3.93%	0.961
01.04.2011	7.05	7.24	6.69	7.05	5005800	6.87		

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

Pour obtenir la rentabilité, on doit se baser sur le cours de clôture ajusté (Adj Close). On calcule d'abord le taux de variation. Par exemple, entre le 01.04.2011 et le 02.05.2011 on obtient :  $(6.6 - 6.87)/6.87 = -3,93\%$

Ensuite, on recherche le coefficient de variation qui se calcule en additionnant une unité à la colonne du taux de variation. Par exemple pour le 02.05.2011, on effectue l'addition suivante :  $-3.93\% + 1 = 0.961$

Ce qui est équivalent à procéder de la manière suivante :  $\frac{6.6}{6.87} = 0.961$

Suite à ces deux étapes, on est capable de déterminer les différents types de rentabilités. Le tableau suivant montre les données qui sont rendues disponibles par l'outil de composition de portefeuilles d'actions. Une démonstration des calculs est proposée à la suite du tableau.

### Tableau 3

#### Rentabilités du titre Bombardier - 04.2011/04.2012

Rentabilité de Bombardier entre 04.2011/04.2012			
Nombre de périodes	12 mois	Produit CV	0.6084
Moyennes Géométriques		Moyennes Arithmétiques	
Rent. Moyenne	-4.06%	Rent. Moyenne	-3.32%
Rent. Proportionnelle	-48.67%	Rent. Proportionnelle	-39.82%
Rent. Effective	-39.16%	Rent. Effective	-33.30%
Rent. Annualisée	-39.16%	Rent. Annualisée	-33.30%

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

1. Le produit des coefficients de variation : on multiplie chaque valeur de la colonne CV.  $=Produit(CV)$
2. Le nombre de périodes : on compte le nombre de données dans la colonne Adj Close.  $=NB(AdjClose)$

#### Moyennes arithmétiques :

3. La rentabilité moyenne: on effectue la moyenne de la colonne variation.  $=Moyenne(Variation)$
4. La rentabilité proportionnelle: on multiplie la rentabilité moyenne arithmétique par le nombre de périodes.  $=MoyenneArith * NbPeriode$
5. La rentabilité effective: on additionne 1 à la rentabilité moyenne arithmétique qu'on élève à la puissance du nombre de périodes et on soustrait 1 au résultat.  $=((1+MoyenneArith)^{NbPeriode})-1$
6. La rentabilité annualisée: on additionne 1 à la rentabilité effective arithmétique qu'on élève à la puissance de la fraction du nombre de mois contenu dans un an divisé par le nombre de périodes et finalement on soustrait 1 au résultat.  $=(1+MoyenneEffArith)^{(12/NbPeriode)}-1$

#### Moyennes géométriques :

7. La rentabilité moyenne: on prend le résultat du produit des coefficients de variation qu'on élève à la puissance de la fraction de 1 par le nombre de périodes et on soustrait 1.  $=(ProduitCV^{(1/NbPeriode)})-1$
8. La rentabilité proportionnelle : on multiplie la rentabilité moyenne géométrique par le nombre de périodes.  $=MoyenneGeo * NbPeriode$
9. La rentabilité effective : on additionne 1 à la rentabilité moyenne géométrique qu'on élève à la puissance du nombre de périodes et on soustrait 1 au résultat.  $=((1+MoyenneGeo)^{NbPeriode})-1$
10. La rentabilité annualisée : on additionne 1 à la rentabilité effective géométrique qu'on élève à la puissance de la fraction du nombre de mois contenu dans un an divisé par le nombre de périodes et finalement on soustrait 1 au résultat.  $=((1+MoyenneEffGeo)^{(12/NbPeriode)})-1$

Concernant le calcul de la moyenne des rentabilités annualisées, qu'elle soit arithmétique ou géométrique, la fraction qui vient élever à la puissance le coefficient de variation est composée du nombre de périodes compris dans l'année, divisé par le nombre de périodes historiques sélectionné. Par convention, le nombre de périodes

composant l'année a été fixé à 12 pour des données mensuelles, à 52 pour des données hebdomadaires et à 252 pour des données quotidiennes qui représentent le nombre de jours ouvrables moyens.

#### 4.1.8 Estimation de la rentabilité

Face à l'incertitude de l'investisseur concernant la rentabilité de ses placements, il est d'usage en finance d'établir une estimation des rendements possibles, grâce à une mesure de tendance centrale qu'on appelle l'espérance mathématique et une mesure de la dispersion que l'on représente par l'écart-type ( $\sigma$ ). De plus, on émet l'hypothèse que les rentabilités des titres suivent une loi gaussienne et qu'elles sont donc normalement distribuées. En réalité, les rentabilités sont des variables aléatoires, identiquement et indépendamment distribuées, ce qui exclut toute extrapolation entre les rentabilités futures et celles historiques. Malgré tout, on se base très souvent sur la moyenne historique pour estimer la rentabilité à venir. Formellement, on décrit la distribution des rentabilités d'après une loi normale de la façon suivante :

$$\tilde{R}_t: \mathcal{N} \sim (\mu, \sigma)$$

$\mu$  : l'espérance de la variable aléatoire rentabilité  
 $\sigma$  : l'écart-type de la variable aléatoire rentabilité

Il existe principalement deux méthodes qui permettent de calculer la rentabilité attendue ou espérée, celle à partir des probabilités subjectives et celle à partir des rentabilités historiques. On note la rentabilité espérée  $E(R)$ .

La méthode de calcul de la rentabilité espérée par les probabilités subjectives consiste à évaluer différents scénarios, en leur attribuant une probabilité de réalisation. Bien entendu, on peut également déterminer les différents scénarios en analysant les données historiques, mais il faut toutefois prendre garde à ne pas la confondre avec la méthode dite à partir des données historiques. Sa formule se compose ainsi :

$$E(R) = P_1R_1 + P_2R_2 + \dots + P_nR_n = \sum_{k=1}^n P_kR_k$$

Dans cette formule, la lettre  $P_k$  représente la probabilité que le scénario k se réalise et  $R_k$  la rentabilité possible selon ce même scénario k. La somme des probabilités doit être égale à 1 ( $\sum_{k=1}^n P_k = 1$ ).

Dans le cadre de la seconde méthode, soit celle de l'historique, on émet l'hypothèse que la distribution des taux de rentabilité passée se réalisera dans le futur. On se calque sur la formule de la rentabilité moyenne arithmétique pour estimer la rentabilité espérée dans le futur. Même si la moyenne géométrique semble être plus précise pour

évaluer la rentabilité d'un titre, l'espérance est caractérisée par une simple moyenne arithmétique.

$$E(R) = \bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n}$$

On verra par la suite que dans le cadre de la théorie du portefeuille de H. Markowitz, on utilisera essentiellement la formule de l'espérance des rentabilités, qui dans certains ouvrages est qualifiée de rendement espéré.

## **4.2 Volatilité**

Dans les milieux financiers, la volatilité d'une action est communément mesurée par la lettre sigma ( $\sigma$ ) appelée écart-type. Cependant, dans de nombreux ouvrages, il est fait référence à la volatilité à partir de la variance qui est simplement l'élévation de la valeur du sigma à la puissance carrée.

Toutefois, la volatilité peut se mesurer par différents procédés. On verra notamment lors de la présentation des modèles financiers de base qu'il arrive qu'on fasse appel au coefficient bêta pour mesurer la volatilité d'une action par rapport à un portefeuille de référence considéré comme parfaitement diversifié.

### **4.2.1 Définitions**

Le risque se définit comme étant l'incertitude liée à la rentabilité d'un placement. Il dépend des fluctuations du cours de l'actif autour de la moyenne, qu'on détermine aussi comme étant la probabilité de dispersion de la rentabilité réelle, par rapport à la rentabilité espérée. Cette mesure de dispersion est appelée l'écart-type ( $\sigma$ ) ou la variance ( $\sigma^2$ ) qui correspond au carré de l'écart-type. Il est important de souligner que l'écart-type est la représentation du risque la plus communément utilisée en finance et qu'il se décrit comme étant la volatilité.

Lorsque l'écart-type est faible, cela signifie que la concentration des niveaux de rentabilités est proche de l'espérance mathématique et donc que le niveau de risque est faible. Inversement, lorsque l'écart-type est élevé, on relève une dispersion éloignée de l'espérance mathématique, ce qui caractérise un niveau de risque élevé.

On peut décomposer le risque de variabilité en deux catégories, le bon risque et le mauvais risque. Le bon risque s'explique par un niveau de rentabilité excédant celui de la moyenne des rentabilités, alors que le mauvais risque se caractérise par un plus faible niveau de rentabilité que la rentabilité moyenne.<sup>15</sup>

Puisque dans le cadre de la distribution des rentabilités on se base sur une loi normale, on peut affirmer que la probabilité entre le bon et le mauvais risque est identique. Dans le cas où l'on ferait abstraction de cette hypothèse de normalité, on pourrait obtenir un niveau de probabilité différent entre le bon risque et le mauvais risque, par exemple lorsque la distribution des rentabilités est asymétrique.

---

<sup>15</sup> WILLIAMS, Benjamin., *op. cit.*, p. 41-64

#### 4.2.2 Mesure et estimation de la volatilité

Comme pour l'espérance des rentabilités, on peut calculer la volatilité d'un titre à partir des probabilités subjectives et à partir des rentabilités historiques.

Dans le cas des probabilités subjectives, la méthodologie est la même que pour le calcul de la rentabilité espérée. C'est-à-dire qu'on met en place des scénarios qui peuvent éventuellement être basés sur l'historique, auxquels on affecte une probabilité de survenance. On l'écrit comme ceci :

$$\sigma(R) = \sqrt{\sum_{k=1}^n P_k [R_k - E(R)]^2}$$

Lorsque l'on pense que la volatilité et les rentabilités historiques sont une bonne estimation du futur, on peut calculer l'écart-type non biaisé ainsi :

$$\sigma(R) = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{(R_t - \bar{R})^2}{n-1}}$$

On utilise l'écart-type non biaisé, car il y a perte d'un degré de liberté, parce qu'on calcule  $\sigma(R)$  depuis les mêmes données historiques qui ont permis d'estimer la valeur de  $\bar{R}$ .<sup>16</sup>

#### 4.2.3 Volatilité annualisée

On annualise la volatilité périodique (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle, etc.) en la multipliant par la racine carrée du nombre de périodes composant l'année.

$$\sigma_A = \sqrt{p} \sigma_p$$

La lettre p correspond à 252 quand il s'agit de données journalières, à 52 pour des données hebdomadaires et à 12 pour des données mensuelles.

#### 4.2.4 Autres types de volatilité

Même s'ils ne seront pas traités dans ce mémoire, il faut noter l'existence d'autres types de volatilité. Par exemple, la volatilité implicite, la volatilité de Parkinson, la volatilité anticipée (ARCH), etc.

---

<sup>16</sup> MORISSETTE, Denis. *Valeurs mobilières et gestion de portefeuille*. Trois-Rivières : Université du Québec, Les Éditions SMG, 2011. 753 p.

En résumé, la volatilité implicite est calculée à partir de la formule d'évaluation des options de Black & Scholes. Cependant, dans cette situation, on la transforme afin que la prime de l'option devienne une donnée et la volatilité l'inconnue.

La volatilité de Parkinson permet de prendre en compte les valeurs extrêmes de la volatilité en cours de séance, car normalement, on la calcule depuis les rentabilités de clôture à clôture. On évite ainsi de masquer la volatilité en cours de séance.

La volatilité anticipée se calcule à partir de modèles économétriques compliqués appelés modèles autorégressifs conditionnellement hétéroscédastiques (ARCH). Ils permettent d'effectuer des prévisions sur le niveau de volatilité pour les périodes à venir.

#### **4.2.5 Calcul de la volatilité d'un titre à partir du logiciel**

De manière à illustrer le calcul de la volatilité, reprenons notre exemple appliqué à la compagnie canadienne Bombardier (BBD-B.TO), en effectuant une évaluation du niveau de variation des cours sur les douze derniers mois. Par contre, on l'évaluera à partir de données journalières afin d'obtenir un taux de volatilité plus précis que depuis les cours mensuels. On s'était volontairement basé sur ces dernières, afin de raccourcir l'affichage du tableau des données. Donc, cette fois-ci, renforçons la qualité de l'estimation en prenant un ensemble composé d'une plus grande quantité de données.

## Tableau 4

### Volatilité du titre Bombardier – 01.04.2011/02.04.2012

Rentabilité de Bombardier entre 01.04.2011/02.04.2012			
Nombre de périodes	251 jours	Produit CV	0.6046
Moyenne Géométrique		Moyenne Arithmétique	
Rent. Moyenne	-0.20%	Rent. Moyenne	-0.17%
Rent. Proportionnelle	-50.27%	Rent. Proportionnelle	-42.16%
Rent. Effective	-39.54%	Rent. Effective	-34.43%
Rent. Annualisée	-39.66%	Rent. Annualisée	-34.54%
Volatilité de Bombardier entre 04.2011/04.2012			
Écart-Type (période)			2.54%
Volatilité (exacte avec 251j)			40.27%
Volatilité annualisée			40.35%

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

L'écart-type est calculé sur un échantillon de 251 jours de cotations. En finance, on parle de volatilité court-terme si l'échantillon est plus petit que 20 observations, de volatilité moyen-terme s'il se compose de moins de 250 observations, soit environ une année de cotations et de long-terme lorsqu'on va au-delà de l'année.

Les calculs n'ont pas besoin d'être expliqués puisqu'il s'agit d'une simple application de formule. La seule remarque concerne la différence entre la volatilité qu'on pourrait décrire comme réelle, puisqu'elle prend en compte le nombre exact d'observations lorsqu'elle est ramenée sur la durée de la période, et la volatilité annualisée qui est toujours calculée à partir de la racine carrée de 252 jours lorsqu'on travaille sur des observations quotidiennes. Pour exprimer cela différemment, imaginons qu'on ait un historique de données journalières pour une période de 3 mois. Ce qu'on appelle la volatilité (exacte) dans le tableau est l'adaptation de cet écart-type, sur la taille réelle de l'échantillon (dans ce cas la volatilité trimestrielle). On procède en le multipliant par la racine carrée d'environ 65 jours ouvrables (pour un historique de 3 mois), alors que la volatilité annuelle serait calculée grâce à la racine carrée de 252 jours. Voilà ainsi l'explication qui permet de comprendre pourquoi on a trois différentes mesures au sein des informations du logiciel de composition de portefeuilles.

Pour le moment, aucun commentaire n'est fait sur ces résultats, car on n'est pas encore capable de dire si une volatilité de 40% est excessive ou pas, puisqu'il faudrait connaître la situation conjoncturelle qui perdurait durant cette période et comparer ces données avec l'indice canadien S&P/TSX60, ainsi qu'avec la volatilité individuelle des autres titres du marché canadien. On relèvera que la rentabilité affichée sur le site de

Yahoo Finance pour le titre Bombardier est proche de celle calculée avec le programme, avec -41.07% pour le premier et -39.54% pour le second. Cette différence est probablement liée au choix de la fréquence des données dans le calcul de la rentabilité.

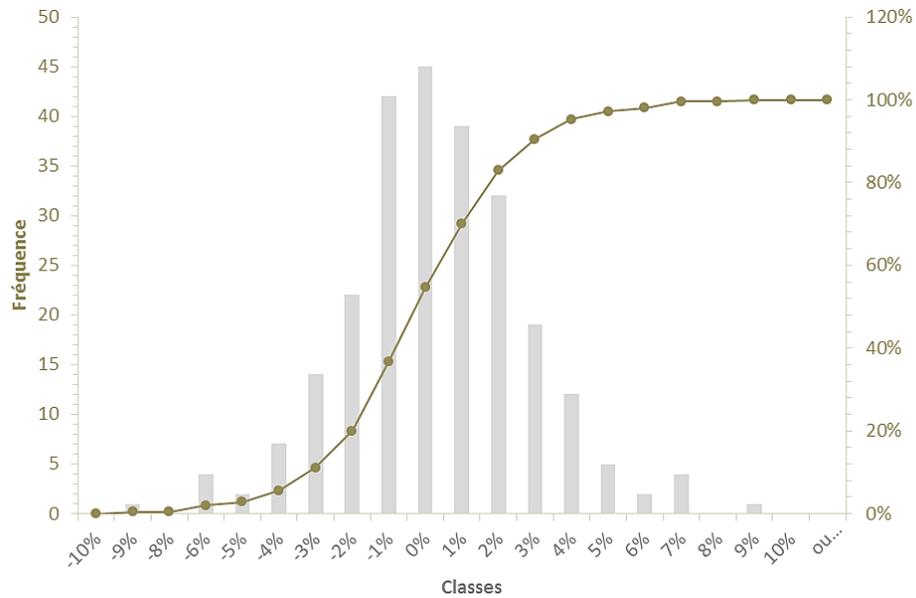
**Figure 3**  
**Performance du titre Bombardier - 01.04.2011/02.04.2012**



Source : Yahoo Finance (2012)

Avec les données obtenues, on a la possibilité de générer l'histogramme des rentabilités journalières du titre Bombardier, afin d'observer la forme que prend sa courbe de distribution. On ne l'avait pas représenté dans la section consacrée à la rentabilité, car cela n'aurait pas été pertinent étant donné le faible nombre d'observations.

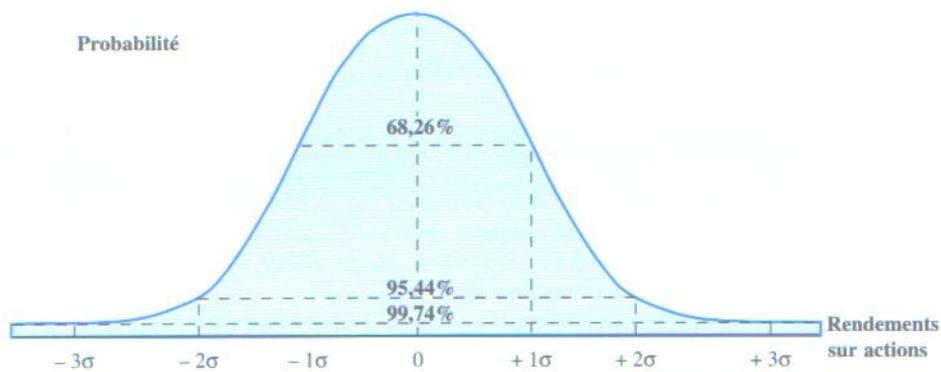
**Figure 4**  
**Histogramme des rentabilités journalières du titre Bombardier -**  
**01.04.2011/02.04.2012**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

On constate que la forme de la cloche est plutôt symétrique, mais qu'il existe un léger décalage vers la droite, ce qui indique qu'il y a eu plus d'observations quotidiennes situées dans la classe 0% à 1% que dans celle -1% à 0%. Toutefois, le titre Bombardier a largement sous-performé puisqu'il a mené à une rentabilité effective de presque -40%.

**Figure 5**  
**Distribution de la loi normale**



Source : ROSS, Stephen A et al. (2005, p. 311)

On peut interpréter les données précédemment calculées, grâce à la distribution de la loi normale. En effet, en partant de l'hypothèse que la volatilité passée soit représentative de la volatilité future, nous pourrions dire qu'il y a une probabilité de 68,26% que la rentabilité du titre se situera à un écart-type de la rentabilité espérée. Mais comme dans cette situation on est confronté à des résultats relativement extrêmes, qui sont liés à la mauvaise conjoncture actuelle, se reposer sur ces chiffres comme point de départ pour une prévision future, risque d'amener à des conclusions relativement biaisées. Par exemple, en fixant les bornes en fonction du niveau de rentabilité et de volatilité historique, on devrait s'attendre à obtenir une rentabilité située entre -79,91% et 0,83% avec une probabilité de 68,26%. Le même raisonnement est réalisable avec 2 et 3 écarts-types, mais on élargit encore plus la fourchette des rentabilités espérées dans le futur.

$$\begin{aligned}
 [E(R) - \sigma(R), E(R) + \sigma(R)] &= \\
 [-39.54\% - 40.37\%, -39.54\% + 40.37\%] &= \\
 [-79.91\%, 0.83\%] &
 \end{aligned}$$

On peut toutefois relever que le titre Bombardier est largement suivi par les investisseurs canadiens et que ses mauvais résultats ont dû légèrement affecter la performance de l'indice S&P/TSX60.

### **4.3 Théorie moderne du portefeuille**

Jusqu'à présent, on s'est concentré sur la présentation des notions essentielles à la compréhension de la théorie du portefeuille, qui fut élaborée par Markowitz en 1952. Cette théorie permet d'analyser les caractéristiques des titres, en se basant sur les critères de rentabilité et de risque, dans le but d'expliquer et mesurer les effets de la diversification sur le risque d'un portefeuille.

#### **4.3.1 Présentation du modèle**

Le modèle de Markowitz a participé à la mise en place de fondamentaux solides, contribuant au processus d'évolution des sciences de la finance. Cette découverte lui a valu la remise d'un prix Nobel d'économie en 1990, ainsi qu'à ses épigones Sharpe et Miller qui se sont inspirés de ses travaux pour ériger le modèle du CAPM.

Les travaux de Markowitz firent suite à l'établissement des bases théoriques en finance que sont le principe d'efficience des marchés et la distribution des rentabilités selon

une courbe de Gauss (Bachelier). À cette époque, son homologue John Burr Williams<sup>17</sup> conseillait la sélection d'un titre selon l'estimation des dividendes et du taux d'inflation, ainsi que d'autres données nécessaires à leurs classifications, du plus attrayant au moins intéressant. Puisqu'il était commun pour les investisseurs de se fonder sur l'adage disant « qu'il ne faut pas mettre tous les œufs dans le même panier », Markowitz démarra ses recherches en se disant que la théorie de John Burr Williams ne correspondait pas au comportement normal des investisseurs. Il avait défini que les investisseurs se préoccupaient essentiellement des critères de gains et de risques, dans la mesure où la plupart du temps, ils détenaient plus d'une action (ce qui corrobore avec le fameux adage cité juste avant), alors que selon la théorie de Williams, ils devraient n'en posséder qu'une, soit celle qui générerait le plus de profits. Ainsi, il se pencha sur l'établissement d'une méthodologie permettant la manipulation de ces deux critères.

En se basant sur la courbe de Gauss dont la forme est déterminée par l'espérance mathématique et l'écart-type, qui s'expliquent en finance par l'espérance des gains (rendement, bénéfice, etc.) et la volatilité (le risque), Markowitz se lança dans la combinaison de portefeuilles. Les gains dépendent de la valeur de l'action le jour de la revente, en prenant en compte l'ensemble des flux de trésorerie. Il est d'usage de se calquer sur la moyenne des prix historiques pour estimer le prix futur. Pour la volatilité, elle dépend des fluctuations de prix du titre autour de sa moyenne, calculée depuis les cours passés. Une volatilité élevée est caractéristique d'un titre très risqué, et inversement, une faible volatilité est représentative d'un titre peu risqué.

À partir des critères moyenne des rentabilités et volatilité, on pourrait composer un portefeuille en sélectionnant des titres relativement stables et représentatifs de l'indice boursier pris en référence, et rehausser modérément le niveau de risque avec quelques actions plus volatiles, dans le but d'obtenir quelquefois un rendement légèrement supérieur. Cependant, Markowitz ajouta un concept innovant avec l'introduction du calcul de la corrélation.

Cette notion statistique s'explique par le comportement associé à chaque titre et d'une manière plus générale à chaque secteur économique. On la mesure en confrontant leur évolution à travers une période de temps. Une forte corrélation s'observe lorsque deux titres évoluent dans le même sens ou dans le sens exactement opposé, leurs prix

---

<sup>17</sup> WILLIAMS, J. *The Theory of Investment Value*. Harvard University Press, 1938 [cité dans HERLIN, Philippe. *Finance le nouveau paradigme. Comprendre la finance et l'économie avec Mandelbrot, Taleb....* Paris : Eyrolles, 2010, p. 37]

montent et baissent régulièrement en même temps, alors qu'une faible corrélation se remarque lorsque que les phases d'évolution du prix sont très peu similaires. On parle de corrélation imparfaite ou nulle, si la variable observée évolue de manière indépendante, et de corrélation négative, lorsqu'il existe une corrélation inverse.

Pour expliquer ce concept, prenons un exemple concret. Imaginons qu'on se trouve en situation de récession économique. Il y a fort à parier que dans cette situation, le secteur de la consommation reculerait, alors que le secteur de la santé ne serait pas trop impacté, car plus stable (besoins fondamentaux). Le consommateur aurait tendance à diminuer sa consommation de biens physiologiques. Il existerait donc une faible corrélation positive entre ces deux secteurs. Par contre, on pourrait imaginer qu'il y aurait une corrélation positive assez élevée entre le secteur de la consommation et celui des nouvelles technologies. Les entreprises et les ménages diminueraient leurs dépenses technologiques, en reportant leurs investissements et en réduisant leurs consommations de services virtuels payants.

Il est à relever que le coefficient de corrélation entre les titres d'un même secteur n'est jamais parfait, même s'il se rapproche souvent de 1. Dans une situation de récession économique, un magasin de vente de produits alimentaires ne sera pas impacté de la même façon qu'une entreprise qui vend des bijoux. Dans cette situation, on peut estimer qu'il y aurait une faible corrélation entre ces deux titres, puisque ces produits n'ont pas le même niveau d'importance pour les consommateurs. Pour la plupart, ils se détourneront des objets de luxe. Néanmoins, ils ne modifieront pas ou très peu leurs consommations de produits alimentaires.

On précisera qu'il n'est pas possible d'évoquer des règles quant à la corrélation entre les secteurs économiques et les titres, mais ces exemples permettent tout de même d'acquérir une compréhension logique de ces principes. Il faut également relever la difficulté qu'il existe à trouver des titres corrélés négativement. On verra plus tard, grâce au programme développé dans le cadre de ce mémoire, qu'il n'existe que très rarement de la corrélation négative entre les titres des indices analysés.

Ce principe de corrélation entre les titres que Markowitz a établi permet de réduire le risque, car on cherche à construire un portefeuille composé de titres corrélés négativement. Ainsi, on évite de menacer le niveau de rentabilité du portefeuille d'actions, contrairement à la situation où l'on sélectionnerait deux actions fortement corrélées, ce qui inévitablement ferait augmenter le risque de ne pas obtenir le rendement escompté.

On arrive de cette manière à composer plusieurs portefeuilles efficients que Markowitz représente par le traçage de la frontière efficiente, qui caractérise des portefeuilles diversifiés, dont on a abaissé le niveau de risque tout en maintenant le niveau de rentabilité souhaité. Finalement, chaque portefeuille composant la frontière efficiente offre un choix possible d'investissement, en fonction de l'aversion au risque de l'investisseur et du niveau de rentabilité qu'il espère obtenir.

### 4.3.2 Hypothèses

Le modèle de Markowitz se fonde sur trois hypothèses qui sont nécessaires à la sélection d'un portefeuille optimal, dans un contexte où l'on ne peut investir que dans des titres risqués. Voici les hypothèses de Markowitz reformulées de manière plus accessible par M. Morissette :<sup>18</sup>

1. *Les investisseurs ont de l'aversion pour le risque et cherchent à maximiser leur utilité espérée.*
2. *Les investisseurs prennent leurs décisions sur la base du rendement espéré et de l'écart-type du rendement des portefeuilles.*
3. *L'horizon de planification est d'une période.*

### 4.3.3 Rentabilité espérée et risque d'un portefeuille

En se basant sur le calcul de la rentabilité espérée de titres individuels, on est capable de déterminer la rentabilité espérée d'un portefeuille composé de plusieurs de ces titres. Il existe deux façons de procéder, le calcul à partir des rentabilités historiques ou à partir des probabilités subjectives, qui comme on l'avait déjà précisé pour ces dernières, se calquent souvent sur les rentabilités historiques pour établir des scénarios en fonction de leurs probabilités de survenances. La formule de l'espérance de rentabilité du portefeuille est dans les deux situations la même :

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n X_i E(R_i)$$

Illustrons tout de même, la méthodologie à partir des probabilités subjectives :

---

<sup>18</sup> MORISSETTE, Denis. *Valeurs mobilières et gestion de portefeuille*. Trois-Rivières : Université du Québec, Les Éditions SMG, 2011. p. 488-489

Reprenons notre exemple concernant le titre Bombardier (BBD-B.TO), pour lequel on souhaite connaître la rentabilité réalisée depuis la fin de la crise de 2008. D'après le programme de composition de portefeuilles, en se référant aux historiques journaliers du cours du titre, sur les trois dernières années entre le 30.04.2009 et le 30.04.2012, on obtient une rentabilité annualisée depuis la moyenne géométrique de 5,6% et de 14,4% depuis la moyenne arithmétique. On constate une grande différence entre les deux niveaux de rentabilité. Cependant, on accorde plus de crédits à la rentabilité depuis la moyenne géométrique, puisqu'elle mesure le rythme moyen d'accroissement de la richesse sur la période déterminée. Sur les outils de flux financiers, c'est cette dernière mesure qui est rendue disponible. Toutefois, dans le cadre du calcul de l'espérance des rentabilités, on se base avant tout sur la moyenne arithmétique. Ensuite, sélectionnons deux autres titres de l'indice boursier canadien S&P/TSX60, tout d'abord celui de la chaîne des supermarchés canadiens Loblaw Compagnie Limited (L.TO) avec une rentabilité annualisée géométrique de 3,6% et une rentabilité annualisée arithmétique de 5,4%, et finalement celui de la Royal Bank of Canada (RY.TO) avec une rentabilité annualisée géométrique de 14,9% et une rentabilité annualisée arithmétique de 17,6%.

À partir de ces informations, on pourrait imaginer plusieurs scénarios possibles sur la période à venir. Bien évidemment, les gestionnaires de portefeuille ne se fondent pas uniquement sur les rentabilités historiques, mais ils prennent en compte bien d'autres critères macroéconomiques et indicateurs financiers. Il faut rappeler que la théorie de Markowitz définit que l'horizon de placement est d'une période. Donc, même si on a mesuré la rentabilité annualisée des titres sur les trois dernières années, on peut choisir de définir que le tableau de prévision suivant sera valide pour un intervalle différent, fixons le à une année :

**Tableau 5**  
**Scénarios prévisionnels des rentabilités espérées**  
**pour Bombardier, Loblaw et RBC, sur les douze prochains mois**

SCENARIOS	PROBABILITE	$E(R_{BBD})$	$E(R_{LOB})$	$E(R_{RBC})$
Boom économique	2%	25%	10%	45%
Faible croissance	30%	14.4%	5.4%	17.6%
Croissance nulle	48%	3.8%	2.1%	4.2%
Récession	17%	-3.5%	-0.8%	-13.3%
Crash	1%	-35%	-9.90%	-52%

Source : COURVOISIER (2012)

$$E(R_{BBD}) = 0.02 * 0.25 + 0.3 * 0.144 + 0.48 * 0.038 + 0.17 * (-0.035) + 0.01 * (-0.35) = 0.05699 \approx \mathbf{5.7\%}$$

$$E(R_{LOB}) = 0.02 * 0.1 + 0.3 * 0.054 + 0.48 * 0.021 + 0.17 * (-0.008) + 0.01 * (-0.099) = 0.02593 \approx \mathbf{2.6\%}$$

$$E(R_{RBC}) = 0.02 * 0.45 + 0.3 * 0.176 + 0.48 * 0.042 + 0.17 * (-0.133) + 0.01 * (-0.52) = 0.05415 \approx \mathbf{5.4\%}$$

Pour déterminer l'espérance de rentabilité du portefeuille, on doit également définir la proportion avec laquelle chaque actif viendra composer le portefeuille d'actions. Pour cet exemple, choisissons de prendre aléatoirement une position de 20% dans le titre de Royal Bank of Canada, 50% dans le titre de Bombardier et les 30% restant dans les actions de Loblaw :

$$E(R_p) = 0.2 * 0.054 + 0.5 * 0.057 + 0.3 * 0.026 = 0.0471 \approx \mathbf{4.7\%}$$

À l'aide de ces données, on est maintenant capable de mesurer le risque de chacun des titres, en reprenant la formule de l'écart-type à partir des probabilités subjectives :

$$\sigma(R) = \sqrt{\sum_{k=1}^n P_k [R_k - E(R)]^2}$$

$$\begin{aligned} \sigma(R_{BBD}) &= 0.02(0.25 - 0.057)^2 + 0.3(0.144 - 0.057)^2 + 0.48(0.038 - 0.057)^2 + 0.17((-0.035) - 0.057)^2 \\ &\quad + 0.01((-0.35) - 0.057)^2 = \sqrt{0.00628433} \approx \mathbf{7.92738\%} \end{aligned}$$

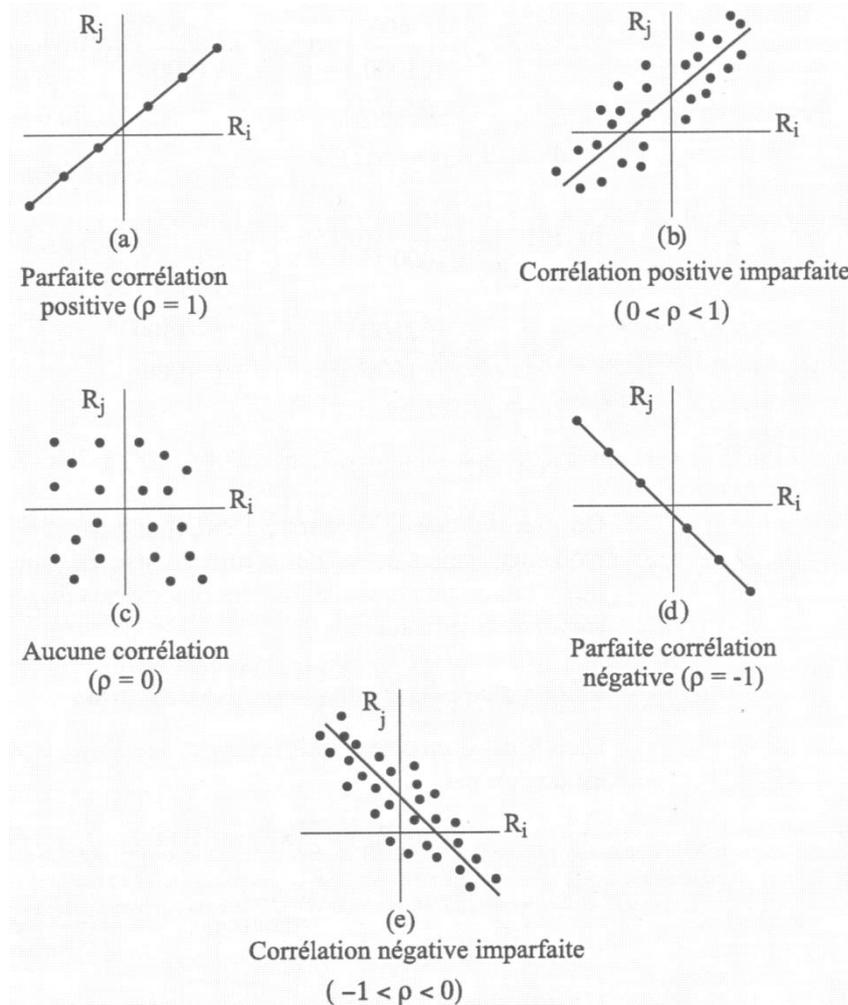
$$\begin{aligned} \sigma(R_{LOB}) &= 0.02(0.1 - 0.026)^2 + 0.3(0.054 - 0.026)^2 + 0.48(0.021 - 0.026)^2 + 0.17((-0.008) - 0.026)^2 \\ &\quad + 0.01((-0.099) - 0.026)^2 = \sqrt{0.00070949} \approx \mathbf{2.66363\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma(R_{RBC}) &= 0.02(0.45 - 0.054)^2 + 0.3(0.176 - 0.054)^2 + 0.48(0.042 - 0.054)^2 + 0.17((-0.133) - 0.054)^2 \\ &\quad + 0.01((-0.52) - 0.054)^2 = \sqrt{0.01691013} \approx \mathbf{13.0039\%} \end{aligned}$$

Pour mesurer le risque du portefeuille, il est nécessaire de connaître la covariance entre les titres qui le compose. La covariance mesure le degré de dépendance entre les rentabilités des deux titres. Lors de la présentation du modèle de la théorie du portefeuille, on relevait l'importance de l'innovation conceptuelle amenée par Markowitz, grâce à la prise en compte de la corrélation dans son modèle. On expliquait qu'elle était son impact sur le risque d'un portefeuille et on décrivait le comportement des cours des titres, en fonction du niveau de corrélation observé. La principale différence entre la covariance et le coefficient de corrélation se caractérise par la limitation de la variation des résultats obtenus entre les bornes -1 et +1 pour la corrélation, alors qu'il n'y a pas de limite pour la covariance. Indéniablement, le coefficient de corrélation est bien plus facile à interpréter puisque l'échelle est connue d'avance, ce qui le rend aisément comparable.

En rappel aux explications sur l'interprétation des résultats obtenus avec le coefficient de corrélation, une illustration de la dispersion des taux de rentabilités, entre deux titres et en fonction du coefficient de corrélation est affichée ci-dessous :

**Figure 6**  
**Coefficient de corrélation linéaire**



Source : MORISSETTE (2011, p. 477)

La formule suivante permet la transformation des résultats entre le niveau de corrélation et le niveau de covariance, mais elle nécessite la connaissance de la valeur des écarts-types des deux titres analysés :

$$\rho(R_i, R_j) = \frac{\text{Cov}(R_i, R_j)}{\sigma(R_i)\sigma(R_j)}$$

Maintenant, définissons d'abord la manière de calculer la covariance à partir des rentabilités historiques :

$$Cov(R_i, R_j) = \sum_{t=1}^n \frac{(R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j)}{n - 1}$$

Dans notre exemple, lorsqu'on démarre avec des probabilités subjectives, on applique la formule suivante :

$$Cov(R_i, R_j) = \sum_{k=1}^n P_k [R_{ik} - E(R_i)] [R_{jk} - E(R_j)]$$

Voici l'application du calcul de la covariance pour les trois titres analysés :

$$\begin{aligned} Cov(R_{BBD}, R_{LOB}) &= 0.02(0.25 - 0.057)(0.1 - 0.026) + 0.3(0.144 - 0.057)(0.054 - 0.026) \\ &+ 0.48(0.038 - 0.057)(0.021 - 0.026) + 0.17((-0.035) - 0.057)((-0.008) - 0.026) \\ &+ 0.01((-0.35) - 0.057)((-0.099) - 0.026) = \mathbf{0.00210255} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cov(R_{BBD}, R_{RBC}) &= 0.02(0.25 - 0.057)(0.45 - 0.054) + 0.3(0.144 - 0.057)(0.176 - 0.054) \\ &+ 0.48(0.038 - 0.057)(0.042 - 0.054) + 0.17((-0.035) - 0.057)((-0.133) - 0.054) \\ &+ 0.01((-0.35) - 0.057)((-0.52) - 0.054) = \mathbf{0.01008306} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cov(R_{RBC}, R_{LOB}) &= 0.02(0.45 - 0.054)(0.1 - 0.026) + 0.3(0.176 - 0.054)(0.054 - 0.026) \\ &+ 0.48(0.042 - 0.054)(0.021 - 0.026) + 0.17((-0.133) - 0.054)((-0.008) - 0.026) \\ &+ 0.01((-0.52) - 0.054)((-0.099) - 0.026) = \mathbf{0.00343804} \end{aligned}$$

**Tableau 6**  
**Récapitulatif des résultats obtenus**

SCENARIOS	BOMBARDIER	LOBLAW	ROYAL BANK OF CANADA
Volatilité ( $\sigma$ )	7.92738%	2.66363%	13.0039%
Rentabilité espérée ( $E(R_k)$ )	5.7%	2.6%	5.4%
Poids dans le portefeuille	50%	30%	20%
<b>Covariance :</b>	Bombardier	Loblaw	Royal Bank of Canada
Bombardier	0.00628434	0.00210255	0.01008306
Loblaw	0.00210255	0.00070949	0.00343804
Royal Bank of Canada	0.01008306	0.00343804	0.01691014
<b>Corrélation :</b>	Bombardier	Loblaw	Royal Bank of Canada
Bombardier	1	0.99573267	0.97811305
Loblaw	0.99573267	1	0.99257517
Royal Bank of Canada	0.97811305	0.992577517	1

Source : COURVOISIER (2012)

On arrive ainsi au calcul du risque du portefeuille. La formule permettant son calcul lorsqu'il est composé uniquement de deux titres se présente ainsi :

$$\sigma(R_p) = \sqrt{x_i^2 \sigma^2(R_i) + x_j^2 \sigma^2(R_j) + 2x_i x_j \text{Cov}(R_i, R_j)}$$

Le risque d'un portefeuille composé de plus de 2 titres se mesure comme ceci :

$$\sigma(R_p) = \sqrt{\underbrace{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma^2(R_i)}_{n \text{ termes de variance}} + \underbrace{\sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n x_i x_j \text{Cov}(R_i, R_j)}_{n(n-1) \text{ termes de covariance}}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{Cov}(R_i, R_j)}$$

Voyons l'application de cette formule à notre portefeuille de 3 titres :

$$\begin{aligned} \sigma^2(R_p) &= x_{BBD}^2 \sigma^2(R_{BBD}) + x_{LOB}^2 \sigma^2(R_{LOB}) + x_{RBC}^2 \sigma^2(R_{RBC}) \\ &+ x_{BBD}^2 x_{LOB}^2 \text{Cov}(R_{BBD}, R_{LOB}) + x_{BBD}^2 x_{RBC}^2 \text{Cov}(R_{BBD}, R_{RBC}) + x_{LOB}^2 x_{RBC}^2 \text{Cov}(R_{LOB}, R_{RBC}) \\ &+ x_{LOB}^2 x_{BBD}^2 \text{Cov}(R_{LOB}, R_{BBD}) + x_{RBC}^2 x_{BBD}^2 \text{Cov}(R_{RBC}, R_{BBD}) + x_{RBC}^2 x_{LOB}^2 \text{Cov}(R_{RBC}, R_{LOB}) \end{aligned}$$

Sachant que  $\text{Cov}(R_i, R_j) = \text{Cov}(R_j, R_i)$ , on peut donc simplifier l'équation de la sorte :

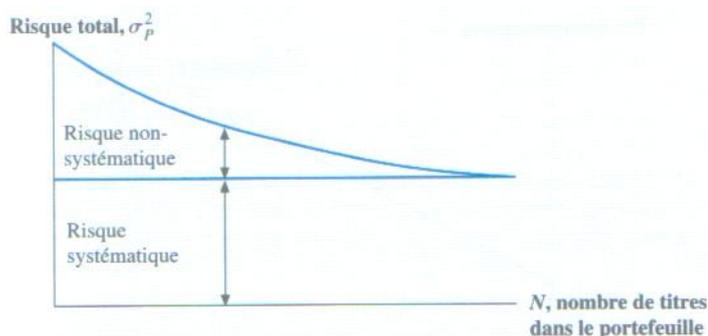
$$\begin{aligned} \sigma^2(R_p) &= x_{BBD}^2 \sigma^2(R_{BBD}) + x_{LOB}^2 \sigma^2(R_{LOB}) + x_{RBC}^2 \sigma^2(R_{RBC}) \\ &+ 2x_{BBD} x_{LOB} \text{Cov}(R_{BBD}, R_{LOB}) + 2x_{BBD} x_{RBC} \text{Cov}(R_{BBD}, R_{RBC}) + 2x_{LOB} x_{RBC} \text{Cov}(R_{LOB}, R_{RBC}) \\ \sigma^2(R_p) &= 0.5^2 * 0.00628433 + 0.3^2 * 0.00070949 + 0.2^2 * 0.01691013 + 2 * 0.5 * 0.3 * 0.00210255 + 2 * 0.5 \\ &\quad * 0.2 * 0.01008306 + 2 * 0.3 * 0.2 * 0.00343804 = 0.0053712836 \\ \sigma(R_p) &= \sqrt{0.0053712836} \approx 7.3289\% \end{aligned}$$

On constate déjà qu'avec les proportions choisies aléatoirement, on obtient une volatilité du portefeuille inférieure aux titres seuls Bombardier et Royal Bank of Canada, malgré le fait qu'on ait mis une forte proportion dans le titre Bombardier (50%). De plus, on remarque également que la rentabilité espérée du portefeuille s'élève à 4,7%, ce qui est proche de celle du titre Royal Bank of Canada avec 5,4% mais une volatilité de 13,0039%. On peut désormais prétendre que notre portefeuille a bénéficié de l'effet de diversification puisqu'on obtient un meilleur rapport rentabilité-risque que si l'on prenait un titre indépendamment.

On schématise fréquemment l'effet de la diversification par le graphique qui suit :

**Figure 7**

**Effet de la diversification pour un portefeuille équi pondéré**



Source : Source : ROSS, Stephen A et al. (2005, p. 383)

On remarque que plus l'on détient de titres dans notre portefeuille d'actions et plus la diversification est efficace (réduction du risque spécifique des titres). Lorsqu'on possède une seule et unique action, le fait d'en rajouter une seconde à notre portefeuille vient améliorer le niveau de diversification de ce dernier. On se rend compte que lorsque l'on possède que peu de titres, l'ajout d'une action supplémentaire diminue le risque plus fortement que lorsque le portefeuille est déjà bien diversifié par un nombre important de titres. Cette diminution de l'effet diversification apparaît à cause de la forme décroissante de la courbe de diversification.

**Tableau 7**

**Effet de la diversification en fonction du nombre de titres**

NB DE TITRES DANS LE PORTEFEUILLE	NB DE TERMES DE VARIANCE	NB DE TERMES DE COVARIANCE
1	1	0
2	2	2
3	3	6
5	5	20
10	10	90
20	20	380
30	30	870
50	50	2450
100	100	9900
1000	1000	999000

Source : MORISSETTE (2011, p. 480)

Ce tableau relève la complexité qu'il existe à calculer le risque d'un portefeuille comportant de nombreux titres. On remarque que le nombre de termes de variances correspond toujours au nombre de titres inclus dans le portefeuille, mais que les termes de covariances se démultiplient rapidement avec l'accroissement du nombre d'actions ( $n^2 - n$ ).

Cette constatation vient renforcer une conclusion importante, lorsque le nombre de titres tend vers l'infini, le risque du portefeuille diversifié se forme principalement par les termes de covariances et non par ceux de la variance. Les termes de covariances s'expliquent par le degré d'association existant entre les rentabilités des titres venant constituer le portefeuille, alors que les termes de variance résultent plus du risque individuel de chaque titre. Un troisième élément influence aussi le niveau de risque du portefeuille, il s'agit du poids relatif accordé à chaque titre dans la composition totale du portefeuille.

Il faut noter que dans le cadre du programme de composition de portefeuilles, l'ensemble des calculs est effectué à partir des formules de calculs matriciels. Voici une rapide présentation des principales formules :

Le vecteur des poids attribués à chaque titre  $w_i$  s'écrit  $\mathbf{w}$  :

$$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_m \end{pmatrix} \Leftrightarrow \sum_{i=1}^m w_i = 1$$

Le vecteur des rentabilités espérées  $R_i$  s'écrit  $\mathbf{R}$  :

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} R_1 \\ \vdots \\ R_m \end{pmatrix}$$

La rentabilité espérée du portefeuille se mesure à partir de la transposée du vecteur des poids  $\mathbf{w}$  et s'écrit  $\mathbf{w}'$ , multipliée par le vecteur des rentabilités espérées des titres :

$$\mathbf{R}_w = \mathbf{w}'\mathbf{R} = (w_1 \dots w_m) \begin{pmatrix} R_1 \\ \vdots \\ R_m \end{pmatrix}$$

Alors que la matrice des variances-covariances des rentabilités des titres se formule ainsi :

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \sigma_m^2 \end{pmatrix}$$

La diagonale correspond à la variance des rentabilités et la matrice est symétrique autour de celle-ci.

De plus, la variance des rentabilités  $\sigma_W^2$  est calculée par la multiplication de la transposée du vecteur des poids  $w$  écrite  $w'$ , la matrice des variances-covariances  $\sigma$  et le vecteur des poids  $w$  :

$$\sigma_W^2 = w' \sigma w$$

Pour terminer avec la section du calcul de la rentabilité espérée et du risque de portefeuille, le tableau des calculs matriciels effectués sous Excel est affiché ci-dessous.

**Tableau 8**  
**Calculs effectués sous Excel**

Période de 752 jours (30.04.2009 - 30.04.2012)

Contraintes		
Rentabilité	Volatilité	Poids total
0.0000%	0.0000%	100.0000%

Méthode matricielle: portefeuille	
Rentabilité	Volatilité
6.9088%	5.2591%

Pondération	Rentabilité	Volatilité	Covariance	Bombardier	Loblaw	RBC
50.0000%	7.5890%	6.1014%	Bombardier	0.0037227	0.0012389	0.0047336
30.0000%	3.0630%	2.0938%	Loblaw	0.0012389	0.0004384	0.0014407
20.0000%	10.9770%	8.7237%	RBC	0.0047336	0.0014407	0.0076102

Scénarios	Titres: Bombardier Loblaw RBC			
	Probabilité	Espérance de rentabilité		
Boom économique	2.00%	25.00%	10.00%	45.00%
Faible croissance	30.00%	14.40%	5.40%	17.60%
Croissance nulle	48.00%	3.80%	2.10%	4.20%
Récession	17.00%	3.50%	0.80%	13.30%
Crash	1.00%	35.00%	9.90%	52.00%
Méthode algébrique: portefeuille	Poids	50.00%	30.00%	20.00%
	Rentabilité espérée	7.5890%	3.0630%	10.9770%
	Écart-Type	6.1014%	2.0938%	8.7237%
Rentabilité	Covariance			
6.9088%	Bombardier-Loblaw		0.1239%	
Volatilité	Loblaw-Royal Bank of Canada		0.1441%	
	Bombardier-Royal Bank of Canada		0.4734%	

Source : COURVOISIER (2012)

Dans la suite de la présentation du modèle, on verra comment optimiser un portefeuille d'actions en respectant des contraintes que l'investisseur peut fixer, afin d'obtenir la meilleure composition selon son aversion au risque. Toutefois, on peut déjà montrer qu'en modifiant le niveau de pondération entre les titres, on obtient des taux de rentabilité espérée et de volatilité différents :

**Tableau 9****Modification de la pondération entre les actions composant le portefeuille**

BOMBARDIER	LOBLAW	RBC	VOLATILITE	RENTABILITE
0%	50%	50%	7.8255%	4.0040%
25%	50%	25%	6.5365%	4.0750%
50%	20%	30%	8.3542%	4.9926%
75%	25%	0%	6.6089%	4.9225%
95%	0%	5%	8.1681%	5.6848%
25%	75%	0%	3.9754%	3.3695%
0%	25%	75%	10.4141%	4.7095%
0%	75%	25%	5.2395%	3.2985%
33.33%	33.33%	33.33%	7.8273%	4.5685%
20%	60%	20%	5.7616%	3.7786%
20%	20%	60%	4.9074%	9.8896%
0%	5%	95%	5.2739%	12.4858%
5%	95%	0%	2.7483%	2.9255%

Source : COURVOISIER (2012)

Dans le tableau précédent, on remarque que la diversification naïve qui consiste à composer un portefeuille équipondéré, amène à la détention d'un portefeuille non optimal. Les différentes compositions offrent des niveaux de rentabilités et de volatilités très variables. On peut obtenir un niveau de rentabilité supérieur avec un risque plus faible. C'est par cette constatation qu'on exposera dans la prochaine section, une manière mathématique d'obtenir les assemblages de titres optimaux, afin d'éliminer les portefeuilles inefficients.

**4.3.4 Frontière efficiente**

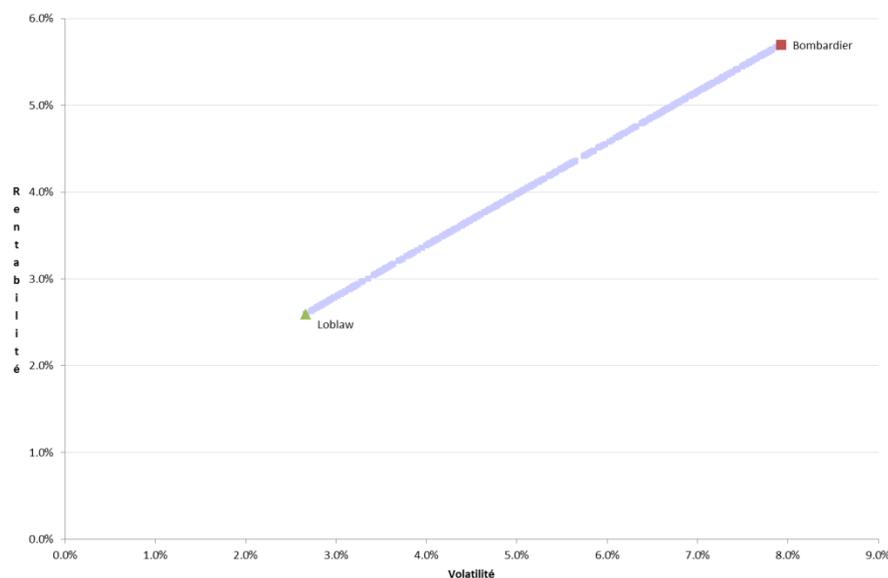
En se basant sur le tableau précédent, on se rend compte qu'il est possible de composer un portefeuille d'actions à partir d'une multitude de combinaisons de titres et en fonction de la pondération qui leur est donnée. Dans l'exemple précédent, on serait capable de générer de nombreux portefeuilles à partir des 3 titres, Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada, en les combinant et en affectant à chaque fois un niveau de pondération différent.

Toutefois, comme chaque portefeuille est caractérisé par les critères de rentabilité espérée et de risque, on peut déjà admettre que l'ensemble des compositions ne serait pas optimal. En effet, selon la théorie de Markowitz, il existe deux types de

portefeuilles, les portefeuilles dominants ou efficaces et les portefeuilles dominés ou non efficaces. Un investisseur raisonné devrait donc détenir un portefeuille efficace qui offre le niveau de rentabilité espérée le plus élevé en fonction du niveau de risque déterminé, ou inversement, le risque le plus faible selon un niveau de rentabilité espérée défini d'avance. On rappellera que deux des hypothèses du modèle stipulent que premièrement, les investisseurs se basent sur le critère rentabilité espérée-risque et dans un deuxième temps, qu'ils sont averses au risque et qu'ils cherchent à maximiser leur utilité espérée. Ces deux hypothèses corroborent avec le choix de l'investisseur à sélectionner un portefeuille efficace selon les couples rentabilités-risques.

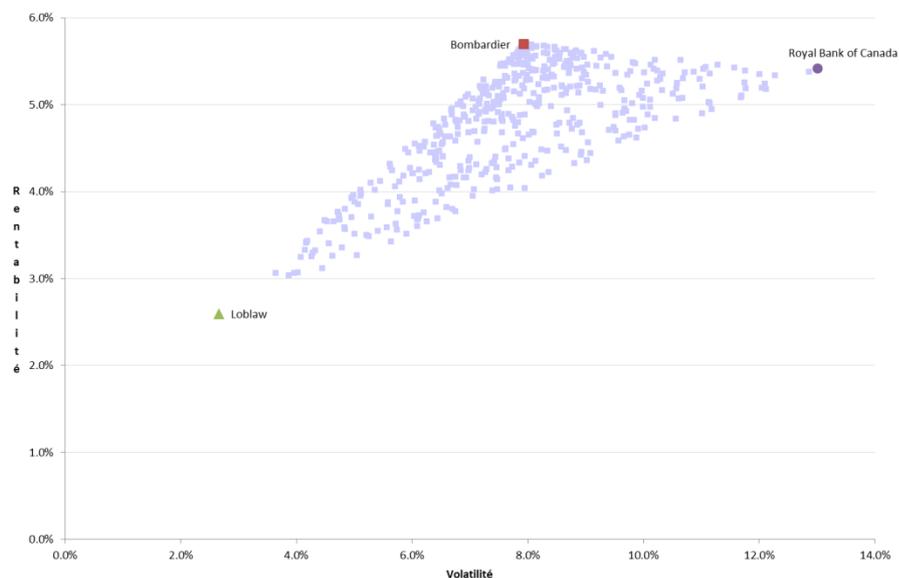
Lorsqu'on dessine sur un graphique en nuage de points l'ensemble des portefeuilles réalisables, on constate qu'ils sont relativement dispersés et représentent une surface lorsqu'ils sont constitués de plus de deux titres. Dans la situation où les portefeuilles sont composés à partir de deux titres, la zone de dispersion ressemble à une droite ou à une courbe et non à une surface :

**Figure 8**  
**Simulation de 500 portefeuilles composés des actions Bombardier et Loblaw**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

**Figure 9**  
**Simulation de 500 portefeuilles composés des actions Bombardier, Loblaw et RBC**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

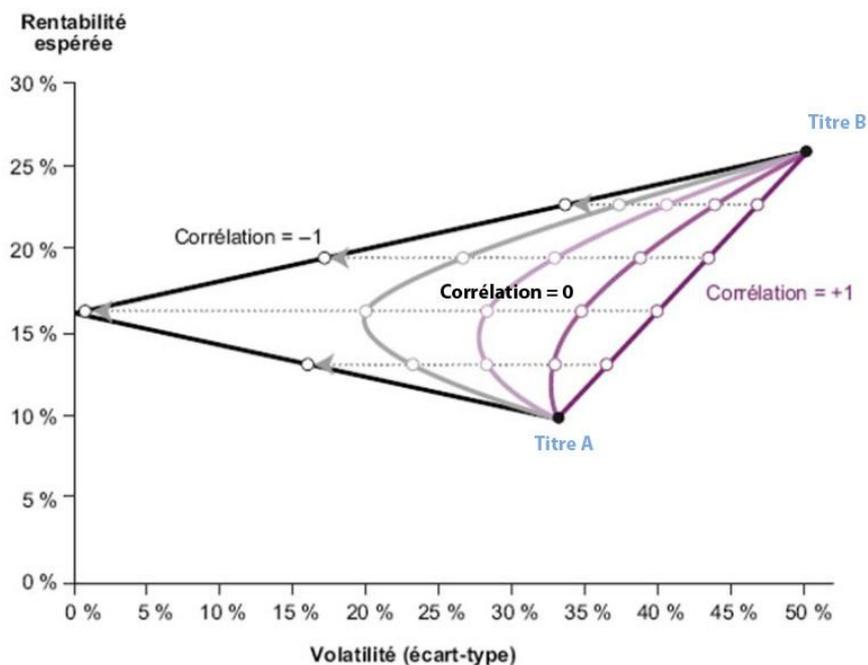
Ces exemples permettent d'introduire le fonctionnement de la frontière efficiente. La frontière efficiente se décrit comme étant l'ensemble des portefeuilles optimaux qui appartiennent à l'espace de tous les portefeuilles qu'il est possible de concevoir à partir des titres sélectionnés. Bien sûr, lorsque l'on construit un portefeuille formé de deux actions, la frontière efficiente équivaut à la courbe ou la droite des portefeuilles qu'il est possible de concevoir, à partir de ces deux mêmes titres.

La forme de la frontière efficiente dépend du niveau de corrélation qu'il existe entre les titres. Comme le montre la figure suivante, lorsque le coefficient de corrélation entre deux titres se rapproche de 0, la forme de la frontière efficiente est une courbe. Cependant, si le coefficient de corrélation est de -1, la frontière efficiente prend l'apparence d'une droite coudée formée de deux segments, alors que si le coefficient de corrélation est de +1, elle est représentée par une simple droite. On relèvera aussi qu'il est possible de générer un portefeuille sans risques dans la situation où la corrélation est de -1 et que le segment de droite inférieur regroupe des portefeuilles dominés par ceux du segment supérieur. Pour une même volatilité, on pourrait donc obtenir une rentabilité supérieure.

La corrélation permet d'obtenir un effet de diversification, à l'exception du cas où elle est égale à 1. Dans notre exemple avec les trois titres canadiens, elle s'en rapproche,

mais elle n'est pas exactement égale à 1, ce qui permet d'obtenir un léger effet de diversification. On notera qu'il n'est pas possible d'éliminer totalement le risque, sauf lorsque le coefficient de corrélation est égal à -1. Dans la réalité, il est déjà extrêmement difficile de trouver des titres corrélés négativement, alors il semble pratiquement impossible d'en trouver qui le sont parfaitement.

**Figure 10**  
**Forme de la frontière efficiente entre deux titres**



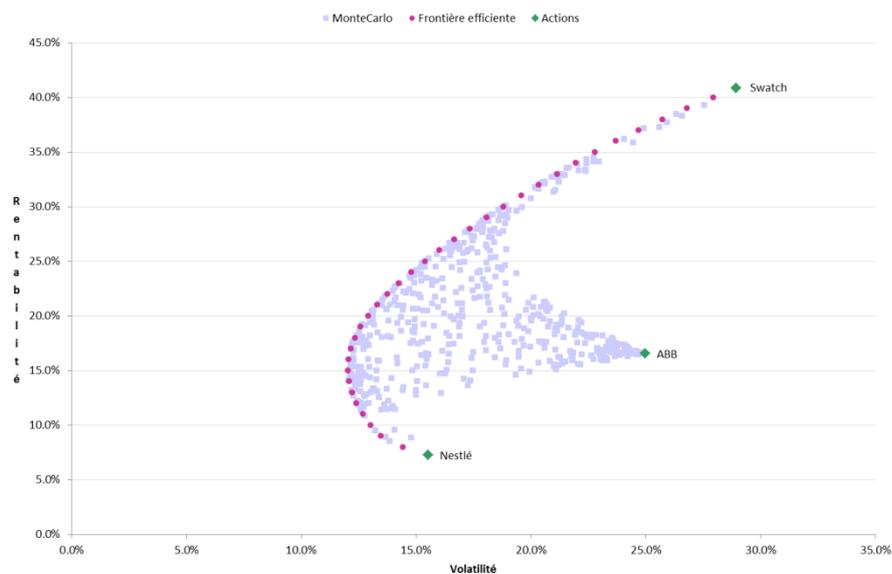
Source : image modifiée par COURVOISIER (2012), provenant de BERK (2011)

On constate ainsi que dans notre exemple de portefeuille, il existe une corrélation positive proche de +1 entre chacun des titres<sup>19</sup>. Cela est dû à la façon dont les prévisions ont été établies. Si l'on reprend le tableau des scénarios, on remarque que quel que soit le cycle (crash, croissance nulle, boom, etc.), les titres évoluent dans le même sens. Ils ont ainsi le même comportement, ce qui a amené la frontière efficiente à s'apparenter à une droite. Cette constatation est largement visible sur la figure de la simulation des 500 portefeuilles composés de 2 titres et l'on peut également la deviner sur celle de la simulation de 500 portefeuilles composés de 3 titres.

<sup>19</sup> Se référer au tableau récapitulatif des résultats obtenus, où l'on peut observer la valeur du coefficient de corrélation qui est dans tous les cas proche de +1

De manière à illustrer une situation plus conforme à la réalité, la figure suivante représente la frontière efficiente qui a été calculée à partir des rentabilités historiques journalières des actions de Nestlé, ABB et Swatch, lors de la reprise économique de 2010 à 2011, qui a fait suite à la crise des subprimes.

**Figure 11**  
**Frontière efficiente pour les titres ABB, Nestlé et Swatch à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011**



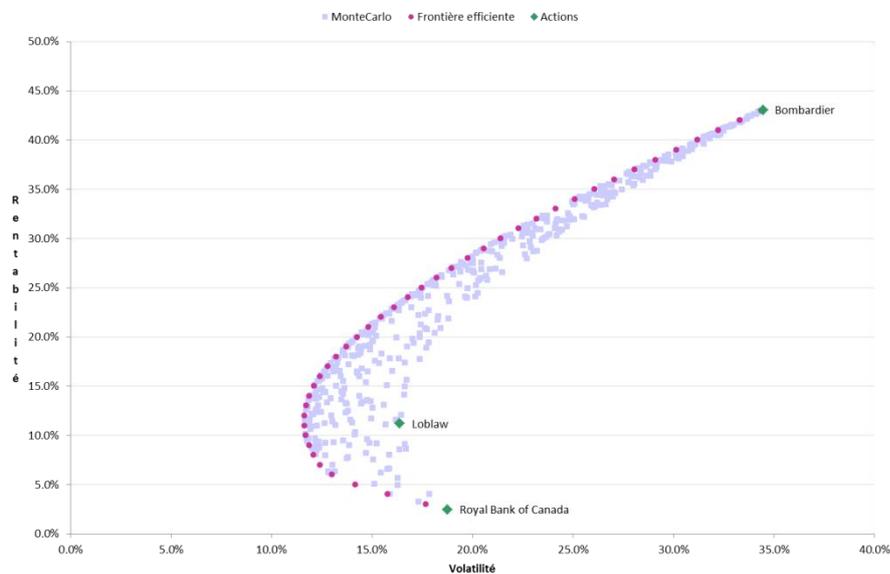
Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

Cette illustration correspond mieux à la forme courbée typique, de la frontière efficiente, qui est si souvent présentée dans les ouvrages de référence. Dans l'exemple de nos 3 titres canadiens, on se trouve dans une situation extrême où tous les titres sont parfaitement corrélés, mais cela vient de la faiblesse des estimations qui ont été faites. Le but étant d'illustrer le modèle de Markowitz et non d'effectuer les meilleures estimations. Cependant, l'exemple était particulièrement intéressant puisqu'il a permis d'introduire l'effet que la corrélation provoque sur la forme de la frontière efficiente.

Si l'on reprend la même période que pour les actions suisses précédentes et qu'on calcule la frontière efficiente pour nos trois titres canadiens depuis les rentabilités historiques réelles, tout en faisant abstraction des données obtenues jusqu'à présent, à partir du tableau des scénarios, on obtient la représentation suivante.

**Figure 12**

**Frontière efficiente pour les titres Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

Avec les données historiques sur la période mentionnée, on retrouve la forme archée de la frontière efficiente. On peut donc réaffirmer que la forme atypique du premier graphique venait bel et bien de la qualité des estimations entrées dans notre tableau de scénarios.

En analysant ce graphique, on observe rapidement la position différente de ces titres. L'action Loblaw performe mieux que celle de Royal Bank of Canada et avec une volatilité plus faible, alors que le titre Bombardier est nettement plus volatil, mais offre une performance bien meilleure.

Les points mauves sur le graphique précédant ont été calculés à partir de la méthode de Monte-Carlo. Cette méthode basée sur des techniques probabilistes permet de mesurer rapidement un grand nombre de valeurs numériques. Dans le cadre du modèle de Markowitz, on utilise la méthode de Monte-Carlo pour simuler une multitude de portefeuilles, dans le but d'obtenir un échantillon représentatif de l'espace qu'ils décrivent. L'investisseur pourrait donc détenir n'importe lequel de ces portefeuilles, même s'ils ne sont pas tous efficaces. Pour obtenir cet échantillon, on agit aléatoirement sur le poids des titres que l'investisseur a sélectionnés. Grâce à une routine de génération de nombres aléatoires entre 0% et 100%, on affecte un poids au hasard sur le premier titre, par exemple 20%. Ensuite, on soustrait ce poids au total

(100%) et on obtient un reste (80%). Pour le second titre, son poids est égal à la génération d'un nombre entre 0 et le reste (80%), par exemple 40%. Après, on soustrait au total (100%) l'addition des poids déjà attribués aux titres (20%+40%) afin d'obtenir un nouveau reste (40%). Ainsi de suite, on obtient un poids aléatoire pour chacun des titres composant le portefeuille. On peut donc simuler un très grand nombre de portefeuilles atteignables par l'investisseur, en répétant cette technique plusieurs fois.

Pour finir, voyons ensemble les formules mathématiques qui ont permis de calculer la frontière efficiente. Dans la version de base du modèle de Markowitz, il est supposé qu'il n'est pas possible d'effectuer d'achats ou de ventes de titres à découvert et que la liquidité est totalement investie dans le portefeuille.

On a ainsi le programme d'optimisation qui maximise la rentabilité du portefeuille  $R_W$ , où  $\sigma^*$  représente la contrainte sur le niveau de risque qu'on attribue à la volatilité du portefeuille  $\sigma_w$  :

$$\begin{array}{l} \max_{\{w_i\}_{i=1,\dots,m}} R_W = \sum_{i=1}^m w_i R_i \text{ s. c.} \\ \left| \begin{array}{l} \sigma_w = \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m w_i w_j \sigma_{ij} \right)^{1/2} = \sigma^* \\ 0 \leq w_i \leq 1 \forall i = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m w_i = 1 \end{array} \right. \end{array}$$

Puis, voici le programme d'optimisation qui minimise la volatilité du portefeuille  $\sigma_w$ , où  $R^*$  correspond à la contrainte sur le niveau de rentabilité affecté au portefeuille  $R_w$  :

$$\begin{array}{l} \min_{\{w_i\}_{i=1,\dots,m}} \sigma_w = \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m w_i w_j \sigma_{ij} \right)^{1/2} \text{ s. c.} \\ \left| \begin{array}{l} R_w = \sum_{i=1}^m w_i R_i = R^* \\ 0 \leq w_i \leq 1 \forall i = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m w_i = 1 \end{array} \right. \end{array}$$

Il a été volontairement fait abstraction des démonstrations mathématiques et des nombreuses formules qui expliquent ces graphiques, pour deux raisons principales. Tout d'abord, étant donné que le sujet de ce travail ne se limite pas à la théorie de

Markowitz, le mémoire deviendrait bien trop long si on intégrait l'ensemble des formulations, puisqu'il existe des livres entiers qui y sont consacrés. La seconde raison est que l'étude mathématique a déjà dû être approfondie dans le cadre du développement de l'outil, ce qui évite ainsi de devoir réexpliquer l'ensemble, dans la mesure où cela démontre déjà une certaine maîtrise de l'aspect mathématique.

#### 4.3.5 Choix d'un portefeuille

Comme on l'a vu précédemment, l'investisseur rationnel devrait choisir un des portefeuilles optimaux situés sur la frontière efficiente. Ce choix est guidé par les préférences individuelles de l'investisseur en fonction de son aversion au risque. On représente graphiquement ces préférences par des courbes d'indifférences, qui mettent en évidence ses goûts dans l'espace rentabilité-risque. L'hypothèse prévalant dans le modèle de Markowitz édicte que l'investisseur est prêt à prendre plus de risque, à la condition d'obtenir une augmentation plus que proportionnelle du niveau de rentabilité espérée. Si ce n'était pas le cas, on pourrait très bien avoir des courbes d'indifférences qui soient représentées sous forme de droites horizontales lorsqu'il est neutre face au risque ou verticales s'il a un goût pour le risque.

Mathématiquement, on formalise la fonction d'utilité de la manière suivante :

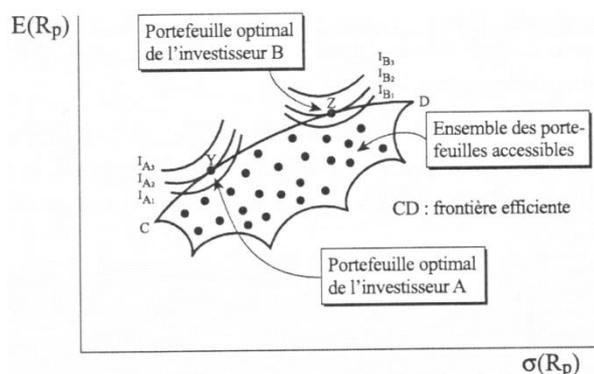
$$\max U = f \left( \underbrace{E(R_p)}_+, \underbrace{\sigma(R_p)}_- \right)$$

Le programme se résout en cherchant à maximiser l'utilité qui est une fonction croissante de la rentabilité espérée du portefeuille et décroissante du risque du portefeuille.

La figure suivante montre comment l'investisseur choisit un portefeuille optimal composé uniquement d'actions, en fonction de ses courbes d'indifférences.

**Figure 13**

**Sélection d'un portefeuille efficient en fonction  
des courbes d'utilités de l'investisseur**



Source : MORISSETTE (2011, p. 489)

Sur la figure, on constate que le portefeuille optimal de l'investisseur A se trouve sur la courbe d'indifférence  $I_{A2}$ , parce que la frontière efficiente n'atteint pas la courbe  $I_{A3}$  et l'ensemble des points de  $I_{A2}$  domine celui de  $I_{A1}$ . Il faut relever que l'investisseur est indifférent entre l'ensemble des points qui composent une courbe d'indifférence, et que plus la courbe est éloignée du point d'origine et plus elle lui amène de la satisfaction. Cependant, le point de tangence entre la courbe d'indifférence et la frontière efficiente caractérise le portefeuille optimal de l'investisseur. On remarque également que l'investisseur A est plus averse au risque que l'investisseur B. De plus, il est important de relever que les investisseurs ne sélectionneront pas forcément le même portefeuille optimal. Ce point est un attribut spécifique au modèle de Markowitz, car dans le modèle d'équilibre des actifs financiers, on ne considère qu'un seul et unique portefeuille pour l'ensemble des investisseurs. Ce second modèle sera présenté dans la suite de ce document.

#### **4.3.6 Droite d'équilibre du marché (DEM) ou Capital Market Line (CML)**

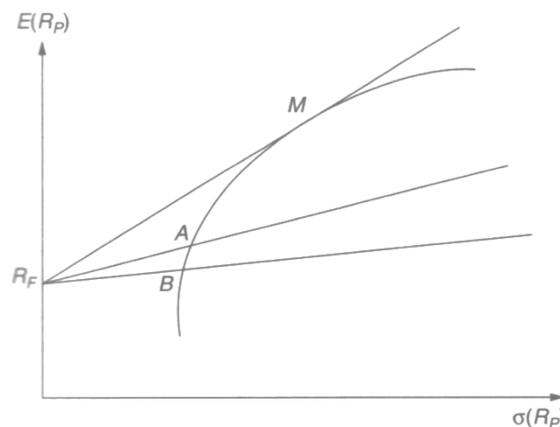
Jusqu'à présent, on a pris en compte uniquement des titres risqués, que sont les actions, alors que dans la réalité, les investisseurs ont l'opportunité de placer également leurs fonds dans des actifs qui ne le sont pas. D'où l'idée de composer une nouvelle frontière efficiente, qui prendrait en compte cette nouvelle possibilité d'investissement en amenant un niveau de diversification supplémentaire.

Pour cela, il est nécessaire de sélectionner un portefeuille optimal en fonction des courbes d'indifférence de l'investisseur et de choisir un actif sans risque. Il est d'usage de prendre pour référence la rentabilité des bons du Trésor du gouvernement

américain ou du pays dans lequel on se situe, à la condition qu'ils soient considérés comme non risqués. Cette situation est applicable au Canada et à la Suisse, puisque les bons gouvernementaux de ces deux pays sont de première qualité.

Ensuite, après la sélection de ces deux actifs, il est possible de composer un nouveau portefeuille, en fonction du poids qui est alloué à chacun d'entre eux. Les portefeuilles qu'il est possible de concevoir à partir de ces deux actifs sont caractérisés par une droite partant de l'axe des ordonnées, qui qualifie l'actif sans risque, et qui va jusqu'au portefeuille efficient que l'investisseur a sélectionné. Il existe donc une multitude de droites qu'il est possible de représenter.

**Figure 14**  
**Droites entre l'actif sans risque et les portefeuilles efficients**



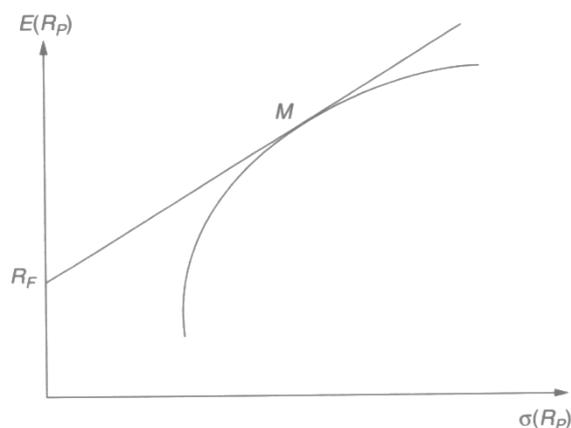
Source : AMENC, Noël, LE SOURD, Véronique (2003, p. 135)

Le point  $R_f$  représente un portefeuille composé à 100% d'actif sans risque et les points A, B et M, des portefeuilles entièrement investis dans des actifs risqués. Entre ces deux points, il existe de nombreux portefeuilles mixtes qui peuvent être sélectionnés par l'investisseur.

Cependant, la droite qui possède la pente la plus forte offre le niveau de rentabilité espérée le plus élevé. C'est pourquoi l'investisseur rationnel devrait sélectionner le portefeuille efficient se situant au point de tangence de l'ancienne frontière par rapport à l'actif sans risque, qui est représenté par la lettre M sur le graphique suivant. Ainsi, la nouvelle droite passant par les points  $R_f$  et M vient former la nouvelle frontière efficiente. Cette droite est appelée droite d'équilibre du marché (DEM) et en anglais « Capital Market Line » (CML). Elle est représentative de l'ensemble des portefeuilles que l'on peut constituer à partir de l'actif sans risque et du portefeuille M, en fonction

des proportions qui sont allouées à chacun d'entre eux. Une fois cette nouvelle frontière efficiente définie, l'investisseur peut sélectionner un nouveau portefeuille, situé au point de tangence d'une de ses courbes d'indifférences, par rapport à la DEM. Il est à noter que si l'investisseur sélectionne un portefeuille se situant au-delà du point M sur la DEM, cela signifie qu'il emprunte une partie des fonds au taux sûr  $R_f$ , pour les investir dans le portefeuille M, en plus de son propre capital qui y est aussi engagé.

**Figure 15**  
**Droites d'équilibre du marché (DEM) ou (CML)**



Source : AMENC, Noël, LE SOURD, Véronique (2003, p. 136)

Le rôle théorique du portefeuille M est d'offrir un portefeuille unique comprenant tous les titres risqués, en proportion de leurs valeurs marchandes et détenu par l'ensemble des investisseurs. Puisqu'il serait composé à partir de l'ensemble des titres risqués, on peut l'appeler portefeuille de marché. Il est important de noter que ce portefeuille est formé de titres à l'équilibre, où l'offre pour ces derniers correspond à la demande. Si un déséquilibre existait pour un titre, ce ne serait que provisoire puisque son prix baisserait, ce qui viendrait augmenter sa rentabilité et ensuite, l'attrait qu'il procurerait le ramènerait au niveau d'équilibre. Pendant le déséquilibre temporaire, le titre serait retiré du portefeuille, avant d'y reprendre place.<sup>20</sup>

Finalement, il faut noter que l'on appelle théorème de séparation, le mécanisme de composition du portefeuille mixte. C'est-à-dire la formation d'un nouveau portefeuille à partir de celui incluant les actifs risqués, détenu par l'ensemble des investisseurs, avec

<sup>20</sup> MORISSETTE, Denis. *Valeurs mobilières et gestion de portefeuille*. Trois-Rivières : Université du Québec, Les Éditions SMG, 2011. p. 495

l'actif sans risque. Plus précisément, ce théorème détermine que « seule la proportion des fonds investis dans le titre sans risque et dans le portefeuille  $M$  varie d'un investisseur à l'autre en fonction du degré d'aversion à l'égard du risque. ».<sup>21</sup>

On peut maintenant exposer la formule mathématique s'y afférant. Voici l'équation de la DEM qui est composée de l'ordonnée à l'origine  $r_s$  et de sa pente  $[E(R_M) - r_s]\sigma(R_p)/\sigma(R_M)$ .

$$E(R_p) = r_s + [E(R_M) - r_s]\sigma(R_p)/\sigma(R_M)$$

Dans cette équation  $r_s$  est le taux sans risque,  $E(R_M)$  le taux de rentabilité espérée du portefeuille de marché,  $\sigma(R_p)$  l'écart-type de la rentabilité d'un portefeuille parfaitement diversifié,  $\sigma(R_M)$  l'écart-type de la rentabilité du portefeuille de marché et  $E(R_p)$  le taux de rentabilité espérée d'un portefeuille parfaitement diversifié ou mixte.

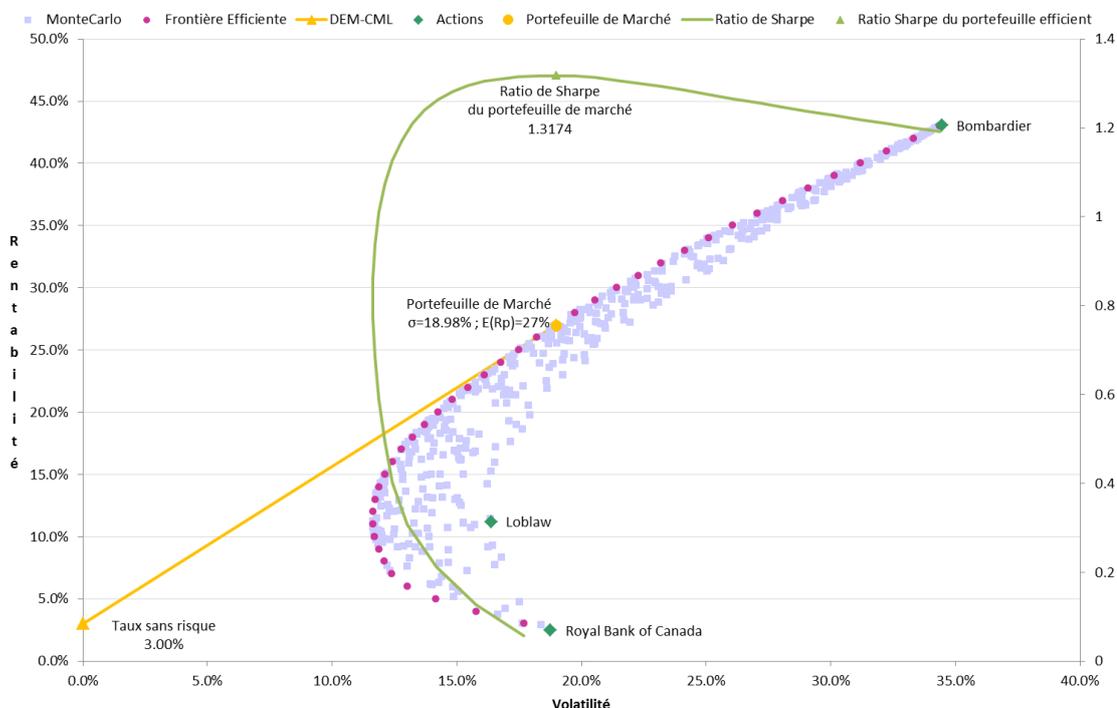
Pour terminer, voici l'illustration de la droite d'équilibre du marché à partir d'un portefeuille diversifié composé des trois titres, Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada, basée sur les données historiques journalières, entre les mois d'avril 2010 et avril 2011.

---

<sup>21</sup> *Ibid.*, p. 495

Figure 16

**Droite d'équilibre du marché pour le portefeuille mixte composé des titres Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

En partant du dernier graphique qui montrait la frontière efficiente pour les 3 titres de cette étude et en intégrant un actif sans risque (taux de rentabilité à 3%), le programme a déterminé le portefeuille efficient se situant au point de tangence avec la frontière efficiente. Ce portefeuille a une volatilité de 18,98% et offre une rentabilité espérée de 27%. Il est composé à 49,9% de titres Bombardier, à 48,8% de Loblaw et 1,3% de Royal Bank of Canada.

L'intégration d'un actif sans risque avec une rentabilité de 3% a permis au programme de dessiner la droite d'équilibre du marché, en partant de l'ordonnée à l'origine, jusqu'au portefeuille optimal considéré comme étant celui du marché.

Sur le graphique, la DEM s'arrête au niveau du portefeuille d'équilibre du marché, car la possibilité d'emprunter au taux sans risque afin de réinvestir ces fonds dans le portefeuille du marché n'a pas été considérée.

La courbe verte sur le graphique donne un aperçu de l'évolution du ratio de Sharpe, pour chaque portefeuille optimal composant l'ancienne frontière efficiente. On

remarque que le ratio de Sharpe du portefeuille de marché est affiché dans la partie supérieure du graphique, avec un rapport de 1.3174. Le ratio de Sharpe sera présenté ultérieurement dans ce document. Cependant, il faut noter qu'il permet également de repérer le portefeuille de marché sur la frontière efficiente. En effet, il mesure la rentabilité excédentaire moyenne réalisée par unité de risque total du portefeuille sur une période de temps et il est décrit par l'équation  $S_p = \frac{\bar{R}_p - \bar{r}_s}{\sigma(R_p)}$ , où  $\bar{r}_s$  représente la rentabilité de l'actif sans risque. Il suffit ainsi de rechercher le portefeuille efficient qui propose le ratio de Sharpe le plus élevé, pour trouver le portefeuille de marché.

La dernière considération est en rapport avec la composition du portefeuille de marché. En théorie, le portefeuille de marché devrait représenter l'ensemble des titres risqués. Cependant, dans le cadre de l'illustration, on a choisi de continuer l'exemple avec le portefeuille formé à partir des 3 titres. Dans la réalité, on devrait prendre le portefeuille équivalent à l'indice boursier canadien S&P/TSX Composite, qui est composé de 300 titres. Le S&P/TSX60 ne serait peut-être pas assez représentatif, puisqu'il inclut uniquement les 60 plus grosses compagnies canadiennes. Ainsi, on peut conclure en disant que dans cette situation, notre portefeuille de marché est diversifié entre les 3 titres, mais qu'il ne l'est pas parfaitement, car il n'est pas représentatif du marché et du portefeuille unique détenu par l'ensemble des investisseurs. Dans la prochaine section, on prendra l'indice de référence comme portefeuille de marché, afin de démontrer le processus d'évaluation des titres et de portefeuilles, selon le modèle d'équilibre des actifs financiers.

La dernière phase pour l'investisseur qui utiliserait ce programme consisterait à déterminer la proportion des fonds à investir entre le titre sans risque et le portefeuille du marché, pour composer un portefeuille parfaitement diversifié, en fonction de son aversion au risque. Pour trouver la rentabilité espérée du portefeuille mixte, il suffit d'appliquer l'équation de la DEM ou d'utiliser l'équation présentée au tout début de ce document, qui permettrait de calculer l'espérance de rentabilité d'un portefeuille, par une simple pondération :

$$E(R_p) = x_M E(R_M) + (1 - x_M) r_s$$

On calcule la volatilité du portefeuille mixte, à partir de la formule de l'écart-type d'un portefeuille composé de deux titres, où la variance du taux sans risque et la covariance sont égales à 0 :

$$\sigma(R_p) = \sqrt{w^2 \sigma^2(R_M) + (1-w)^2 \underbrace{\sigma^2(r_s)}_{=0} + 2w(1-w) \underbrace{Cov(R_M, r_s)}_{=0}} = w\sigma(R_M)$$

On peut transformer ainsi la formule :

$$\sigma(R_p) = w\sigma(R_M) \Leftrightarrow w = \frac{\sigma(R_p)}{\sigma(R_M)}$$

Ce qui signifie que le poids du portefeuille de marché peut être expliqué par le rapport entre l'écart-type du portefeuille mixte et l'écart-type du portefeuille de marché.

Si l'on réarrange la formule de l'espérance de rentabilité en substituant le poids  $w$  par l'équation précédente, on retrouve la formule de la DEM :

$$E(R_p) = \frac{\sigma(R_p)}{\sigma(R_M)}E(R_M) + \left(1 - \frac{\sigma(R_p)}{\sigma(R_M)}\right)r_s$$

$$E(R_p) = r_s + \left(\frac{E(R_M) - r_s}{\sigma(R_M)}\right)\sigma(R_p)$$

$$E(R_p) = r_s + [E(R_M) - r_s]\sigma(R_p)/\sigma(R_M)$$

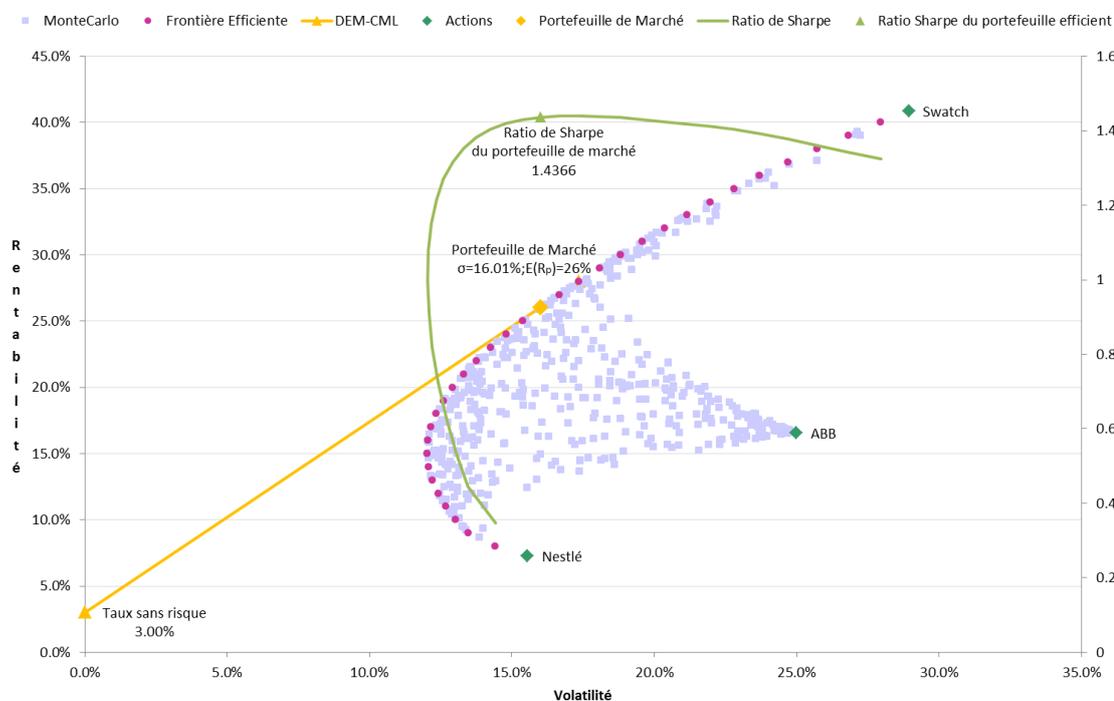
Ainsi, on obtient l'équation de la fonction affine du risque du portefeuille mixte, où  $b$  représente la pente ou le Ratio de Sharpe, qui est la mesure du prix du risque :

$$E(R_p) = r_s + b\sigma(R_p) ; b = \frac{E(R_M) - r_s}{\sigma(R_M)}$$

Pour terminer, en comparaison avec le graphique des trois titres canadiens, voici la même simulation pour les trois titres suisses.

Figure 17

**Droite d'équilibre du marché pour le portefeuille mixte composé des titres ABB, Nestlé et Swatch à partir des données historiques journalières - 04.2010/04.2011**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

Si l'on compare les deux graphiques générés avec le programme, on constate que d'une manière générale, leur représentation est relativement similaire. Par contre, en confrontant un à un les titres suisses et les titres canadiens, on retrouve une configuration très proche entre les deux portefeuilles, car on peut regrouper ces titres en trois catégories, selon le couple rentabilité espérée-risque. On aurait un groupe de bas niveau avec Nestlé et RBC, un groupe de niveau moyen avec ABB et Loblaw et finalement un groupe élevé avec Swatch et Bombardier. On remarque ainsi que mis à part le groupe élevé, les titres suisses des deux autres groupes ont mieux performé et dans le cas de Nestlé, on aperçoit immédiatement qu'en plus de cela, il a affiché une volatilité plus faible.

**Tableau 10**  
**Comparaison des résultats obtenus entre**  
**les trois titres canadiens et les trois titres suisses**

	NESTLE	ABB	SWATCH	RBC	LOBLAW	BOMBARDIER
Localisation	Suisse	Suisse	Suisse	Canada	Canada	Canada
Rentabilité Esp.	7,25%	16,55%	40,85%	2,49%	11,21%	43,06%
Volatilité	15,54%	24,98%	28,94%	18,76%	16,39%	34,46%
PORTEFEUILLE EFFICIENT SUISSE			PORTEFEUILLE EFFICIENT CANADIEN			
Rentabilité Esp	26,00%			27,00%		
Volatilité	16,01%			18,98%		
Ratio de Sharpe	1.4366			1.3174		

Source : COURVOISIER (2012)

Dans la seconde partie du tableau, on affiche les résultats obtenus pour le portefeuille optimal situé sur la frontière efficiente. On constate finalement que le portefeuille suisse efficient affiche une volatilité plus faible de 3% que le portefeuille canadien, mais avec un niveau de rentabilité espérée de 1% plus faible. On peut donc en conclure qu'en détenant le portefeuille suisse, on obtient un niveau de rentabilité moyen par unité de risque total, plus élevé qu'en sélectionnant le portefeuille canadien. Cette constatation est visible, grâce au ratio de Sharpe qui est plus élevé. On notera que ce ratio est décrit en détail dans la section concernant la performance.

À partir de là, comme expliqué précédemment, on pourrait mixer ce portefeuille avec l'actif sans risque, selon notre objectif de rentabilité espérée. En prenant un taux sans risque égal à 3% et en estimant l'aversion au risque de l'investisseur à un niveau de volatilité de 10%, on obtiendrait l'espérance de rentabilité suivante :

$$E(R_p) = r_s + [E(R_M) - r_s] \sigma(R_p) / \sigma(R_M)$$

$$E(R_p) = 0.03 + \frac{(0.26 - 0.03)}{0.1601} * 0.1 = 0.1736602123673 \approx \mathbf{17,4\%}$$

Ensuite, on pourrait déterminer la composition du portefeuille mixte, pour un niveau de rentabilité espérée de 17,4% de la façon suivante :

$$E(R_p) = x_M E(R_M) + (1 - x_M) r_s$$

$$E(R_p) = x * 0.26 + (1 - x) * 0.03$$

$$0.174 = 0.26x + 0.03 - 0.03x \rightarrow 0.144 = 0.23x$$

$$x = 0.6261 \approx \mathbf{62.6\%}$$

Donc, pour atteindre un degré de volatilité égal à 10%, selon l'aversion au risque de l'investisseur, il obtiendrait une rentabilité espérée de 17,4%, en plaçant 62,6% des fonds dans le portefeuille efficient et 37,4% dans l'actif sans risque.

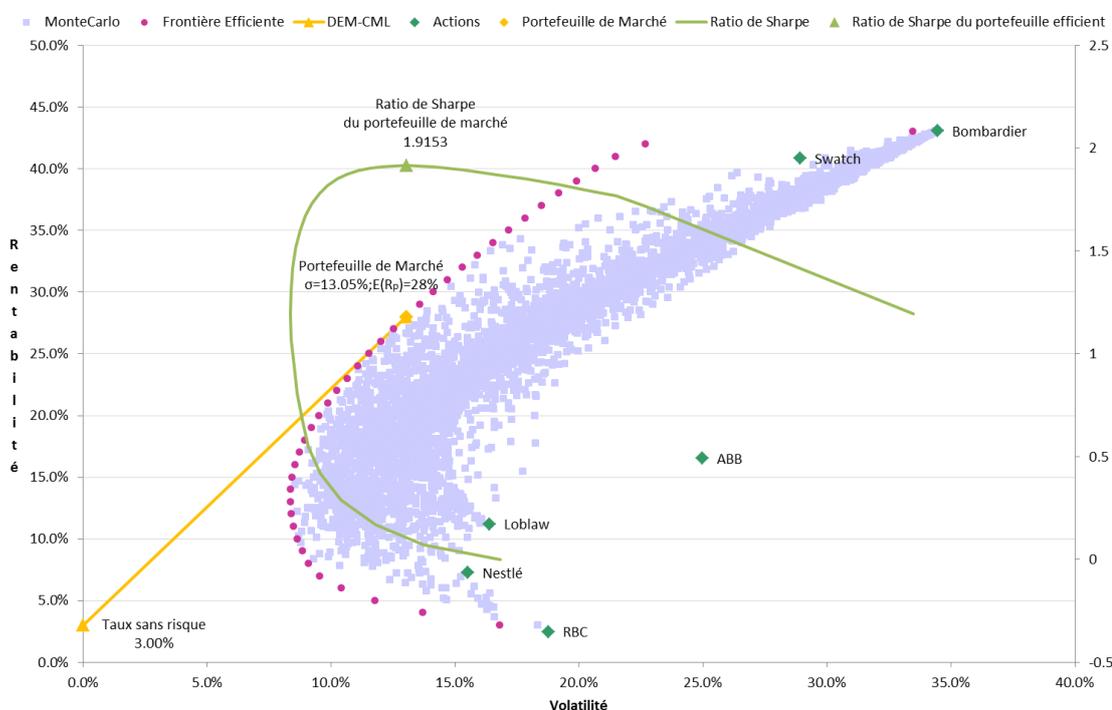
Finalement, de manière à faire une brève incursion dans le monde de la diversification internationale, on pourrait composer un portefeuille transnational efficient, à partir du portefeuille de titres canadiens et du portefeuille suisse. Pour cela, il faudrait connaître le niveau de corrélation entre ces deux portefeuilles. Ensuite, en suivant la même procédure qui a mené jusqu'à cette phase, on obtiendrait le portefeuille international efficient. Pour finir, on pourrait à nouveau recomposer un portefeuille mixte.

Pour obtenir le niveau de corrélation entre ces deux portefeuilles, il serait nécessaire de calculer la rentabilité (arithmétique) moyenne du portefeuille canadien et du portefeuille suisse, pour chaque jour de l'historique, en prenant en considération la pondération entre les titres qui les composent. Après cela, on serait capable de calculer le coefficient de corrélation, indispensable au processus de simulation.

Puisque ces opérations devraient être effectuées manuellement, une alternative est proposée grâce au logiciel. Il s'agit de reconstituer un portefeuille unique, composé des trois titres canadiens et des trois titres suisses. Toutefois, il faut préciser que la rentabilité réelle d'un titre devrait prendre en considération le taux de change entre l'achat et la revente, pour que l'estimation soit exacte. Dans l'exemple suivant, on considère l'évolution des titres, sans prendre en compte l'aspect des plus ou moins-values réalisées sur les taux de change. Donc, cette dernière figure doit être interprétée avec précautions !

**Figure 18**

**Droite d'équilibre du marché pour le portefeuille mixte composé des titres ABB, Nestlé, Swatch, Bombardier, Loblaw et RBC - 04.2010/04.2011**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

Pour obtenir ce graphique, on a généré 5000 portefeuilles composés des six titres et déterminé la frontière efficiente, grâce à un programme d'optimisation, incrémentant avec un palier de 1% le taux de rentabilité espérée. On arrive ainsi à obtenir un portefeuille efficient composé d'environ 23% de titres Bombardier, 20% de Loblaw, 0% de Royal Bank of Canada, 15% d'ABB, 11% de Nestlé et 31% de Swatch Group.

La simulation de Monte-Carlo s'éloigne de la frontière efficiente au fur et à mesure qu'on augmente la volatilité, car les poids sont automatiquement incrémentés et il faudrait peut-être augmenter le nombre de simulations pour obtenir une surface plus uniforme.

Finalement, voici la table des corrélations obtenues entre ces titres :

**Tableau 11**  
**Table des corrélations entre ABB, Nestlé, Swatch,**  
**Bombardier, Loblaw et RBC - 04.2010/04.2011**

Corrélation	BOMBARDIER	LOBLAW	RBC	ABB	NESTLE	SWATCH
BOMBARDIER	100.00%	22.94%	28.72%	32.19%	7.86%	32.31%
LOBLAW	22.94%	100.00%	18.68%	28.16%	18.74%	25.12%
RBC	28.72%	18.68%	100.00%	36.77%	20.14%	31.00%
ABB	32.19%	28.16%	36.77%	100.00%	39.69%	62.25%
NESTLE	7.86%	18.74%	20.14%	39.69%	100.00%	45.95%
SWATCH	32.31%	25.12%	31.00%	62.25%	45.95%	100.00%

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

On remarque grâce à cette table que sur la période d'avril 2010 à avril 2011, il n'y avait que très peu de corrélation entre les divers titres. Seuls Swatch et ABB ont affiché une corrélation assez forte, alors que les titres Nestlé et Bombardier ont évolué de manière presque indépendante. On obtient aussi ces résultats, car les titres proviennent de secteurs et de places boursières différents. On observe une plus grande corrélation entre les titres cotés sur la même Bourse. On en conclut que selon ce modèle, il est possible d'augmenter le degré d'efficacité du portefeuille, grâce à la diversification internationale.

#### **4.4 Modèle d'équilibre des actifs financiers**

Les travaux menés par William F. Sharpe dans le début des années 60 et par la suite repris par J. Lintner et J. Mossin, furent entrepris après la démocratisation du modèle de Markowitz dans les milieux financiers et universitaires. L'idée de Sharpe était de comprendre ce qui se passerait, si l'ensemble des investisseurs se comportait en suivant le modèle de Markowitz. Sa principale constatation fut que dans cette situation, il n'existerait plus qu'un seul portefeuille efficace pour l'ensemble des acteurs du marché et que ce portefeuille serait représentatif du marché lui-même.

Il faut néanmoins souligner que certains économistes incluent J. L. Treynor à la liste des auteurs ayant participé à l'élaboration du modèle d'équilibre des actifs financiers. En effet, ses travaux ont précédé ceux de Sharpe et s'inscrivaient dans la même orientation. Malheureusement, à défaut d'une publication dans une revue scientifique, ils n'ont pas obtenu la reconnaissance qu'ils méritaient.

#### 4.4.1 Présentation du modèle

Selon les recherches de William F. Sharpe, dans le cadre de sa thèse qui lui a valu la remise d'un prix Nobel d'économie en 1970, le modèle édicté par Harry Markowitz qui permet de quantifier la relation entre la rentabilité et le risque dans un environnement idéal, mènerait à la détention d'un unique portefeuille efficient représenté par le portefeuille de marché. Ce portefeuille optimal serait défini par le comportement des acteurs sur le marché, puisque le prix et le risque de chaque action en dépendent. En réfléchissant ainsi, la génération de multiples portefeuilles en fonction du niveau de pondération attribué à chaque action deviendrait obsolète, puisque l'on considère que le marché est le meilleur indicateur. On arriverait ainsi, à même réfuter l'existence de nombreux portefeuilles efficients, car on pourrait simplement répliquer la composition des actions du marché.<sup>22</sup> De nos jours, l'existence de fonds indiciels calqués sur la valeur des indices boursiers simplifie grandement le travail. On relèvera ainsi, la contradiction existante avec le modèle de Markowitz.

Suite à ces observations, comme le portefeuille de marché devient la référence absolue, il n'est plus nécessaire de raisonner en termes de liaison positive entre la rentabilité d'un titre ou d'un portefeuille avec son niveau de risque, car de toute manière, il n'existait pas de relation mathématique précise entre ces deux critères.<sup>23</sup> De cette façon, on ne cherche plus à évaluer les actions entre elles, mais plutôt à les comparer avec l'indicateur du marché.

Pour arriver à ces conclusions, Sharpe a instauré les notions d'actifs sans risque et celle de prime de risque, qui pour cette dernière se calcule à partir de la différence des rentabilités entre le marché et l'actif sans risque. On considère l'actif sans risque comme étant les bons du Trésor qui sont estampillés avec la meilleure note de crédit. La prime de risque représente donc, le niveau de rentabilité supplémentaire attendu, qu'offrent les actifs risqués (actions) par rapport à l'actif sans risque. On se base fréquemment sur les rentabilités historiques, pour déterminer la prime de risque.

Avec la méthode de Sharpe, la corrélation ne se calcule plus entre les actions, mais par rapport au portefeuille de marché. Cette évolution amène à calculer le bêta ( $\beta$ ) qui devient la nouvelle mesure de la volatilité des actions (leur risque). On définit le bêta comme étant le niveau de corrélation entre les mouvements du cours de l'action et

---

<sup>22</sup> HERLIN, Philippe. *Finance le nouveau paradigme. Comprendre la finance et l'économie avec Mandelbrot, Taleb....* Paris : Eyrolles, 2010, p. 41

<sup>23</sup> MORISSETTE, Denis. *Valeurs mobilières et gestion de portefeuille*. Trois-Rivières : Université du Québec, Les Éditions SMG, 2011. p. 520-521

celui de l'ensemble du marché. On considère que le  $\beta$  du marché équivaut à 1, ce qui veut dire que l'on évalue une action avec un  $\beta$  supérieur à 1 comme étant plus volatile que le marché et inversement, que si son  $\beta$  est inférieur à 1 (mais supérieur à 0), il s'agirait d'un titre moins volatil que le marché. Un  $\beta$  de 0 est caractéristique d'un actif sans risque, ce qui signifie qu'il est indépendant de l'évolution du marché. Pour terminer, un  $\beta$  se situant en dessous de 0 décrirait le comportement d'un titre qui évoluerait en sens inverse au marché.

L'ensemble de ces points amène à la mise en place de la formule du modèle d'équilibre des actifs financiers (MEDAF), en anglais « Capital Asset Pricing Model » (CAPM), qui permet de mesurer l'espérance de rentabilité d'un titre, en fonction de la prime de risque du marché, du bêta du titre et du taux sans risque.

Ce modèle rappelle le paradigme de la gestion de portefeuille, qui décrit la relation entre le risque et la rentabilité, en édictant que plus on prend de risques et plus on est susceptible d'obtenir un gain important. Ce qui corrobore avec le modèle de Markowitz, mais en le mesurant d'une manière différente. On relèvera qu'avec l'utilisation du MEDAF, on constate que plus le bêta du titre est élevé et plus la rentabilité de l'action augmente, alors que dans le modèle de Markowitz, on établissait que plus l'écart-type est élevé et plus la rentabilité augmente.

#### 4.4.2 Hypothèses

Le MEDAF est basé sur un groupe d'hypothèses simplificatrices, dont les trois premières sont identiques à celle de la théorie du portefeuille de Markowitz. Ces hypothèses ont été reprises de l'ouvrage de M. Morissette<sup>24</sup> :

1. *Les investisseurs ont de l'aversion pour le risque et cherchent à maximiser leur utilité espérée.*
2. *Les investisseurs prennent leurs décisions sur la base du rendement espéré et de l'écart-type du rendement des portefeuilles.*
3. *L'horizon de planification est d'une période.*
4. *Les investisseurs ont des anticipations homogènes concernant le rendement et le risque de chacun des titres sur le marché.*

---

<sup>24</sup> MORISSETTE, Denis., *op. cit.*, p. 521

5. *Il est possible pour les investisseurs de prêter ou d'emprunter à un taux sûr uniforme pour tous.*
6. *Les marchés des capitaux sont parfaits : absence de frais de transaction, information gratuite et accessible à tous simultanément, divisibilité des titres, etc.*
7. *Les investisseurs peuvent vendre à découvert les titres sans aucune restriction.*
8. *Aucun investisseur ne peut, par le biais de ses achats et ventes, affecter le prix des titres.*

#### **4.4.3 Calcul du bêta d'un titre et de celui d'un portefeuille**

Lors de la présentation du modèle, on a évoqué l'existence d'un nouvel indicateur de risque (ou de volatilité) appelé le bêta ( $\beta$ ). Mais avant de le mesurer, on doit tout d'abord expliquer la façon dont se décompose le risque en général.

On a vu dans le modèle de Markowitz que le risque d'un titre (risque total) se mesurait par la volatilité du taux de rentabilité. Cependant, ce risque peut maintenant être décomposé en deux sous-groupes, le risque systématique qui est non diversifiable et qui découle du risque attribuable au comportement du marché et le risque spécifique au titre. Lorsqu'on est à l'équilibre, seul le risque systématique est rémunéré par le marché, car le risque diversifiable spécifique est éliminé par l'effet de diversification, dû à la détention d'un grand nombre de titres. C'est la raison pour laquelle ce dernier n'est pas rétribué.

$$\text{Volatilité action } k = \text{Risque spécifique action } k + \text{Risque systématique action } k$$

$$\text{Risque systématique action } k = (\beta \text{ action } k)^2 * \text{Risque systématique du marché}$$

De nombreux facteurs macroéconomiques, politiques et financiers ont une influence sur le risque systématique, par exemple le PIB, l'inflation, la balance commerciale, les cycles économiques, les taux d'intérêt, l'orientation politique d'un pays, les conflits, les accords commerciaux, etc.

Le risque spécifique se caractérise par les facteurs influençant le cours boursier d'un titre ou d'un nombre très limité de titres. Le risque lié à ces facteurs a la particularité de pouvoir être éliminé, grâce à l'effet de diversification au sein d'un portefeuille d'actions. En effet, dans le cas où une société annoncerait de mauvaises nouvelles, impactant directement le cours de l'action, on pourrait compenser ce contre-coup par la détention

d'autres titres, dont le comportement s'opposerait à celui de cette compagnie. En sélectionnant par exemple des titres provenant de sociétés qui affichent de bonnes perspectives économiques à venir. La plupart des facteurs influençant le risque spécifique sont de l'ordre interne, tels que des problèmes de gestion, opérationnels, politiques, juridiques et stratégiques. Cependant, d'autres causes peuvent influencer le risque spécifique, par exemple la diffusion d'informations financières, l'étude de la situation économique de l'entreprise par des acteurs externes, l'entrée de nouveaux concurrents, la signature de contrats commerciaux, etc.

On mesure le coefficient bêta d'un titre, à partir du rapport entre son niveau de corrélation ou de covariance avec le portefeuille de marché et la variance des rentabilités du marché :

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)} = \frac{\rho(R_i, R_M)\sigma(R_i)\sigma(R_M)}{\sigma^2(R_M)} = \frac{\rho(R_i, R_M)\sigma(R_i)}{\sigma(R_M)}$$

Quant au coefficient bêta d'un portefeuille, il se calcule à partir de la pondération du coefficient bêta s'afférant à chacun des titres le composant :

$$\beta_p = x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + \dots + x_n\beta_n = \sum_{i=1}^n x_i\beta_i$$

**Tableau 12**

**Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour ABB, Nestlé, Swatch, Bombardier, Loblaw et Royal Bank of Canada**

Horizon	30.04.2010-30.04.2011		30.04.2011-30.04.2012		30.04.2007-30.04.2012	
Titres	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta
ABB LTD	24.98%	1.28	33.19%	1.42	91.24%	1.43
NESTLE SA	15.54%	0.74	15.06%	0.58	55.08%	0.70
SWATCH GROUP	28.94%	1.37	36.20%	1.42	88.25%	1.24
BOMBARDIER INC.	34.46%	1.20	40.63%	1.18	113.57%	1.26
LOBLAW COMPANIES LIMITED	16.39%	0.53	19.39%	0.51	52.62%	0.35
ROYAL BANK OF CANADA	18.76%	0.81	21.93%	0.88	70.30%	0.95

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

On constate à l'aide du tableau précédent que le bêta change en fonction de l'horizon temps et qu'il n'évolue pas proportionnellement à l'indice de volatilité<sup>25</sup>. En prenant le

<sup>25</sup> Se référer aux annexes pour les tableaux complets liés aux indices S&P/TSX60, SMI et DJIA.

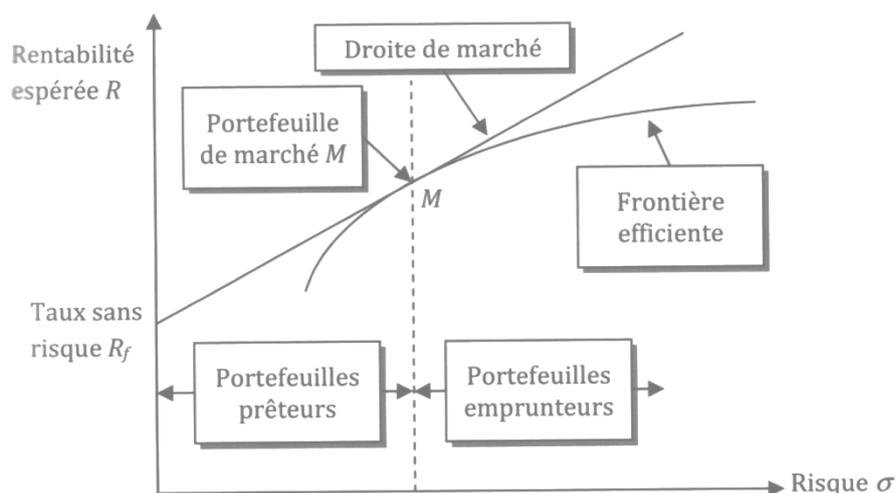
titre ABB sur l'année 2011-2012, le bêta est de 1,42 pour une volatilité de 33,19%, alors que pour Swatch, il est identique avec 1,42, alors que sa volatilité s'élève à 36,20%. On en conclut que sur cette période de temps, Swatch a été affecté par un risque spécifique plus élevé qu'ABB, puisque pour un même niveau de risque systématique, son risque total est supérieur à celui d'ABB.

Par ce tableau, on peut souligner une des critiques faites au modèle d'équilibre des actifs financiers, quant au fait que l'on considère le bêta comme une valeur fixe sur la période de temps considérée, alors que dans la réalité, il évolue constamment. Donc, le bêta reste une mesure relativement fébrile et dépendante de l'horizon temporel historique, sur lequel on l'a évalué.

#### 4.4.4 Ligne d'équilibre des titres (LET) ou Security Market Line (SML)

En rappel à la dernière section consacrée à la théorie du portefeuille de Markowitz, le MEDAF prend sa source depuis la composition du portefeuille mixte, entre l'actif sans risque et le portefeuille de marché, qui est situé à la tangence de l'ancienne frontière efficiente. Ainsi, on est capable de redessiner la nouvelle frontière efficiente, qui prend la forme d'une droite, appelée la droite d'équilibre du marché (DEM).

**Figure 19**  
**Portefeuille de marché selon le modèle de Markowitz**



Source : WILLIAMS, Benjamin (2010, p.139)

En partant du principe que toutes les hypothèses du MEDAF sont respectées, l'investisseur devrait choisir un portefeuille mixte, situé sur la CML. On relèvera que

dans le modèle de Sharpe, les portefeuilles localisés sur la CML sont parfaitement diversifiés, ce qui implique que le risque spécifique est inexistant.

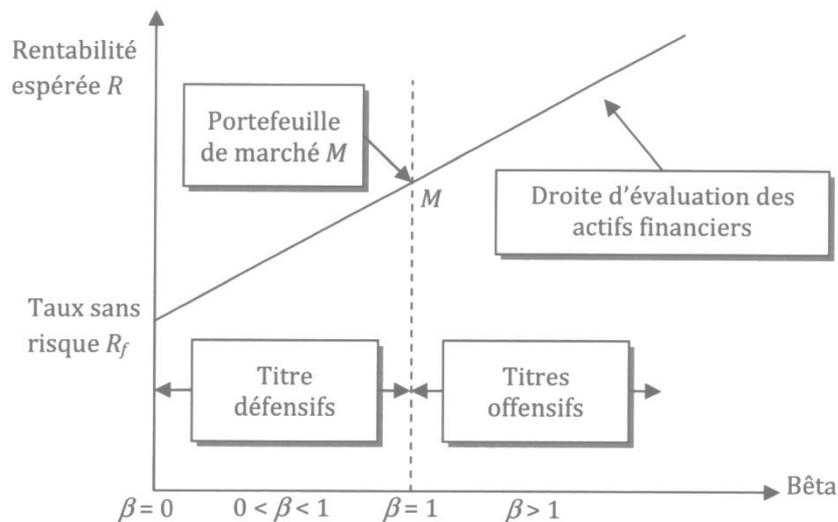
En dérivant les propriétés de la droite de marché et de la frontière efficiente, qui ont été illustrées dans le graphique précédent, Sharpe a redéfini un nouveau modèle. Il a mis en relation le bêta des titres avec leur rentabilité espérée, tout en prenant en compte le niveau du taux sans risque et de la prime de risque du marché. Dans cette nouvelle conception, la droite d'équilibre du marché devient en toute logique, la ligne d'équilibre des titres (LET) ou « security market line » (SML), car elle détermine où devraient se situer les titres dans une situation stable. Son modèle permet de déterminer la relation risque-rentabilité pour des titres seuls et même pour des portefeuilles se trouvant dans des conditions de diversifications imparfaites. Pour cela, il a formalisé l'équation suivante, qui est valide autant pour un portefeuille que pour un titre seul :

$$E(R_i) = r_s + [E(R_M) - r_s]\beta_i$$

Ce modèle décrit un lien linéaire entre la rentabilité espérée et le risque systématique, qui est le seul à être rémunéré par le marché, puisque le portefeuille détenu par les investisseurs peut-être diversifié, lorsque les conditions de marché sont efficientes. On mesure le rendement exigé sur un portefeuille ou un titre, à l'aide du taux sans risque, additionné de la prime de risque. La prime de risque du titre ou du portefeuille s'obtient par la multiplication du bêta avec la prime de risque du marché. Le portefeuille de marché est déterminé à partir de l'ensemble des titres, en fonction de leur capitalisation. Dans un cas concret, on recherchera à sélectionner un portefeuille de marché construit depuis la composition d'un indice boursier complet.

Voici la représentation graphique du MEDAF.

**Figure 20**  
**Portefeuille de marché selon le MEDAF et**  
**ligne d'équilibre des titres (LET) ou security market line (SML)**



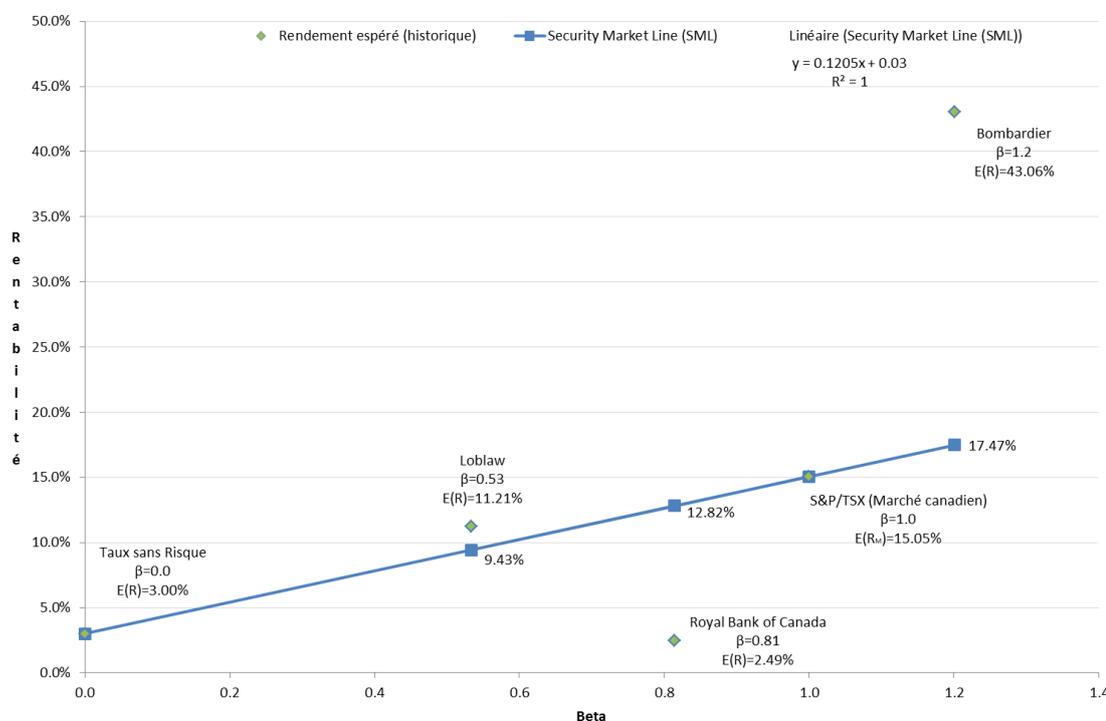
Source : WILLIAMS, Benjamin (2010, p.141)

On notera que les titres évalués avec un bêta inférieur à 1 sont considérés comme défensifs et que ceux qui ont un bêta supérieur au risque de marché ( $\beta_M = 1$ ) prennent l'appellation de titres offensifs.

La figure précédente permet de déterminer les titres qui ont été surévalués ou sous-évalués, grâce à l'application du MEDAF. Un titre situé au-dessus de la SML est rendu intéressant, car son taux de rentabilité espérée est plus élevé que le niveau de rentabilité requise. On peut dire qu'il est sous-évalué. Inversement, une action située en dessous de la SML se trouve en situation de surévaluation, car son taux de rentabilité espérée est inférieur au niveau de rentabilité requise, lorsque l'on prend en considération son risque systématique.

**Figure 21**

**Ligne d'équilibre des titres pour le portefeuille composé des titres  
Bombardier, Loblaw et RBC - 04.2010/04.2011**



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

Voici la représentation obtenue à l'aide du programme de composition de portefeuilles. L'indice de référence est l'indice canadien S&P/TSX Composite Index, qui est composé des 300 plus grandes entreprises canadiennes et qui correspond à environ 70% de l'ensemble de la capitalisation de ce marché. Le taux sans risque a été fixé à 3%, comme dans les derniers exemples. En se fiant à l'explication du paragraphe précédent, on pourrait donc dire que le titre Bombardier est largement sous-évalué, ainsi que celui de Loblaw, dans une moindre mesure. Quant à Royal Bank of Canada, il est en situation de surévaluation, puisque la rentabilité requise dépasse de près de 10% le niveau de rentabilité espérée.

Toutefois, il est important de préciser un élément essentiel par rapport au graphique. Dans cette situation, on a généré les points représentant la rentabilité espérée des titres, par rapport à la SML. Cette façon de déterminer si les titres sont surévalués ou sous-évalués ne doit pas être considérée comme très fiable. Effectivement, on a calculé la SML à partir des rentabilités historiques et on la compare à la rentabilité espérée des titres, qui est aussi évaluée à partir de l'historique. En pratique, il arrive fréquemment que les gestionnaires ou les analystes comparent la valeur marchande

des titres à leur valeur intrinsèque. Pour cela, ils estiment le prix des titres dans une période, à l'aide par exemple de l'analyse fondamentale. Puis, ils calculent la valeur intrinsèque de ces actions, qui représente la valeur à laquelle elles devraient être actuellement négociées. Ainsi, ils doivent actualiser le prix estimé dans une période, avec le taux de rentabilité requise. Prenons un exemple. Si l'on suppose que le prix du titre Bombardier dans un an sera de 4 CAD, en actualisant au taux de rentabilité requise (17,47%), on obtient la valeur intrinsèque du titre :

$$\text{Valeur intrinsèque} = \frac{4 \text{ CAD}}{(1 + 0.1747)} = 3.41 \text{ CAD}$$

Maintenant, si l'on connaît le cours du titre Bombardier, par exemple 3.20 CAD, on est capable de déterminer s'il est sur ou sous-évalué. Dans cet exemple, on peut dire que le titre est sous-évalué, puisque sa valeur marchande est inférieure de 21 cents à la valeur intrinsèque.

Pour conclure avec cette partie, il faut noter qu'un titre non localisé sur la SML ne restera pas longtemps dans cette position, puisqu'à terme un équilibre persistera. En effet, si un titre est surévalué, son prix baissera, car la demande diminuera. La diminution de la demande a pour conséquence d'augmenter la rentabilité espérée du titre, jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau de la SML, qui correspond à la rentabilité requise. Le même principe est valable pour un titre sous-évalué, car son prix augmentera à la suite de l'augmentation de la demande, ce qui engendrera une baisse de la rentabilité espérée, l'amenant au niveau de rentabilité requise.

## **4.5 Performance**

Le calcul de la performance des actifs est un sujet très intéressant, car il s'agit de l'étape finale qui permet d'évaluer non seulement la rentabilité du portefeuille, mais aussi la qualité des gestionnaires. En effet, il existe de nombreuses méthodologies d'appréciation de la performance. Que ce soit par la mesure du taux de rendement pondéré par les flux monétaires, appelée aussi TRI (taux de rendement interne en finance d'entreprise), les ratios de Sharpe, Treynor et de Jensen, la méthode de décomposition de la performance globale d'un portefeuille ou d'autres types de mesures. La méthode de décomposition de la performance globale d'un portefeuille permet d'analyser la rentabilité obtenue par le gestionnaire, en fonction des différentes phases d'investissement qu'on a déjà exposé dans la section 1.2.4.

Étant donné la grande diversité de ces mesures, on ne décrira que les ratios de Treynor, Jensen et Sharpe. Même s'il s'agit d'un sujet qui dépasse l'objectif de ce

mémoire, ces ratios relativement indissociables les uns des autres seront présentés, puisqu'à plusieurs reprises, il en a brièvement été fait allusion. Si l'on se remémore les sections précédentes, on utilisait le ratio de Sharpe dans le cadre des calculs effectués par l'outil, dans le but d'obtenir le portefeuille optimal situé sur la frontière efficiente et considéré comme étant le portefeuille de référence du marché.

#### 4.5.1 Ratio de Sharpe

Le ratio de Sharpe (1966) permet la mesure de la rentabilité excédentaire moyenne réalisée par unité de risque total du portefeuille, sur une période de temps. C'est la raison pour laquelle, on le calcule à partir de l'écart-type, contrairement au ratio de Treynor qui se base sur le risque systématique (le bêta).

$$S_p = \frac{\bar{R}_p - \bar{r}_s}{\sigma(R_p)}$$

On notera qu'il s'agit de la pente de la droite d'équilibre du marché (DEM). Pour rappel, voici la formule qu'on avait précédemment déterminée :

$$E(R_p) = r_s + b\sigma(R_p); b = \frac{E(R_M) - r_s}{\sigma(R_M)}$$

En confrontant le ratio de Sharpe du portefeuille de marché et du portefeuille évalué, on arrive à déterminer quel est le portefeuille qui a réalisé la meilleure performance, en cherchant le ratio qui est le plus élevé entre les deux :

$$\frac{E(R_M) - r_s}{\sigma(R_M)} \leq \text{ou} \geq \frac{E(R_p) - r_s}{\sigma(R_p)}$$

#### 4.5.2 Ratio de Treynor

Le ratio de Treynor (1965) mesure la rentabilité excédentaire moyenne réalisée par unité de risque systématique du portefeuille, au cours d'une période. Treynor s'est fondé sur l'hypothèse que les investisseurs détenaient tous des portefeuilles parfaitement diversifiés, dont le risque spécifique est nul. Il se plaçait donc, dans un contexte où le modèle d'équilibre des actifs financiers peut être considéré comme une bonne approximation du fonctionnement des marchés financiers.

Le ratio de Treynor se formalise ainsi :

$$T_p = \frac{\bar{R}_p - \bar{r}_s}{\beta_p}$$

En analysant de plus près cette formule, on constate qu'elle provient de la transformation de celle du MEDAF :

$$E(R_i) = r_s + [E(R_M) - r_s]\beta_i$$

$$\frac{E(R_i) - r_s}{\beta_i} = E(R_M) - r_s$$

On remarque que le terme de gauche correspond au ratio de Treynor du portefeuille à évaluer et que celui de droite peut être considéré comme le ratio de Treynor du portefeuille de marché, dont le bêta est égal à 1. En comparant le ratio de Treynor du portefeuille de marché avec celui de notre portefeuille, on est capable de déterminer si le risque de ce dernier est suffisamment rémunéré.

Il est important de souligner que les résultats obtenus peuvent différer d'un investisseur à l'autre, puisque le calcul du bêta dépend de l'indice de référence qu'on a sélectionné.

Comme pour le ratio de Sharpe, le ratio de Treynor représente la pente d'une droite. Cependant, cette fois-ci, elle se caractérise comme étant la pente de la ligne d'équilibre des titres (LET). On a le coefficient bêta sur l'axe des abscisses, au lieu de l'écart-type qui s'appliquait dans le cas du ratio de Sharpe et qui était représenté par la droite d'équilibre du marché (DEM).

### 4.5.3 Ratio de Jensen

Le ratio de Jensen (1968) mesure la performance anormale du portefeuille, sur une période de temps. Ce ratio est basé sur le modèle d'équilibre des actifs financiers, ce qui permet l'estimation de la rentabilité normale du portefeuille. Ce ratio est déterminé par l'excès de rentabilité dégagé par le portefeuille, à partir du taux sans risque, qu'on vient comparer au niveau de rentabilité expliquée par le modèle de marché  $E(R_p) - r_s = \alpha_p + \beta_p(E(R_M) - r_s)$ . On peut également le formuler ainsi, à partir du MEDAF :

$$E(R_p) = r_s + [E(R_M) - r_s]\beta_p$$

$$E(R_p) - r_s = [E(R_M) - r_s]\beta_p$$

Les rentabilités excédentaires observées du portefeuille ( $E(R_p) - r_s$ ) sont régressées par rapport aux rentabilités excédentaires du portefeuille de marché ( $E(R_M) - r_s$ ). Ainsi, il est possible de mesurer la performance anormale du portefeuille ( $\alpha_p$ ). On obtient le modèle de régression linéaire suivant :

$$\overbrace{R_{pt} - r_{st}}^y = \alpha_p + \beta_p \overbrace{(R_{Mt} - r_{st})}^x + e_{pt}$$

Le terme  $\beta_p(R_{Mt} - r_{st})$  mesure la rentabilité du portefeuille prévue par le modèle,  $\alpha_p$  donne la part de rentabilité supplémentaire ou anormale venant des choix pris par le gestionnaire et  $e_{pt}$  représente les rentabilités résiduelles qui sont égales à 0. Lorsque  $\alpha_p$  est supérieur à 0, on en conclut que le gestionnaire a battu le marché. Cela s'explique par le fait qu'il a obtenu une rentabilité supérieure, pour un risque systématique égal à s'il avait recouru à une stratégie de gestion passive, en investissant une part dans l'actif sans risque et le reste dans le portefeuille de marché. Le raisonnement inverse peut également être effectué, ce qui voudrait dire que si  $\alpha_p$  était inférieur à 0, la performance du gestionnaire n'aurait pas été bonne comparativement au suivi d'une stratégie de gestion passive.

Comme pour le ratio de Treynor, les résultats sont dépendants du choix de l'indice de référence.

## 5. Évaluation de l'outil et des modèles financiers

Pour conclure ce travail, une interaction privilégiée avec un professionnel de la finance et plus particulièrement de la gestion de portefeuille a permis d'évaluer la pertinence du programme développé et d'étudier plus en détail, l'intégration des modèles financiers dans un environnement professionnel. De plus, des renseignements supplémentaires ont été obtenus par l'intermédiaire de conversations informelles avec d'autres spécialistes du domaine. Ils n'ont pas forcément souhaité interagir dans ce mémoire, par peur de devoir dévoiler des informations stratégiques liées à leur profession ou à l'institution qui les emploie, malgré la possibilité de signer une charte de confidentialité. Il est vrai que la recherche d'un interlocuteur acceptant de coopérer sur cet ouvrage et qui ait les compétences adéquates fut une des principales difficultés de ce travail. D'autant plus que celui-ci a été mené au Canada, un pays qui m'était méconnu jusque-là, et où il m'a fallu former rapidement un réseau de contacts, dans le but d'obtenir des réponses à mes questions.

C'est la raison pour laquelle, je tiens à remercier tout particulièrement M. Charles K. Langford pour sa coopération assidue et sa grande disponibilité. M. Langford est un gestionnaire de fortune indépendant qui dispose d'une très grande expérience, puisqu'il opère depuis 1968, dans la région nord-américaine. Il est président de la firme de gestion de portefeuille Charles K. Langford Inc, qui emploie 14 personnes. Il a écrit une quinzaine de livres sur la gestion de portefeuille, les stratégies de produits dérivés et l'analyse technique, et il publie régulièrement des articles dans des revues spécialisées.<sup>26</sup> Il dispense également de nombreuses formations pour des maisons de courtages et les universités québécoises. Il a lui-même effectué ces études au sein de ces universités, jusqu'à l'obtention de son doctorat à l'Université de McGill. En tant que gestionnaire, il est certifié CSI (Canadian Securities Institute) qui est l'organisme canadien décernant les titres de compétences et fournissant les autorisations professionnelles.

La section suivante présentera les principales conclusions émises à la suite de ce long travail de recherche.

---

<sup>26</sup> Se référer aux annexes pour une bibliographie partielle de l'auteur.

### **5.1.1 La gestion de portefeuille dans le milieu professionnel**

D'une manière générale, il en est ressorti que le modèle de Markowitz n'est plus utilisé par les professionnels, même s'il est nécessaire d'amener quelques nuances à ces propos.

En effet, les règles de gestion qui sont appliquées et suivies par les gérants dépendent essentiellement du milieu dans lequel ils évoluent et du niveau de liberté offert par la Direction. On ne gère pas un portefeuille de la même façon quand on travaille pour une banque, un fonds de placement, un fonds de couverture ou qu'on est gestionnaire indépendant. On peut supposer qu'il existe encore quelques instituts, par exemple certaines caisses de retraites ou assurances, qui se baseraient toujours sur ce modèle. Les gestionnaires qui œuvrent dans l'environnement bancaire et les spécialistes de la finance, quant à eux, réfutent généralement l'idée de considérer le modèle de Markowitz tel quel, au sein de leur gestion, à cause des nombreuses faiblesses qui lui sont attribuées. Toutefois, il faut comme même insister sur le fait qu'il s'agit d'une des théories qui a mis en place les fondements sur lesquels reposent les principaux modèles financiers. Donc, oui, on peut dire que ce modèle n'est pas directement utilisé, mais il énonce des règles très facilement interprétables, sur lesquelles sont fondés la plupart des raisonnements financiers et comme me disait M. Langford, « ...rejeter ce modèle n'est pas un très bon argument, car il n'existe rien d'autre. »

#### **5.1.1.1 Les principaux arguments**

Après avoir consulté les différentes opinions émises par les professionnels et les théoriciens, et analysé les avantages et inconvénients de ces modèles financiers, cela reste tout de même compliqué d'établir de manière stricte, un avis sur la pertinence de ceux-ci. Si l'on prend le modèle de Markowitz, il est vrai qu'il comprend des lacunes bien connues, telles que la variabilité de la table des covariances-variances en fonction des cycles boursiers et du temps, et le problème qui est posé par la grande quantité de données qu'il faut manipuler, même si aujourd'hui avec l'émergence des ordinateurs, ce point n'est plus justifié. Il y a aussi l'évaluation des paramètres en fonction de la courbe de Gauss, car cette dernière est largement critiquée, mais dans cette situation on remet en cause l'ensemble de la finance. De plus, on peut également citer les hypothèses contraignantes que posent ces théories, le caractère aléatoire des prévisions basées sur les historiques, etc. On voit bien qu'on peut relever de nombreux défauts sur ces modèles. Cependant, certains fervents défenseurs de ces théories essaient de prouver le non-fondement de ces critiques. Un réel débat fait rage, un peu comme pour celui qui entoure la théorie de l'efficience des marchés financiers. Pour le

problème concernant la relative restriction qu'engendrent les hypothèses de la théorie du portefeuille et du modèle d'équilibre des actifs financiers, on peut se référer à l'argumentation du célèbre économiste Merton Miller, qui défendait que les différentes hypothèses très contraignantes de ces deux modèles ne sont pas forcément un frein à leur mise en application.

On parle souvent de la mort de la théorie du portefeuille, mais ne devrait-on pas plutôt la faire évoluer en l'adaptant aux nouveaux produits financiers que sont les FNB, les fonds de couverture et les options, même si cela implique des facteurs de risques divergents ? C'est ce que relevait Jean-François Parent dans un de ses articles parus sur le site du journal québécois Finance et Investissement, lors de son interview de Thomas Schneeweis, un spécialiste des fonds de couverture.<sup>27</sup>

Il est vrai que la dernière crise financière de 2007-2008 n'a pas ravivé le sentiment de confiance envers les modèles financiers. Mais au contraire, elle a créé une forte remise en question sur la finance en générale et la qualité de ses fondements les plus profonds, tel que le crédit accordé à la loi de Gauss. Certains vont encore plus loin dans leur vision critique de la finance, tel est le cas de M. Nassim Nicholas Taleb avec son ouvrage « Fooled by randomness », qui défend l'idée que la performance des acteurs financiers est beaucoup plus liée au caractère hasardeux que ce que l'on imagine et qu'elle n'est pas toujours représentative des capacités intrinsèques des gérants.<sup>28</sup> Enfin, il s'agit d'un débat qui continuera à faire rage encore longtemps.

Pour terminer, voyons ensemble comment les gestionnaires fondent globalement leurs décisions d'investissements.

#### **5.1.1.2 Stratégies de gestion de portefeuille**

Concernant la gestion indépendante de M. Langford, il m'a avoué qu'il n'utilisait pas la théorie du portefeuille et du MEDAF dans sa façon de gérer les portefeuilles clients. Toutefois, il accorde un crédit supplémentaire à la méthode du CAPM, par rapport à celle de Markowitz qu'il trouve trop lourde, à cause de la quantité de données qu'il est nécessaire de manipuler. Lors de l'interview, M. Langford m'a confié avoir une stratégie de gestion un petit peu particulière et qu'il pense être le seul à agir ainsi. De

---

<sup>27</sup> FINANCE ET INVESTISSEMENT. *Site du journal Finance et Investissement* [en ligne]. <http://www.finance-investissement.com/blog/blog/2011/11/08/desuete-la-theorie-du-portefeuille/> (consulté le 24.05.2012)

<sup>28</sup> NEXTFINANCE, *Site NextFinance section Interviews* [en ligne]. <http://www.next-finance.net/Nassim-Taleb-la-theorie-du> (consulté le 24.05.2012)

manière à ne pas avoir à se préoccuper de la problématique de la diversification d'un portefeuille, il profite des biens-faits de ces nouveaux produits financiers que sont les fonds négociés en Bourse (FNB) ou Exchange Traded Fund (ETF). Ces fonds négociés en Bourse sont des fonds constitués d'actions et qui pour la plupart, ont pour rôles de répliquer l'évolution d'un indice boursier, comme le font les fonds indiciels, sauf que les FNB sont cotés en Bourse. Ils ont émergé au Canada à la fin des années 90, peu après leur naissance aux États-Unis vers 1995. Ainsi, on peut gérer un portefeuille sans se soucier du risque spécifique des titres et sans s'ennuyer à chercher à composer un portefeuille diversifié, car il s'agit du rôle de la société qui développe l'indice boursier. Au Canada, la compagnie Standard & Poor's est le principal acteur dans le domaine. C'est donc les raisons pour lesquelles, M. Langford gère des portefeuilles constitués de FNB américains, canadiens et parfois étrangers. En plus de cette gestion qualifiée de passive sur les FNB qu'il détient, il ajoute un côté dynamique avec de la gestion active, par la mise en place de stratégies d'options et en se basant sur de l'analyse technique.

Ces stratégies ne sont normalement pas appliquées au sein des institutions bancaires, car les gestionnaires ne disposent pas d'une grande liberté d'action. En général, ils pratiquent une gestion dite traditionnelle et n'utilisent pas les produits dérivés. Bien souvent, les produits dérivés sont délaissés, car ils sont soit méconnus ou non aimés des gérants. Comme les produits dérivés sont principalement utilisés dans le cadre de couvertures de risques, on est en droit de se demander comment ces gestionnaires se couvrent-ils ? Pour cela, ils utilisent des techniques de corrélation entre les titres. Pour reprendre un exemple qui m'avait été donné, il y a encore peu de temps, la compagnie aérienne Air Canada ne se couvrait pas contre le risque de hausse du prix du pétrole. Donc, un gérant qui ne possédait pas l'autorisation de gérer des produits dérivés pouvait couvrir sa position en investissant dans des actions du secteur du pétrole. Ainsi, lors d'une hausse du prix du pétrole, les actions sur la matière première prenaient de la valeur, alors que celles de la compagnie Air Canada baissaient, puisque les coûts augmentaient, ce qui venait diminuer la part du bénéfice. Les institutions financières utilisent plutôt les produits dérivés dans le cadre de la gestion des flux de trésorerie, afin de se couvrir contre la fluctuation des taux d'intérêt ou des taux de change. Ce type de couverture est d'autant plus fréquent au Canada, car les entreprises ont tendance à commercer énormément avec les États-Unis. Malgré tout, le volume de transactions sur les produits dérivés au Canada reste relativement faible comparativement aux États-Unis.

Pour revenir à la stratégie de M. Langford, sa gestion du risque diffère de ce qui se fait dans les banques, puisqu'il ne s'en préoccupe pas au niveau des titres individuels. Dans les institutions financières, il est d'usage d'utiliser des stratégies de sélection de titres spécifiques, qui sont choisies d'après leur exceptionnalité. D'où la nécessité de mettre en place une gestion des risques. Dans le cas de M. Langford, étant donné que sa rémunération dépend de la rentabilité qu'il donne aux clients, il ne peut pas prendre le risque de mettre en péril leurs capitaux. C'est par la négociation de FNB qu'il s'affranchit de cette gestion du risque, coûteuse en ressources et en temps.

D'après les explications qu'on vient d'exposer, on constate que dans ces deux méthodologies de travail, il est fait abstraction de l'utilisation du modèle de Markowitz et du MEDAF. Par contre, on remarque que les principes que ces modèles énoncent sont tout de même gardés à l'esprit. On peut dire simplement qu'il y a une prise en considération des éléments qui entourent ces modèles financiers, mais que les professionnels de la gestion de portefeuille ont recours à de nombreux subterfuges, dans le cadre de leurs mises en application.

Par contre, lorsqu'on demande l'avis de professionnels par rapport à la diversification internationale, ils répondent qu'il n'y aurait plus de diversification internationale, en raison de la globalisation qui entraîne une forte corrélation entre les marchés. Quant à la sélection d'un indice global, celui qui conviendrait le mieux serait l'ETF américain (FNB) S&P Global 100 Index, qui est représentatif de l'indice S&P Global 1200 et qui comprend des titres du monde entier.<sup>29</sup> Toutefois, il semblerait que calculer le bêta des titres à partir de cet indice, ne soit pas très représentatif ni une estimation solide. En effet, sachant que ce fond est composé de titres australiens à hauteur de 1%, si l'on souhaite par exemple calculer le bêta de la compagnie Billabong depuis cet indice, en toute logique, on ne risque pas d'obtenir un résultat satisfaisant.

Pour revenir à nos deux modèles, comme on l'avait déjà mentionné, ils ne sont en principe pas utilisés par les professionnels, mais le MEDAF serait tout de même favorisé par rapport à la théorie du portefeuille, puisqu'il demande la compilation de moins de données. Toutefois, l'inquiétude perdure à l'égard de l'évaluation du bêta. À l'évidence, l'estimation du bêta à partir des données historiques poserait des problèmes, dans la mesure où l'on détermine que le passé est garant de l'avenir. Si

---

<sup>29</sup> ISHARES, *Site de iShares section ETF* [en ligne]. [http://us.ishares.com/product\\_info/fund/overview/IOO.htm](http://us.ishares.com/product_info/fund/overview/IOO.htm) (consulté le 26.05.2012)  
Au 22.05.2012 le fonds se composait d'environ 51% de titres US, 16% UK, 7% Suisse, 6% Allemagne et 6% France, 4.5% Japon, 2% Corée du Sud, etc..

l'on prend l'exemple de l'appréciation du bêta sur la période 2008 à 2010, on pourrait se demander, comment peut-on être certain que cette estimation tiendra le coup pour l'année à venir ?

Pour finir, le comportement adopté par les gérants de portefeuille face à la gestion du risque, dans le cadre de la sélection de titres individuels, est de se baser prioritairement sur de l'analyse fondamentale. C'est-à-dire qu'ils choisissent des titres, qu'ils estiment capables de générer des bénéfices, notamment grâce au ratio PER (cours bénéfice). Ensuite, ils vérifient le niveau de risque du titre en analysant celui qui est lié à la capitalisation, l'endettement de l'entreprise (capital obligation sur capital-actions), le niveau de la liquidité et de rotation des fonds, et les ratios financiers de premier ordre. Donc en résumé, ils contrôlent les deux principaux aspects que sont la capacité de la compagnie à produire des bénéfices et des dividendes, et son risque d'endettement à court terme.

### 5.1.2 Difficultés rencontrées

Même si au cours de la lecture de ce mémoire on a pu distinguer les étapes plus ou moins sensibles, il est quand même nécessaire de relever certains points qui ont posé des problèmes d'intégration, dans le cadre de cette réalisation.

**Téléchargement automatique des données** : la mise en place d'une routine de téléchargement des données depuis le site de Yahoo Finance, fut un réel défi. En effet, il a fallu analyser le site Internet « dans les moindres recoins », pour trouver une astuce d'implémentation d'une routine de rapatriement des données historiques. Pour cela, une recherche approfondie sur le fonctionnement des requêtes URL du site de Yahoo a été menée, afin de pouvoir reconstruire un système d'interrogation similaire, au sein de l'outil de composition de portefeuilles. Ainsi, cet outil est capable d'interroger la base de données Yahoo et de télécharger les résultats dans des fichiers de données « .csv ». Ensuite, la fonctionnalité de mise à jour des indices boursiers a nécessité la mise en œuvre d'un processus de décomposition structurelle des pages web, provenant principalement de Yahoo Finance et parfois d'autres sites Internet<sup>30</sup>, de manière à repérer les tableaux de données contenant la structuration des indices

---

30

[www.internaxx.lu](http://www.internaxx.lu)

La composition de l'indice boursier canadien S&P/TSX60 n'est pas disponible sur le site de Yahoo Finance, donc la fonctionnalité mise en place permet de se référer à d'autres sites Internet. Dans cet exemple, la structure du S&P/TSX60 est téléchargée depuis le site luxembourgeois susmentionné.

boursiers. Ces fonctionnalités sont celles qui ont nécessité la plus grande quantité de travail.

**Calcul de la matrice des covariances-variances** : la principale difficulté, lors du calcul de la matrice des covariances-variances, est la comparaison des historiques entre deux titres. Effectivement, comme l'outil autorise la manipulation de titres provenant de divers marchés, il se trouve que les jours ouvrés de cotations historiques ne sont pas toujours les mêmes. De plus, la longueur des historiques fournis par la base de données n'est pas toujours identique, entre les différents titres. Par exemple, le site de Yahoo Finance rend disponible un historique de 35 années pour le Dow Jones et seulement quelques dizaines de mois, pour certains titres étrangers. Ainsi, intervient le problème du calcul de la covariance depuis les historiques de deux titres qui n'ont pas la même profondeur d'historique. Ce problème est d'autant plus important quand on calcule cette matrice pour plus de deux titres, puisqu'on obtient  $n$  profondeurs d'historiques et de nombreuses différences dans les jours de cotations. Pour répondre à cette problématique, les solutions suivantes ont été intégrées. Tout d'abord, lorsque le programme constate des divergences en termes de journées de cotations, il élimine ces dates. Ceci n'engendre pas de réel problème, puisqu'en principe, sur une année d'historique, cela engendre seulement la suppression de quelques dates, de l'ordre de trois ou quatre par année. Quant à la solution adoptée pour le problème de profondeur des historiques, le programme effectue une vérification et s'il détecte ce genre de problème, il informe l'utilisateur de la situation en lui préconisant de modifier les dates d'historiques ou de supprimer le titre de la simulation en cours. Une remarque importante concerne les divergences de cotations entre les titres, lorsqu'on en sélectionne trois ou plus, il arrive que la covariance ne soit pas calculée sur le même nombre exact de jours, entre chaque paire de titres. Par exemple, si l'on a deux titres américains qui ont un historique de 252 jours et un titre suisse cotant sur 250 jours, alors le calcul de la covariance entre les deux titres américains s'effectuera sur les 252 jours et celui entre le titre suisse et chaque titre américain se fera sur 250 jours, suite à la suppression des jours fériés suisses dans l'historique américain.

**Problème d'interopérabilité VBA-VB.Net au niveau du solveur** : suite à l'évolution .Net, Microsoft a rendu disponible l'ensemble de la librairie objets VBA des outils Microsoft Office aux programmeurs .Net. Cela a donc nécessité un gros travail d'adaptation des librairies par les équipes de développeurs de Microsoft. Toutefois, la fonction « Solveur » d'Excel, qui est considérée comme une des fonctionnalités importantes de ce logiciel, fut développée par une société indépendante.

Malheureusement, cet outil d'optimisation n'a pas subi la même adaptation que la suite Microsoft, ce qui le rend indisponible aux développeurs .Net. Cette constatation a donc compliqué la phase de développement de l'outil. Pour contourner cet obstacle, une macro VBA d'interaction avec le solveur fut codée. De manière à interagir avec cette macro, une routine de contrôle et d'exécution a été élaborée en VB.Net, afin de transmettre les paramètres nécessaires à la macro et d'obtenir les résultats de l'optimisation en retour dans VB.Net.

**Génération d'erreurs avec les formules Excel** : une constatation étrange concernant l'utilisation des formules d'Excel, depuis VB.Net, fut relevée. Lorsque les calculs étaient effectués sur une très grande quantité de données et en utilisant certaines formules préprogrammées d'Excel, par exemple celle du calcul de l'écart-type, les résultats obtenus renvoyaient un message d'erreur. Puisqu'aucune solution n'a été trouvée, il a été décidé de reprogrammer ces fonctionnalités en VB.Net et de les exécuter en mémoire, au lieu d'écrire les formules dans les feuilles de calculs d'Excel.

**Dessin des graphiques** : le dessin des graphiques est sans doute la seconde étape la plus consommatrice de temps. De nombreux problèmes techniques ont été rencontrés, à cause de certaines inefficiences dans l'adaptation du code en VB.Net. En effet, certaines structures de codage essentielles au langage VB.Net dans le cadre de la manipulation des objets ne fonctionnaient pas toujours correctement, car leur adaptation nécessitait certaines ruses qui n'étaient pas très commodes. De plus, au niveau de la présentation des graphiques, certaines limitations liées à l'outil Excel ont été constatées. Malgré l'existence d'une fonctionnalité de positionnement dans l'espace des séries de points sur les graphiques, Excel place automatiquement en arrière-plan les séries liées par une courbe. Le problème étant que lorsqu'on simule une grande quantité de points avec la méthode de Monte-Carlo, ils viennent automatiquement masquer la représentation de la frontière efficiente, puisqu'il s'agit d'une droite ou d'une courbe selon la situation. Pour contourner cette contrainte, la frontière efficiente est représentée sous la forme d'une série de points, au lieu d'une droite.

**Complexité et quantité de code** : la dernière difficulté majeure fut l'augmentation du code, en fonction de l'évolution du programme. Naturellement, au début il est très facile de se repérer au sein du code et d'apporter des modifications. Mais lorsque vous dépassez les 3000 lignes, chaque modification devient un vrai casse-tête, puisqu'elle implique souvent la transformation du code à différents points de localisation. S'ensuit le besoin de vérifier l'éventuelle apparition de nouveaux « bugs », liés à ces

manipulations. Ces observations sont la cause d'un ralentissement important en termes de production, car il est nécessaire de bien réfléchir à la façon la plus simple d'adapter les transformations, survenues au cours du développement.

Pour terminer, de nombreux autres petits obstacles plus ou moins passagers sont apparus, au fil de la mise en place de l'outil. Pour arriver à la version actuelle du programme, ils ont pour la majorité été contournés ou résolus via l'utilisation de subterfuges. Leurs principaux impacts furent de mener à une dépense supplémentaire en temps et à un stress important, liés au respect des délais impartis.

### **5.1.3 Améliorations futures**

Comme il a déjà été mentionné dans l'introduction, avec l'informatique et spécialement avec la puissance des langages de programmation, on peut développer des logiciels sophistiqués, qui sont uniquement limités par la puissance de calcul des machines et le temps nécessaire à leurs élaborations. Ainsi, on peut obtenir à peu près tout ce qu'on veut avec un simple ordinateur, une plate-forme de développement et les connaissances nécessaires. C'est la raison pour laquelle, il est vraiment intéressant de mettre en place un outil évolutif, qui sera amélioré en fonction des connaissances acquises, tout au long du parcours universitaire et professionnel.

La première constatation qui a été faite au cours de ce travail, c'est qu'il est parfois difficile de mettre des priorités entre les différentes fonctionnalités à développer. De plus, quelquefois, on a tendance à s'enliser dans des artifices, par exemple avec l'amélioration de l'aspect de l'interface, au lieu de se concentrer sur les processus métiers.

Dans l'intention de donner un aperçu de ce qui pourrait être amélioré et afficher les objectifs à terme de l'orientation que prendra le logiciel, un tableau récapitulatif des principales idées est présenté ci-dessous.

**Tableau 13**  
**Améliorations futures du logiciel**

<b>OBJECTIFS A COURT TERME</b>	
Ratio	Calculer les ratios de Treynor et de Jensen pour chaque portefeuille efficient.
Taux sans risque	Rapatriement automatique de la valeur du taux sans risque, avec choix du pays d'origine.
Portefeuille efficient	Offrir la possibilité de sélectionner un portefeuille optimal, depuis la frontière efficiente.
Horizon temps	Donner le choix à l'utilisateur d'effectuer directement la simulation sur un horizon annuel ou périodique, sans passer par le mode personnalisé.
SML	Afficher sur le graphique de la SML, la valeur estimée du cours des actions depuis le calcul de la valeur intrinsèque, afin d'évaluer si elles sont surévaluées ou sous-évaluées.
Bugs	Corriger les éventuels bugs qui auront été détectés.
<b>OBJECTIFS A LONG TERME</b>	
Performance	Intégration d'un module complet de gestion de la performance avec de nombreux graphiques, qui permettraient d'effectuer rapidement des comparaisons entre les actifs et les portefeuilles générés
Types d'actifs	Faire évoluer l'outil vers un outil de gestion de portefeuille complet. C'est-à-dire qu'il permettrait de déterminer l'allocation stratégique entre les différents actifs que sont les obligations, les options, les fonds, les produits monétaires, etc.
Gestion de portefeuille	Permettre le suivi en direct du portefeuille réel détenu par l'investisseur, avec l'affichage de sa valeur immédiate et un module d'interrogation du cours des actions.
Modèles	Intégration de nouveaux modèles financiers, tels que l'évolution du CAPM par le modèle de Ross Arbitrage Pricing Theory (APT), le modèle de Black-Litterman qui vient ajouter de la précision à celui de Markowitz, le modèle d'évaluation des options de Black & Scholes, etc.
Base de données	Ajouter au programme une base de données qui permettrait de trier et conserver les historiques de manière transparente.
Outil indépendant	Rendre le logiciel autonome sans qu'il soit nécessaire de posséder une licence Excel.
...	...

Source : COURVOISIER (2012)

D'une manière générale, l'objectif serait de faire évoluer le logiciel vers une gestion complète de portefeuille. Du fait de la constatation émise en introduction, concernant la forte demande qui existe par rapport aux outils de gestion de portefeuille, la volonté à terme serait de permettre à l'utilisateur de composer un portefeuille, qui comporterait d'autres actifs que les actions et d'offrir le suivi en direct de sa valeur. On pourrait ainsi coupler les fonctionnalités de simulation et d'allocation d'actifs, avec une gestion réelle de portefeuille et la visualisation graphique de sa performance.

#### 5.1.4 Conclusion

Il est vrai qu'il est relativement ardu de se forger une opinion pragmatique et de prendre une position fixe, par rapport au débat actuel qui remet en question certains fondamentaux encadrant les modèles financiers. Toutefois, dans le cadre de cette dernière section conclusive, je vous dévoilerai mes recommandations quant à l'utilisation de ces modèles et leur intégration au sein du programme de composition de portefeuilles. C'est la raison pour laquelle, dès maintenant, j'utiliserai volontairement la première personne du singulier, puisqu'il s'agit de présenter les éléments clés qui m'ont amené à faire ces considérations personnelles, en vertu des éléments que j'ai pu récolter au cours de cette étude.

Premièrement, si je me calque sur les premières recherches qui ont mené jusqu'à la théorie du portefeuille de Markowitz, je pense que le système d'évaluation des actions par leur écart-type et leur espérance des rentabilités est une méthodologie très intuitive.

Par rapport aux spécificités du modèle de Markowitz, il me semble tout à fait naturel de vouloir se prémunir contre le risque, en diversifiant son portefeuille d'actions. Cette constatation est même valable en dehors de la finance et dans de nombreuses situations de la vie courante. Ce qui me préoccupe le plus avec ce modèle, c'est les nombreuses contraintes que l'on fixe et la variabilité des résultats en fonction de la période de temps historique prise en considération. Pourtant, il semblerait que selon certains spécialistes, les hypothèses émises par le modèle de la théorie du portefeuille et du modèle d'équilibre des actifs financiers ne soient pas si restrictives qu'elles en ont l'air. Par contre, si je me fonde sur les nombreuses simulations que j'ai pu générer à l'aide du logiciel, je trouve que les résultats obtenus sont très sensibles à la variation des paramètres. Cette constatation corrobore avec l'avis de certains techniciens qui affirment que les contraintes d'optimisations ont tendance à amplifier les défauts d'estimations. De plus, je me demande parfois, à force de cumuler les hypothèses encadrant le modèle et en ajoutant celles reliées à l'évaluation des titres, si l'on arrive à un résultat fiable. C'est la raison pour laquelle, je préconiserais l'estimation des paramètres par une combinaison d'observations historiques et une approche plus fondamentale, afin d'améliorer les valeurs obtenues par l'analyse du passé et prendre en considération des critères macroéconomiques représentatifs de la conjoncture dans laquelle on évolue. Je me suis rendu compte que le modèle d'évaluation par arbitrage ou APT de Ross comblait justement cette lacune, grâce à la prise en compte de facteurs de risques supplémentaires à ceux de la théorie du portefeuille et du MEDAF. Malgré tout, je pense qu'on ne peut pas enlever le mérite des critères moyenne-

variance et de la pertinence du choix de Markowitz, quant à la mesure des coefficients de corrélations entre les titres composant les portefeuilles d'actions.

Je reste favorable à l'utilisation du modèle de Markowitz, particulièrement lorsque l'investisseur a décidé de sélectionner un petit groupe de titres, qu'il considère comme étant prometteur et qu'il souhaiterait connaître la pondération optimale entre ceux-ci, en fonction de son aversion au risque. Toutefois, s'il préfère détenir un portefeuille diversifié qui générerait une rentabilité à peu près équivalente au marché, soit de la gestion passive, je lui conseillerais de prendre position sur des fonds indiciels étant donné qu'ils n'engendrent que peu de frais. L'autre possibilité serait la détention de fonds négociés en bourse, puisqu'ils ont l'avantage d'être très liquides et qu'ils offrent l'opportunité à l'investisseur d'utiliser des stratégies évoluées. Effectivement, les FNB sont cotés en direct, ce qui permet la prise de décision d'achat et de vente selon de l'analyse technique, en fonction des fluctuations quotidiennes des cours, et pour les plus initiés, la mise en place de stratégies d'options et de couvertures. À cela s'ajoute, l'idée que le modèle de Markowitz pourrait être amélioré, s'il considérait les nouveaux produits financiers devenus incontournables à la gestion de portefeuille. On avait déjà évoqué l'intérêt des fonds de couverture dans le processus de diversification, grâce à leurs faibles corrélations avec les actifs traditionnels.

Par rapport à l'adaptation du modèle de Markowitz et au modèle d'équilibre des actifs financiers, j'insisterai sur l'apport bénéfique qu'a amené l'inclusion d'un actif sans risque, dans la composition d'un portefeuille d'actions. En effet, les gérants ont toujours détenu des actifs monétaires dans le cadre de la gestion de la liquidité à court terme. Donc, cette amélioration du modèle reflète une situation à laquelle les gestionnaires sont fréquemment confrontés. Toutefois, je reste sceptique par rapport à l'hypothèse que tous les investisseurs du marché détiendraient le même portefeuille efficient, car ils ont des anticipations homogènes par rapport à la rentabilité et le risque de chacun des titres. On sait très bien que cette situation d'homogénéité n'est pas valide dans un cas concret, c'est la raison pour laquelle, je me pose des questions quant à la fiabilité de ces estimations. On peut tout de même signaler que le MEDAF a été l'objet de nombreuses extensions, qui ont pour but d'éliminer certaines de ces hypothèses contraignantes. Celle qui s'apparente le plus à mes doutes est l'extension amenée par Lintner en 1969, où justement, il se place dans un contexte d'anticipations hétérogènes. De plus, pour faire suite aux remarques qui ont été faites au sujet du MEDAF, j'ai pu constater par moi-même, la relative délicatesse des estimations du coefficient du bêta. On observe notamment, grâce aux tableaux qui ont été annexés, que le bêta fluctue fortement en fonction de l'horizon temps sur lequel il est mesuré et

des cycles conjoncturels. Ce qui nous amène à la problématique du test de ce modèle, puisqu'il s'agit d'un modèle « ex ante » (analyse des faits avant qu'ils se produisent) et que pour l'évaluer, il faut donc élaborer des estimations qu'on base sur des données historiques « ex post ». À ce sujet, R. Roll en 1977 avait remis en question la fiabilité de l'ensemble des tests empiriques menés sur le MEDAF et avait estimé que cela serait peu probable qu'on arrive un jour à l'éprouver correctement. Mais avant cela, les avis étaient partagés quant à sa fiabilité, au fur et à mesure que des tests étaient menés. Néanmoins, je suis adhérent à l'idée qu'on pourrait évaluer le risque d'un titre uniquement par son bêta, du moment où il est inclus dans un portefeuille parfaitement diversifié. Ce concept ainsi que sa démonstration m'ont fortement séduit et me laissent penser que le modèle de Ross, qui prend en compte de nombreux facteurs économiques communs à l'ensemble des titres pour l'évaluation du risque systématique, ajoute une réelle plus-value. Malheureusement, l'élément qui rendait le MEDAF plus accessible que la théorie du portefeuille fait défaut dans le cadre du modèle d'évaluation par arbitrage de Ross, puisque ce dernier demande la manipulation d'une plus grande quantité de données que le MEDAF et l'évaluation des facteurs de risque reste difficile.

Concernant la diversification internationale, il est communément admis chez les professionnels qu'elle a tendance à disparaître avec le phénomène de mondialisation. Cependant, si je me fie aux mesures de corrélations obtenues lors des différentes simulations et au tableau 11 de ce document, on distingue l'existence d'une corrélation positive faible, voire une quasi-indépendance entre les variations de cours de certains indices boursiers et titres. Il est vrai qu'en général, il y a une corrélation positive élevée entre les titres et les marchés. Mais ayant constaté qu'il existait certaines exceptions, je garde une réserve quant à la validité totale de ces arguments. La seule explication imaginée et contraire à ces exemples, ce serait le décalage horaire. Sachant que les marchés ont tendance à évoluer dans la même direction que le marché américain, si l'on prend la Bourse australienne en exemple, elle fonctionne avec un jour de décalage par rapport à l'américaine. Donc, la réponse à un mouvement des marchés américains se ferait à une date différente pour le marché australien, ce qui engendrerait un biais dans le calcul de la corrélation au jour le jour, entre ces deux marchés.

Quant à l'évaluation de l'outil, je pense qu'il apporte une réelle plus-value à l'investisseur non professionnel, qui se place dans une optique de composition d'un portefeuille, à partir de quelques titres qu'il a délicatement sélectionnés. Ainsi, il obtient un résultat fiable quant à la pondération qu'il doit mettre dans chaque titre, en fonction du niveau de risque qu'il se fixe. De plus, si l'investisseur est capable d'évaluer

correctement ses titres, il peut connaître grâce au MEDAF et à sa SML, s'ils sont sous-évalués ou au contraire, s'ils sont surévalués. Si l'on fait abstraction de la qualité des modèles financiers qui ont largement été critiqués tout au long de ce travail, je suis convaincu que l'outil offre une aide importante à l'investisseur et une puissance de calcul très importante. L'une des principales critiques envers ces modèles concerne la quantité de données qu'il faut manipuler. Cette dernière est balayée d'un revers de main, puisqu'à l'aide de deux ou trois clics de souris, on obtient des simulations complètes. Je dirais que le seul véritable reproche immédiat qu'on peut trouver au logiciel est sa dépendance au fournisseur de données Yahoo Finance. Mais, je relativise cette critique, car le site de Yahoo Finance existe depuis le milieu des années 90 et il a toujours été maintenu de manière fiable et efficace. Aussi, rien n'empêcherait l'adaptation de l'outil à une autre source financière, qu'elle soit de préférence gratuite ou éventuellement payante. L'autre avantage de ce logiciel, c'est qu'il permet à l'utilisateur d'interroger la performance et la volatilité d'une grande quantité de titres, et sur un horizon précis. Ce dernier élément peut même intéresser des utilisateurs qui ne comptent pas se lancer dans la simulation de portefeuilles. Effectivement, j'ai eu écho par un étudiant en « Master en Finance » de Lille, qui effectuait comme moi un échange à l'Université du Québec à Montréal, qu'il existerait un programme s'exécutant sur Excel et qui permettrait d'interroger la base de données de Bloomberg. Même si je n'ai jamais eu l'occasion de le voir fonctionner, d'après sa description, la fonctionnalité de sélection et d'évaluation de la performance des titres de mon programme s'en rapprocherait fortement. Pour terminer avec le logiciel, comme je l'ai déjà mentionné à de nombreuses reprises, il est évolutif. En effet, le développement qui a été effectué jusqu'ici s'inscrit comme étant la première étape d'un long processus d'améliorations, dans le but ultime d'arriver à mettre en place un outil de gestion de portefeuille complet. C'est la raison pour laquelle, il sera nécessaire par la suite, d'introduire de nouveaux modèles financiers puissants et non limités au monde des actions.

Pour ce qui est de la plus-value personnelle, cette étude m'a permis de me rendre compte qu'il ne faut pas toujours considérer que ce qu'on apprend à l'université s'applique parfaitement au monde du travail. Au lieu de cela, il faudrait dans la majorité des cas prendre du recul face aux éléments qu'on nous inculque et mener sa propre investigation. Ainsi, on est capable de déterminer le décalage qui préexiste entre l'environnement professionnel et celui étudiant. De plus, on relèvera que les avis sur certains théorèmes sont très contrastés en fonction de l'expérience et de l'orientation prises par les interlocuteurs. En tant qu'étudiant, on ne peut pas toujours se forger un

avis préconçu sur ces théories. Au contraire, il est nécessaire de les prendre une à une et de les replacer dans leurs contextes afin d'émettre une opinion plus nuancée. Les principaux enseignements que je retire de ce travail sont tout d'abord, l'effet bénéfique que procure la maîtrise de la technologie dans le cadre de la mise en application des théories financières. Ensuite, l'importance de la gestion du temps et de sa planification lors de la gestion de projets d'envergures. Finalement, la puissance que le réseautage procure lorsqu'il s'agit de mener une étude qui demande une interaction avec des spécialistes et où il n'existe que peu d'informations publiques. Je pense particulièrement aux difficultés auxquelles j'ai été confronté quand j'ai voulu obtenir des renseignements sur les méthodologies de gestion de portefeuille en milieu professionnel.

En conclusion, je pense avoir découvert un nouveau domaine qui a largement suscité mon intérêt et qui s'inscrit comme une première étape vers de l'ingénierie financière.

*...et c'est ainsi que naquit, au cours de l'année 2012, un nouvel outil de composition de portefeuilles, pratique et évolutif.*

Nicolas COURVOISIER

## Bibliographie

### **Support papier :**

AMENC, Noël, LE SOURD, Véronique. *Théorie du Portefeuille et Analyse de sa Performance*. Paris : Economica, 2003, 352 p.

BACHELIER, Louis. *Théorie de la spéculation*. Paris : Gauthier-Villars, 1900. 70 p.

BERK, Jonathan et al. *Finance d'entreprise*. Paris : Pearson, 2011, Chapitre 11

COWLES, Alfred. *Can Stock Market Forecasters Forecast ?*. *Econometrica*, Vol 1, 1933, p. 309-324.

HERLIN, Philippe. *Finance le nouveau paradigme. Comprendre la finance et l'économie avec Mandelbrot, Taleb....* Paris : Eyrolles, 2010, 207 p.

LINTNER, John. Security Prices, Risk and the Maximal Gains from Diversification, *Journal of Finance*, 1965, p. 587-615.

MARKOWITZ, Harry. Portfolio Selection, *Journal of Finance*, 1952, Vol. 12, p. 77-91.

MORISSETTE, Denis. *Valeurs mobilières et gestion de portefeuille*. Trois-Rivières : Université du Québec, Les Éditions SMG, 2011. 753 p.

MOSSIN, Jan. *Equilibrium in a Capital Asset Market*, *Econometrica*, 1966, Vol. 34, N°4, p. 768-783.

ROSS, Stephen A. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing, *Journal of Economic Theory*, 1976, p. 341-360

ROSS, Stephen A et al.. *Finance Corporate*. Paris : Dunod, 2005. 1136 p.

SHARP, William F. Capital Asset Prices : A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, *Journal of Finance*, 1964, p. 425-442

TUCHSCHMID, Nils S. *Support de cours : Finance de marché 1<sup>ère</sup> partie*. Genève : Haute École de Gestion de Genève, 2009. 50 p.

WILLIAMS, Benjamin. *Introduction à la finance quantitative*. Paris : Vuibert, 2010. 252 p.

WALTER, Christian. Aux origines de la mesure de performance des fonds d'investissement, *Histoire & Mesure*, 1999, Vol. 14, N°1 et 2, p. 163-197

### **Interviews :**

LANGFORD, Charles K., interviews avec l'auteur, Montréal, mai et juin 2012.

### **Sites Internet :**

YAHOO. *Site de Yahoo Finance* [en ligne]. <http://finance.yahoo.com/> (consulté régulièrement, 2012)

FINANCE ET INVESTISSEMENT. *Site du journal Finance et Investissement* [en ligne]. <http://www.finance-investissement.com/blog/blog/2011/11/08/desuete-la-theorie-du-portefeuille/> (consulté le 24.05.2012)

NEXTFINANCE, *Site NextFinance section Interviews* [en ligne]. <http://www.next-finance.net/Nassim-Taleb-la-theorie-du> (consulté le 24.05.2012)

ISHARES, *Site de iShares section ETF* [en ligne]. [http://us.ishares.com/product\\_info/fund/overview/IOO.htm](http://us.ishares.com/product_info/fund/overview/IOO.htm) (consulté le 26.05.2012)

INTERNAXX, *Site Internaxx* [en ligne]. [www.internaxx.lu](http://www.internaxx.lu) (consulté le 20.05.2012)

## Annexe 1

### Liste bibliographique partielle de Charles K. Langford

- LANGFORD, Charles K. *Manuel du marché à terme*. Montréal: Quebecor, 1999. 144 p.
- LANGFORD, Charles K. *Manuel du marché à terme*. Montréal: Quebecor, 2008. 158 p.
- LANGFORD, Charles K. *L'analyse technique*. Sefi, 1996.
- LANGFORD, Charles K. *Le chasseur de tendances boursières*. Montréal: Quebecor, 2006. 135 p.
- LANGFORD, Charles K. *Investir à la bourse intelligemment*. Montréal: Quebecor, 1999. 144 p.
- LANGFORD, Charles K. *S'enrichir grâce à un portefeuille de valeurs mobilières*. Transcontinental, 1998
- LANGFORD, Charles K. *L'Analyse technique : formulation et lecture des tendances de prix à la Bourse*. Sefi, 1991. 93 p.
- LANGFORD, Charles K. *L'analyse technique: cours d'initiation (2e édition)*. Sefi, 2006. 96 p.
- LANGFORD, Charles K. *Les options sur titres boursiers: assurance et investissement: 25 stratégie de base*. Sefi, 1987. 89 p.
- LANGFORD, Charles K. *Les options sur titres boursiers: assurance et investissement: 25 stratégie de base*. Sefi, 2006. 92 p.
- LANGFORD, Charles K. *Les options: 25 stratégies pour leur utilisation en bourse*. Sefi, 1985. 95 p.
- LANGFORD, Charles K. *L'analyse technique: initiation au suivi boursier*. Sefi, 1988.
- LANGFORD, Charles K. *Financial Risk Management: Managing Portfolio Risk with Interest Rate Futures*. Paris: IFE, 1989. 85 p.

À cela s'ajoute la publication de nombreux articles dans des revues spécialisées et l'animation de sites Internet dont le blog : <http://blog.langfordreport.com/>

## Annexe 2

### Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour l'indice suisse SMI

SWISS MARKET INDEX						
Horizon	30.04.2010-30.04.2011		30.04.2011-30.04.2012		30.04.2007-30.04.2012	
Titres	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta
<b>SMI</b>	<b>14.92%</b>	<b>1.00</b>	<b>20.43%</b>	<b>1.00</b>	<b>50.12%</b>	<b>1.00</b>
ABB LTD	24.98%	1.28	33.19%	1.42	91.24%	1.43
ACTELION	29.75%	0.63	35.72%	1.06	69.96%	0.61
ADECCO SA	29.18%	1.48	42.63%	1.66	79.11%	1.13
COMPAGNIE FINANCIERE RICHEMONT AG	31.30%	1.52	37.99%	1.52	94.83%	1.29
CREDIT SUISSE GROUP	27.98%	1.36	45.07%	1.72	113.57%	1.79
GIVAUDAN AG	18.85%	0.77	24.94%	0.76	59.64%	0.65
HOLCIM	24.15%	1.20	36.40%	1.41	90.21%	1.28
JULIUS BAER GRUPPE AG	28.36%	1.24	36.24%	1.43	76.55%	0.78
NESTLE SA	15.54%	0.74	15.06%	0.58	55.08%	0.70
NOVARTIS AG	17.77%	0.90	20.16%	0.82	50.53%	0.73
ROCHE HOLDINGS AG	17.13%	0.75	22.44%	0.88	56.68%	0.77
SGS SA	22.82%	1.01	24.94%	0.97	61.42%	0.73
SWATCH GROUP	28.94%	1.37	36.20%	1.42	88.25%	1.24
SWISS RE AG	32.42%	1.33	-	-	-	-
SWISSCOM AG	12.52%	0.51	15.33%	0.53	43.52%	0.52
SYNGENTA	24.39%	0.94	27.24%	1.05	76.63%	0.94
SYNTHES INC	20.00%	0.57	12.26%	0.43	50.37%	0.46
TRANSOCEAN LIMITED COM	36.65%	1.04	45.93%	1.40	-	-
UBS AG	30.04%	1.53	42.90%	1.66	121.85%	1.80
ZURICH FINANCIAL SERVICES AG	19.23%	1.04	32.95%	1.42	79.84%	1.25

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

### Annexe 3

## Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour l'indice américain DJIA

DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE						
Horizon	30.04.2010-30.04.2011		30.04.2011-30.04.2012		30.04.2007-30.04.2012	
Titres	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta
<b>DJIA</b>	<b>15.81%</b>	<b>1.00</b>	<b>20.83%</b>	<b>1.00</b>	<b>54.21%</b>	<b>1.00</b>
ALCOA INC.	33.87%	1.62	43.72%	1.82	127.89%	1.79
AMERICAN EXPRESS COMPANY	30.64%	1.50	30.22%	1.23	117.63%	1.70
BOEING COMPANY (THE)	27.76%	1.45	29.66%	1.24	78.38%	1.11
BANK OF AMERICA CORPORATION	35.34%	1.59	61.46%	2.13	176.20%	2.20
CATERPILLAR, INC.	28.88%	1.58	37.80%	1.58	91.49%	1.35
CISCO SYSTEMS, INC.	33.76%	1.19	31.85%	1.15	80.38%	1.14
CHEVRON CORPORATION	20.57%	1.07	27.59%	1.17	74.92%	1.16
E.I. DU PONT DE NEMOURS	24.58%	1.34	30.23%	1.29	79.27%	1.24
WALT DISNEY COMPANY (THE)	23.79%	1.17	30.41%	1.27	77.15%	1.19
GENERAL ELECTRIC COMPANY	27.15%	1.41	29.10%	1.24	91.32%	1.27
HOME DEPOT, INC. (THE)	23.13%	1.04	25.34%	0.92	76.74%	1.06
HEWLETT-PACKARD COMPANY	27.69%	1.09	40.87%	1.30	79.18%	1.03
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	18.11%	0.92	22.07%	0.86	57.41%	0.83
INTEL CORPORATION	25.03%	1.13	25.71%	0.93	78.45%	1.11
JOHNSON & JOHNSON	13.84%	0.59	15.98%	0.64	42.10%	0.59
JP MORGAN CHASE & CO.	28.73%	1.35	41.57%	1.64	130.88%	1.78
KRAFT FOODS INC.	15.46%	0.60	16.18%	0.60	50.65%	0.64
COCA-COLA COMPANY (THE)	14.34%	0.63	17.05%	0.66	50.11%	0.63
MCDONALD'S CORPORATION	15.67%	0.64	16.53%	0.56	50.04%	0.63
3M COMPANY	20.55%	1.06	27.16%	1.18	61.49%	0.94
MERCK & COMPANY, INC.	19.03%	0.78	20.92%	0.83	71.06%	0.86
MICROSOFT CORPORATION	22.13%	0.99	24.22%	0.91	72.92%	1.01
PFIZER, INC.	21.02%	0.83	22.84%	0.89	61.22%	0.85
PROCTER & GAMBLE COMPANY (THE)	13.58%	0.55	15.27%	0.52	46.14%	0.63
AT&T INC.	15.45%	0.70	17.41%	0.66	61.44%	0.88
THE TRAVELERS COMPANIES, INC. C	17.81%	0.80	27.69%	1.07	87.68%	1.18

DJIA (suite)						
Horizon	30.04.2010-30.04.2011		30.04.2011-30.04.2012		30.04.2007-30.04.2012	
Titres	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta
<b>DJIA</b>	<b>15.81%</b>	<b>1.00</b>	<b>20.83%</b>	<b>1.00</b>	<b>54.21%</b>	<b>1.00</b>
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	20.55%	1.17	28.24%	1.22	66.85%	1.08
VERIZON COMMUNICATIONS INC.	17.82%	0.69	17.24%	0.63	59.45%	0.81
WAL-MART STORES, INC.	14.23%	0.48	17.56%	0.55	49.94%	0.60
EXXON MOBIL CORPORATION	19.38%	0.97	24.16%	1.04	69.30%	1.06

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

## Annexe 4

### Calcul du bêta et de la volatilité sur différents horizons de temps pour l'indice canadien S&P/TSX60

S&P/TSX COMPOSITE						
Horizon	30.04.2010-30.04.2011		30.04.2011-30.04.2012		30.04.2007-30.04.2012	
Titres	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta
<b>S&amp;P TSX COMPOSITE</b>	<b>12.81%</b>	<b>1.00</b>	<b>18.29%</b>	<b>1.00</b>	<b>53.84%</b>	<b>1.00</b>
AGNICO-EAGLE MINES LTD.	30.75%	0.87	42.95%	0.89	122.70%	1.15
AGRIUM INC.	29.28%	1.19	30.14%	1.20	110.22%	1.45
ARC RESOURCES COM NPV	24.23%	1.07	34.88%	1.37	90.69%	1.15
BANK OF MONTREAL	18.67%	0.81	17.00%	0.72	69.77%	0.83
BANK OF NOVA SCOTIA (THE)	16.92%	0.84	21.04%	0.88	68.11%	0.93
BARRICK GOLD CORPORATION	28.67%	0.75	29.07%	0.81	110.59%	0.96
BCE INC.	13.60%	0.39	13.11%	0.28	62.38%	0.37
BOMBARDIER INC. CL 'B' SV	34.46%	1.20	40.63%	1.18	113.57%	1.26
BROOKFIELD ASSET MANAGEMENT INC.	-	-	-	-	-	-
CAMECO CORPORATION	34.58%	1.46	38.32%	1.46	103.89%	1.39
CANADIAN IMPERIAL BANK OF COMMERCE	18.55%	0.77	18.99%	0.75	74.78%	0.95
CANADIAN NATIONAL RAILWAY CO.	18.02%	0.85	21.88%	0.80	64.84%	0.80
CANADIAN NATURAL RESOURCES LIMITED	28.71%	1.66	36.33%	1.69	107.90%	1.66
CANADIAN OIL SANDS LIMITED	29.41%	1.16	33.54%	1.62	108.96%	1.55
CANADIAN PACIFIC RAILWAY LIMITED	20.02%	0.96	25.72%	0.86	78.65%	0.97
CANADIAN TIRE CORPORATION, LIMITED CL 'A...	21.48%	0.82	22.51%	0.58	67.65%	0.63
CENOVUS ENERGY INC.	27.16%	1.38	34.30%	1.52	-	-
ELDORADO GOLD CORPORATION	35.46%	1.01	44.95%	1.12	141.79%	1.16
ENBRIDGE INC.	13.77%	0.53	18.78%	0.47	48.05%	0.52
ENCANA CORPORATION	24.00%	1.05	35.03%	1.33	88.60%	1.31
ENERPLUS CORPORATION	21.17%	0.89	26.63%	1.10	83.05%	1.17
FIRST QUANTUM MINERALS LTD.	51.81%	2.44	67.32%	2.67	154.74%	1.98
FORTIS INC.	16.72%	0.72	16.36%	0.53	49.64%	0.45
GILDAN ACTIVEWEAR INC.	26.65%	0.68	46.75%	1.11	116.31%	0.88
GOLDCORP INC.	28.60%	0.80	35.17%	0.86	117.06%	1.11

S&P/TSX (suite)						
Horizon	30.04.2010-30.04.2011		30.04.2011-30.04.2012		30.04.2007-30.04.2012	
Titres	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta
<b>S&amp;P TSX COMPOSITE</b>	<b>12.81%</b>	<b>1.00</b>	<b>18.29%</b>	<b>1.00</b>	<b>53.84%</b>	<b>1.00</b>
HUSKY ENERGY INC.	19.29%	0.93	26.18%	1.03	73.92%	0.93
IAMGOLD CORPORATION	39.75%	1.26	42.13%	1.12	128.73%	1.11
IMPERIAL OIL LTD.	20.75%	0.99	26.24%	1.12	79.14%	1.10
INMET MINING CORPORATION	41.27%	2.00	44.11%	1.68	140.00%	1.82
KINROSS GOLD CORPORATION	32.45%	1.07	42.96%	0.98	128.30%	1.23
LOBLAW COMPANIES LIMITED	16.39%	0.53	19.39%	0.51	52.62%	0.35
MAGNA INTERNATIONAL INC.	36.73%	1.19	39.02%	1.41	95.33%	0.76
MANULIFE FINANCIAL CORPORATION	34.10%	1.48	38.60%	1.61	103.36%	1.35
METRO INC.	-	-	-	-	-	-
NATIONAL BANK OF CANADA	17.04%	0.66	17.17%	0.65	68.90%	0.73
NEXEN INC.	30.30%	1.40	36.47%	1.40	108.10%	1.55
PENN WEST PETROLEUM LTD.	22.59%	0.93	31.34%	1.85	87.01%	1.31
POTASH CORPORATION OF SASKATCHEWAN INC.	38.45%	1.18	34.33%	1.35	113.90%	1.41
POWER CORPORATION OF CANADA SV	18.04%	0.87	23.41%	0.93	75.99%	0.90
RESEARCH IN MOTION LIMITED	39.93%	0.87	58.64%	1.22	125.93%	1.00
ROGERS COMMUNICATIONS INC. CL 'B' NV	18.80%	0.49	18.73%	0.48	66.05%	0.61
ROYAL BANK OF CANADA	18.76%	0.81	21.93%	0.88	70.30%	0.95
SAPUTO INC.	19.96%	0.52	24.02%	0.61	65.29%	0.33
SHAW COMMUNICATIONS INC.	-	-	-	-	-	-
SHOPPERS DRUG MART CORPORATION	19.18%	0.46	17.29%	0.40	44.79%	0.30
SNC - LAVALIN GROUP INC.	21.61%	1.00	37.64%	1.13	87.84%	1.10
SUN LIFE FINANCIAL INC.	22.42%	1.05	31.98%	1.10	93.65%	1.13
SUNCOR ENERGY INC.	28.64%	1.65	35.57%	1.67	107.80%	1.62
TALISMAN ENERGY INC.	25.26%	1.38	39.26%	1.66	102.12%	1.55
TECK RESOURCES LIMITED CL 'B' SV	43.68%	2.42	46.28%	2.13	152.74%	2.07
TELUS CORPORATION	16.01%	0.40	15.39%	0.38	56.73%	0.52

<b>S&amp;P/TSX (suite)</b>						
Horizon	30.04.2010-30.04.2011		30.04.2011-30.04.2012		30.04.2007-30.04.2012	
Titres	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta	Volatilité	Bêta
<b>S&amp;P TSX COMPOSITE</b>	<b>12.81%</b>	<b>1.00</b>	<b>18.29%</b>	<b>1.00</b>	<b>53.84%</b>	<b>1.00</b>
THOMSON REUTERS CORP	15.22%	0.50	20.70%	0.71	-	-
TIM HORTONS INC.	15.26%	0.33	18.02%	0.43	48.37%	0.36
TORONTO-DOMINION BANK (THE)	17.41%	0.91	20.07%	0.86	66.96%	0.89
TRANSALTA CORPORATION	15.05%	0.64	18.76%	0.65	62.17%	0.64
TRANSCANADA CORPORATION	-	-	10.34%	0.21	10.34%	0.12

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

## Annexe 5

### Table des corrélations pour les titres suisses du SMI – 04.2011/04.2012

Corrélation	Swiss Market Index	ABB LTD	ACTELION	ADECCO SA	COMPAGNIE FINANCIERE RICHEMONT AG	CREDIT SUISSE GROUP	GIVAUDAN AG	HOLCIM	JULIUS BAER GRUPE AG	NESTLE SA	NOVARTIS AG
Swiss Market Index	100.00%	87.26%	60.70%	79.11%	81.58%	77.60%	61.68%	78.97%	80.32%	78.03%	83.04%
ABB LTD	87.26%	100.00%	55.69%	78.05%	79.76%	74.70%	56.78%	75.38%	78.07%	57.34%	65.10%
ACTELION	60.70%	55.69%	100.00%	52.81%	55.29%	49.56%	40.40%	50.25%	53.74%	41.88%	44.82%
ADECCO SA	79.11%	78.05%	52.81%	100.00%	73.99%	74.26%	57.26%	75.30%	72.50%	48.85%	55.80%
COMPAGNIE FINANCIERE RICHEMONT AG	81.58%	79.76%	55.29%	73.99%	100.00%	67.20%	54.90%	69.21%	69.06%	50.85%	58.87%
CREDIT SUISSE GROUP	77.60%	74.70%	49.56%	74.26%	67.20%	100.00%	46.56%	74.47%	73.89%	43.20%	46.21%
GIVAUDAN AG	61.68%	56.78%	40.40%	57.26%	54.90%	46.56%	100.00%	52.81%	55.55%	45.64%	48.62%
HOLCIM	78.97%	75.38%	50.25%	75.30%	69.21%	74.47%	52.81%	100.00%	73.31%	52.39%	53.18%
JULIUS BAER GRUPE AG	80.32%	78.07%	53.74%	72.50%	69.06%	73.89%	55.55%	73.31%	100.00%	57.18%	52.43%
NESTLE SA	78.03%	57.34%	41.88%	48.85%	50.85%	43.20%	45.64%	52.39%	57.18%	100.00%	72.61%
NOVARTIS AG	83.04%	65.10%	44.82%	55.80%	58.87%	46.21%	48.62%	53.18%	52.43%	72.61%	100.00%
ROCHE HOLDINGS AG	79.82%	60.71%	42.86%	52.76%	55.45%	48.66%	43.65%	51.57%	51.95%	64.20%	75.30%
SGS SA	79.58%	71.82%	48.85%	68.85%	67.16%	61.22%	54.72%	63.89%	67.09%	62.24%	63.59%
SWATCH GROUP	79.74%	77.70%	54.10%	75.14%	92.02%	66.13%	55.00%	68.19%	69.26%	51.97%	57.22%
SWISS RE AG	82.70%	76.46%	56.35%	73.76%	69.42%	78.15%	48.18%	76.10%	74.74%	54.45%	59.74%
SWISSCOM AG	71.06%	63.37%	45.54%	55.36%	56.65%	63.64%	44.49%	61.14%	55.30%	50.29%	56.81%
SYNGENTA	78.16%	74.90%	48.24%	69.94%	70.14%	63.71%	65.12%	69.15%	68.05%	55.26%	60.31%
SYNTHE INC	72.02%	58.94%	43.86%	50.23%	56.49%	46.55%	46.81%	45.45%	55.04%	64.74%	67.15%
TRANSOCEAN LIMITED COM	62.00%	54.84%	42.69%	46.08%	56.55%	47.80%	43.18%	46.78%	50.06%	41.50%	51.96%
UBS AG	78.91%	69.64%	50.56%	71.59%	68.02%	80.78%	49.20%	72.05%	71.72%	47.77%	48.59%
ZURICH FINANCIAL SERVICES AG	87.94%	80.70%	54.19%	76.07%	73.08%	80.53%	47.08%	75.05%	77.77%	61.64%	63.46%

Corrélation	Swiss Market Index	ROCHE HOLDINGS AG	SGS SA	SWATCH GROUP	SWISS RE AG	SWISSCOM AG	SYNGENTA	SYNTHE INC	TRANSOCEAN LIMITED COM	UBS AG	ZURICH FINANCIAL SERVICES AG
Swiss Market Index	100.00%	79.82%	79.58%	79.74%	82.70%	71.06%	78.16%	72.02%	62.00%	78.91%	87.94%
ABB LTD	87.26%	60.71%	71.82%	77.70%	76.46%	63.37%	74.90%	58.94%	54.84%	69.64%	80.70%
ACTELION	60.70%	42.86%	48.85%	54.10%	56.35%	45.54%	48.24%	43.86%	42.69%	50.56%	54.19%
ADECCO SA	79.11%	52.76%	68.85%	75.14%	73.76%	55.36%	69.94%	50.23%	46.08%	71.59%	76.07%
COMPAGNIE FINANCIERE RICHEMONT AG	81.58%	55.45%	67.16%	92.02%	69.42%	56.65%	70.14%	56.49%	56.55%	68.02%	73.08%
CREDIT SUISSE GROUP	77.60%	48.66%	61.22%	66.13%	78.15%	63.64%	63.71%	46.55%	47.80%	80.78%	80.53%
GIVAUDAN AG	61.68%	43.65%	54.72%	55.00%	48.18%	44.49%	65.12%	46.81%	43.18%	49.20%	47.08%
HOLCIM	78.97%	51.57%	63.89%	68.19%	76.10%	61.14%	69.15%	45.45%	46.78%	72.05%	75.05%
JULIUS BAER GRUPE AG	80.32%	51.95%	67.09%	69.26%	74.74%	55.30%	68.05%	55.04%	50.06%	71.72%	77.77%
NESTLE SA	78.03%	64.20%	62.24%	51.97%	54.45%	50.29%	55.26%	64.74%	41.50%	47.77%	61.64%
NOVARTIS AG	83.04%	75.30%	63.59%	57.22%	59.74%	56.81%	60.31%	67.15%	51.96%	48.59%	63.46%
ROCHE HOLDINGS AG	79.82%	100.00%	60.57%	52.22%	60.62%	57.30%	52.38%	56.93%	44.17%	49.49%	65.03%
SGS SA	79.58%	60.57%	100.00%	66.45%	66.94%	60.51%	67.04%	59.53%	44.71%	62.21%	69.68%
SWATCH GROUP	79.74%	52.22%	66.45%	100.00%	68.84%	51.91%	69.23%	54.84%	55.80%	70.35%	70.81%
SWISS RE AG	82.70%	60.62%	66.94%	68.84%	100.00%	66.04%	69.96%	54.46%	41.31%	72.37%	85.15%
SWISSCOM AG	71.06%	57.30%	60.51%	51.91%	66.04%	100.00%	55.29%	48.25%	36.41%	55.89%	67.65%
SYNGENTA	78.16%	52.38%	67.04%	69.23%	69.96%	55.29%	100.00%	53.00%	53.20%	60.98%	68.11%
SYNTHE INC	72.02%	56.93%	59.53%	54.84%	54.46%	48.25%	53.00%	100.00%	53.05%	48.65%	61.32%
TRANSOCEAN LIMITED COM	62.00%	44.17%	44.71%	55.80%	41.31%	36.41%	53.20%	53.05%	100.00%	45.69%	50.77%
UBS AG	78.91%	49.49%	62.21%	70.35%	72.37%	55.89%	60.98%	48.65%	45.69%	100.00%	74.56%
ZURICH FINANCIAL SERVICES AG	87.94%	65.03%	69.68%	70.81%	85.15%	67.65%	68.11%	61.32%	50.77%	74.56%	100.00%

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

# Annexe 6

## Table des corrélations pour les titres américains du DJIA – 04.2011/04.2012

Corrélation	DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE	ALCOA INC.	AMERICAN EXPRESS COMPANY	BOEING COMPANY (THE)	BANK OF AMERICA CORPORATION	CATERPILLAR INC.	CISCO SYSTEMS INC.	CHEVRON CORPORATION	E.I. DU PONT DE NEMOURS	WALT DISNEY COMPANY (THE)	GENERAL ELECTRIC COMPANY	HOME DEPOT INC. (THE)	HEWLETT-PACKARD COMPANY	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	INTEL CORPORATION	JOHNSON & JOHNSON
DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE	100.00	87.08%	85.16%	87.62%	72.60%	87.50%	75.26%	88.43%	89.51%	87.12%	88.98%	75.61%	66.48%	81.35%	75.27%	84.03%
ALCOA INC.	87.08%	100.00%	77.51%	76.61%	74.16%	83.95%	67.48%	77.94%	85.26%	74.47%	80.61%	62.81%	62.98%	64.13%	64.13%	70.15%
AMERICAN EXPRESS COMPANY	85.16%	77.51%	100.00%	74.69%	74.49%	72.26%	65.83%	72.01%	77.34%	73.88%	76.20%	65.63%	49.74%	63.20%	60.56%	70.09%
BOEING COMPANY (THE)	87.62%	76.61%	74.69%	100.00%	64.29%	75.33%	59.19%	74.73%	77.62%	78.01%	77.80%	68.33%	60.34%	69.04%	64.70%	70.77%
BANK OF AMERICA CORPORATION	72.60%	74.16%	74.49%	64.29%	100.00%	65.35%	56.17%	60.45%	66.96%	65.53%	71.37%	57.13%	47.57%	50.05%	52.23%	56.72%
CATERPILLAR INC.	87.50%	83.95%	72.26%	75.33%	65.35%	100.00%	64.74%	78.44%	83.06%	75.89%	77.20%	62.89%	61.97%	63.13%	63.29%	67.98%
CISCO SYSTEMS INC.	75.26%	67.48%	65.83%	59.19%	56.17%	64.74%	100.00%	67.06%	67.75%	63.04%	68.32%	57.08%	48.38%	57.91%	63.14%	69.24%
CHEVRON CORPORATION	88.43%	77.94%	72.01%	74.73%	60.45%	78.44%	67.06%	100.00%	79.44%	75.57%	79.16%	65.82%	52.80%	64.61%	60.35%	74.28%
E.I. DU PONT DE NEMOURS	89.51%	85.26%	77.34%	77.62%	66.96%	83.06%	67.75%	79.44%	100.00%	78.36%	80.35%	66.87%	61.17%	67.21%	65.93%	75.74%
WALT DISNEY COMPANY (THE)	87.12%	74.47%	73.88%	78.01%	65.53%	75.89%	63.04%	75.75%	78.36%	100.00%	78.63%	66.58%	60.68%	68.75%	64.11%	66.93%
GENERAL ELECTRIC COMPANY	88.98%	80.61%	76.20%	77.80%	71.37%	77.20%	68.32%	79.16%	80.35%	78.63%	100.00%	67.23%	56.72%	67.70%	68.43%	72.59%
HOME DEPOT INC. (THE)	75.61%	62.81%	65.63%	68.33%	57.13%	62.89%	57.08%	66.87%	66.58%	67.23%	100.00%	44.45%	53.48%	61.66%	62.70%	
HEWLETT-PACKARD COMPANY	66.48%	62.98%	49.74%	60.34%	47.57%	61.97%	57.08%	52.80%	61.17%	60.68%	44.45%	100.00%	59.45%	57.29%	50.25%	
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	81.35%	64.13%	63.20%	69.04%	50.05%	63.13%	57.91%	64.61%	67.21%	68.75%	67.70%	53.48%	59.45%	100.00%	68.36%	66.81%
INTEL CORPORATION	75.27%	64.13%	60.56%	64.70%	52.23%	63.29%	63.14%	60.35%	65.93%	64.11%	68.43%	61.66%	57.29%	68.36%	100.00%	59.12%
JOHNSON & JOHNSON	84.03%	70.15%	70.09%	70.77%	56.72%	67.98%	69.24%	74.28%	75.74%	66.93%	72.59%	62.70%	50.25%	66.81%	59.12%	100.00%
JP MORGAN CHASE & CO.	82.54%	80.69%	78.61%	67.95%	83.79%	72.52%	66.69%	70.57%	76.95%	75.11%	81.53%	59.84%	53.74%	61.01%	61.49%	66.62%
KRAFT FOODS INC.	77.42%	62.33%	65.52%	68.62%	51.74%	62.15%	61.60%	66.05%	67.23%	66.97%	70.04%	54.40%	49.82%	62.27%	53.91%	73.21%
COCA-COLA COMPANY (THE)	81.19%	62.29%	65.80%	70.00%	48.18%	60.46%	58.10%	71.23%	68.82%	69.01%	72.21%	63.24%	48.29%	69.32%	59.86%	73.77%
MCDONALD'S CORPORATION	70.21%	58.42%	63.01%	60.22%	46.51%	53.84%	50.96%	58.63%	58.13%	56.78%	56.41%	57.60%	31.75%	54.82%	50.93%	61.40%
3M COMPANY	90.78%	81.98%	77.07%	78.35%	66.77%	81.37%	67.84%	78.37%	82.04%	78.41%	83.76%	66.95%	58.51%	68.45%	66.96%	77.27%
MERCK & COMPANY INC.	82.84%	68.04%	69.16%	70.32%	57.88%	66.40%	63.14%	70.99%	71.13%	73.89%	73.28%	63.19%	47.65%	63.67%	58.11%	79.47%
MICROSOFT CORPORATION	78.17%	66.98%	65.58%	64.68%	55.72%	66.11%	63.47%	66.57%	70.48%	69.60%	69.57%	58.80%	54.01%	68.31%	67.20%	61.72%
PFIZER INC.	81.85%	68.72%	68.05%	70.16%	56.00%	67.12%	61.84%	73.16%	72.91%	67.90%	73.01%	50.77%	64.26%	60.27%	75.87%	
PROCTER & GANBLE COMPANY (THE)	71.43%	52.53%	59.43%	60.92%	40.50%	53.43%	54.01%	62.83%	58.94%	60.87%	61.11%	54.42%	36.44%	55.80%	53.45%	67.55%
AT&T INC.	79.30%	66.66%	67.13%	68.27%	58.55%	62.38%	54.29%	69.92%	68.78%	68.51%	73.65%	60.62%	51.06%	66.65%	59.04%	66.11%
THE TRAVELERS COMPANIES INC. C	80.52%	67.30%	70.89%	70.03%	64.90%	65.75%	58.53%	70.04%	70.50%	70.55%	71.90%	59.57%	49.58%	58.00%	61.33%	67.60%
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	90.20%	79.39%	76.11%	80.61%	64.23%	82.56%	67.86%	76.36%	80.59%	78.14%	79.80%	67.21%	62.18%	72.44%	67.74%	72.72%
VERIZON COMMUNICATIONS INC.	76.81%	62.93%	65.86%	65.06%	54.88%	61.44%	53.60%	68.72%	65.54%	62.51%	72.18%	59.14%	43.14%	61.98%	53.25%	65.73%
WAL-MART STORES INC.	65.93%	48.43%	54.92%	55.90%	43.34%	50.47%	49.47%	57.62%	54.88%	56.38%	54.22%	62.75%	35.47%	46.40%	49.51%	56.91%
EXXON MOBIL CORPORATION	90.31%	74.56%	72.47%	77.15%	59.00%	76.63%	69.46%	89.53%	78.70%	77.26%	80.99%	68.60%	56.65%	69.44%	64.47%	77.80%

Corrélation	DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE	JP MORGAN CHASE & CO.	KRAFT FOODS INC.	COCA-COLA COMPANY (THE)	MCDONALD'S CORPORATION	3M COMPANY	MERCK & COMPANY INC.	MICROSOFT CORPORATION	PFIZER INC.	PROCTER & GANBLE COMPANY (THE)	AT&T INC.	THE TRAVELERS COMPANIES INC. C	UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	VERIZON COMMUNICATIONS INC.	WAL-MART STORES INC.	EXXON MOBIL CORPORATION
DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE	100.00	82.54%	77.42%	81.19%	70.21%	90.78%	82.84%	78.17%	81.85%	71.43%	79.30%	80.52%	90.20%	76.81%	65.93%	90.31%
ALCOA INC.	87.08%	100.00%	62.33%	62.29%	58.42%	81.98%	68.04%	66.98%	68.72%	52.53%	66.66%	67.30%	79.39%	62.93%	48.43%	74.56%
AMERICAN EXPRESS COMPANY	85.16%	78.61%	65.52%	65.80%	63.01%	77.07%	69.16%	65.58%	68.05%	59.43%	67.13%	70.89%	76.11%	65.86%	54.92%	72.47%
BOEING COMPANY (THE)	87.62%	67.95%	68.62%	70.00%	60.22%	78.35%	70.32%	64.68%	70.16%	60.92%	68.27%	70.03%	80.61%	65.06%	55.90%	77.15%
BANK OF AMERICA CORPORATION	72.60%	83.79%	51.74%	48.18%	46.51%	66.77%	57.88%	55.72%	56.00%	40.50%	58.55%	64.90%	64.23%	54.88%	43.34%	59.00%
CATERPILLAR INC.	87.50%	72.52%	62.15%	60.46%	53.84%	81.37%	66.40%	66.11%	67.12%	53.43%	62.38%	65.75%	82.56%	61.44%	50.47%	76.63%
CISCO SYSTEMS INC.	75.26%	66.69%	61.60%	58.10%	50.96%	67.84%	63.14%	63.47%	61.84%	54.01%	54.29%	58.53%	67.86%	53.60%	49.47%	69.46%
CHEVRON CORPORATION	88.43%	70.57%	66.05%	71.23%	58.63%	78.37%	70.99%	66.57%	73.16%	62.83%	69.92%	70.04%	76.36%	68.72%	57.62%	89.53%
E.I. DU PONT DE NEMOURS	89.51%	76.95%	67.23%	68.82%	58.13%	82.04%	71.13%	70.48%	72.91%	58.94%	68.78%	70.50%	60.59%	65.54%	54.88%	78.70%
WALT DISNEY COMPANY (THE)	87.12%	75.11%	66.97%	69.01%	56.78%	78.41%	73.89%	69.60%	67.90%	60.87%	68.51%	70.55%	78.14%	62.51%	56.38%	77.26%
GENERAL ELECTRIC COMPANY	88.98%	81.53%	70.04%	72.21%	56.41%	83.76%	73.28%	69.57%	73.01%	61.11%	73.65%	71.90%	79.80%	72.18%	54.22%	80.99%
HOME DEPOT INC. (THE)	75.61%	59.84%	54.40%	63.24%	57.60%	66.95%	63.19%	58.80%	65.79%	54.42%	60.62%	59.57%	67.21%	59.14%	62.75%	68.60%
HEWLETT-PACKARD COMPANY	66.48%	53.74%	49.82%	48.29%	31.75%	58.51%	47.65%	54.01%	50.77%	36.44%	51.06%	49.58%	62.18%	43.14%	35.47%	56.65%
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	81.35%	61.01%	62.27%	69.32%	54.82%	68.45%	63.67%	68.31%	64.26%	55.80%	66.65%	58.00%	72.44%	61.98%	46.40%	69.44%
INTEL CORPORATION	75.27%	61.49%	53.91%	59.86%	50.93%	66.96%	58.11%	67.20%	60.27%	53.45%	59.04%	61.33%	67.74%	53.25%	49.51%	64.47%
JOHNSON & JOHNSON	84.03%	66.62%	73.21%	73.77%	61.40%	77.27%	79.47%	61.72%	75.87%	67.55%	66.11%	67.60%	72.72%	65.73%	56.91%	77.80%
JP MORGAN CHASE & CO.	82.54%	100.00%	58.85%	58.44%	52.22%	77.56%	64.27%	64.53%	63.94%	54.26%	65.91%	71.13%	71.43%	62.36%	50.14%	72.53%
KRAFT FOODS INC.	77.42%	58.85%	100.00%	74.67%	57.23%	70.02%	68.54%	58.62%	63.30%	61.71%	63.19%	58.50%	69.43%	66.49%	50.84%	69.59%
COCA-COLA COMPANY (THE)	81.19%	58.44%	74.67%	100.00%	62.68%	70.12%	73.07%	62.27%	69.85%	64.81%	66.89%	67.37%	69.95%	65.60%	57.48%	72.22%
MCDONALD'S CORPORATION	70.21%	52.22%	57.23%	62.68%	100.00%	60.94%	61.88%	55.21%	62.21%	50.98%	56.67%	59.40%	59.53%	53.80%	50.83%	62.07%
3M COMPANY	90.78%	77.56%	70.02%	70.12%	60.94%	100.00%	73.28%	68.54%	73.80%	64.94%	68.26%	73.07%	84.62%	66.56%	59.09%	78.65%
MERCK & COMPANY INC.	82.84%	64.27%	68.54%	73.07%	61.88%	73.28%	100.00%	58.97%	76.56%	67.42%	68.50%	71.94%	72.38%	68.27%	59.96%	77.31%
MICROSOFT CORPORATION	78.17%	64.53%	62.62%	62.27%	55.21%	68.54%	58.97%	100.00%	62.99%	55.58%	59.88%	61.05%	68.80%	65.55%	53.16%	69.55%
PFIZER INC.	81.85%	63.94%	63.30%	69.85%	62.21%	73.80%	76.56%	62.99%	100.00%	58.09%	63.87%	69.72%	72.30%	66.59%	56.14%	76.04%
PROCTER & GANBLE COMPANY (THE)	71.43%	54.26%	61.17%	64.81%	50.98%	64.94%	67.42%	55.58%	58.09%	100.00%	61.13%	59.99%	62.45%	60.88%	56.08%	68.12%
AT&T INC.	79.30%	65.91%	63.19%	66.89%	56.67%	68.26%	68.50%	59.88%	63.87%	61.13%	100.00%	67.21%	67.39%	81.87%	48.59%	72.96%
THE TRAVELERS COMPANIES INC. C	80.52%	71.13%	58.50%	67.37%	59.40%	73.07%	71.94%	61.05%	69.72%	59.99%	67.21%	100.00%	64.23%	65.27%	56.83%	72.08%
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	90.20%	71.43%	69.43%	69.95%	59.53%	84.62%	72.38%	68.80%	72.30%	62.45%	67.39%	64.23%	100.00%	64.12%	59.51%	76.92%
VERIZON COMMUNICATIONS INC.	76.81%	62.36%	66.49%	65.60%	53.80%	66.66%	68.27%	56.55%	66.59%	60.88%	81.87%	65.27%	64.12%	100.00%	61.21%	71.72%
WAL-MART STORES INC.	65.93%	50.14%	50.84%	57.												

# Annexe 7

## Table des corrélations pour les titres américains du DJIA par rapport au S&P500 – 04.2011/04.2012

Corrélation	S&P500	ALCOA INC.	AMERICAN EXPRESS COMPANY	BOEING COMPANY (THE)	BANK OF AMERICA CORPORATION	CATERPILLAR INC.	CISCO SYSTEMS INC.	CHEVRON CORPORATION	E.I. DU PONT DE NEMOURS	WALT DISNEY COMPANY (THE)	GENERAL ELECTRIC COMPANY	HOME DEPOT INC. (THE)	HEWLETT-PACKARD COMPANY	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	INTEL CORPORATION	JOHNSON & JOHNSON
<b>S&amp;P500</b>	100.00%	88.81%	85.95%	85.77%	76.40%	86.59%	77.21%	87.61%	90.21%	86.05%	89.25%	76.21%	64.46%	77.72%	75.42%	82.49%
ALCOA INC.	88.81%	100.00%	77.51%	76.61%	74.16%	83.95%	67.48%	77.94%	85.26%	74.47%	80.61%	62.81%	62.98%	64.13%	64.13%	70.15%
AMERICAN EXPRESS COMPANY	85.95%	77.51%	100.00%	74.69%	74.49%	72.26%	65.83%	72.01%	77.34%	73.88%	76.20%	65.63%	49.74%	63.20%	60.56%	70.09%
BOEING COMPANY (THE)	85.77%	76.61%	74.69%	100.00%	64.29%	75.33%	59.19%	74.73%	77.62%	78.01%	77.80%	68.33%	60.34%	69.04%	64.70%	70.77%
BANK OF AMERICA CORPORATION	76.40%	74.16%	74.49%	64.29%	100.00%	65.35%	56.17%	60.45%	66.96%	65.53%	71.37%	57.13%	47.57%	50.05%	52.23%	56.72%
CATERPILLAR INC.	86.59%	83.95%	72.26%	75.33%	65.35%	100.00%	64.74%	78.44%	83.06%	75.89%	77.20%	62.89%	61.97%	63.13%	63.29%	67.98%
CISCO SYSTEMS INC.	77.21%	67.48%	65.83%	59.19%	56.17%	64.74%	100.00%	67.06%	67.75%	63.04%	68.32%	57.08%	48.38%	57.91%	63.14%	69.24%
CHEVRON CORPORATION	87.61%	77.94%	72.01%	74.73%	60.45%	78.44%	67.06%	100.00%	79.44%	75.57%	79.16%	65.82%	52.80%	64.61%	60.35%	74.28%
E.I. DU PONT DE NEMOURS	90.21%	85.26%	77.34%	77.62%	66.96%	67.75%	79.44%	79.44%	100.00%	78.36%	80.35%	66.87%	61.17%	67.21%	65.93%	75.74%
WALT DISNEY COMPANY (THE)	86.05%	74.47%	73.88%	78.01%	65.53%	75.89%	63.04%	75.75%	78.36%	100.00%	78.63%	66.58%	60.68%	68.75%	64.11%	66.93%
GENERAL ELECTRIC COMPANY	89.25%	80.61%	76.20%	77.80%	71.37%	77.20%	68.32%	79.16%	80.35%	78.63%	100.00%	67.23%	56.72%	67.70%	68.43%	72.59%
HOME DEPOT INC. (THE)	76.21%	62.81%	65.63%	68.33%	57.13%	62.89%	57.08%	66.87%	66.58%	67.23%	100.00%	44.45%	53.48%	61.66%	62.70%	
HEWLETT-PACKARD COMPANY	64.46%	62.98%	49.74%	60.34%	47.57%	61.97%	48.38%	52.80%	61.17%	60.68%	56.72%	44.45%	100.00%	59.45%	57.29%	50.25%
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	77.72%	64.13%	63.20%	69.04%	50.05%	63.13%	57.91%	64.61%	67.21%	68.75%	67.70%	53.48%	59.45%	100.00%	68.36%	66.81%
INTEL CORPORATION	75.42%	64.13%	60.56%	64.70%	52.23%	63.29%	63.14%	60.35%	65.93%	64.11%	68.43%	61.66%	57.29%	68.36%	100.00%	59.12%
JOHNSON & JOHNSON	82.49%	70.15%	70.09%	70.77%	56.72%	67.98%	69.24%	74.28%	75.74%	66.93%	72.59%	62.70%	50.25%	66.81%	59.12%	100.00%
JP MORGAN CHASE & CO.	85.27%	80.69%	78.61%	67.95%	83.79%	72.52%	66.69%	70.57%	76.95%	75.11%	81.53%	59.84%	53.74%	61.01%	61.49%	66.62%
KRAFT FOODS INC.	75.47%	62.33%	65.52%	68.62%	51.74%	62.15%	61.60%	66.05%	67.23%	66.97%	70.04%	54.40%	49.82%	62.27%	53.91%	73.21%
COCA-COLA COMPANY (THE)	78.20%	62.29%	65.80%	70.00%	48.18%	60.46%	58.10%	71.23%	68.82%	69.01%	72.21%	63.24%	48.29%	69.32%	59.86%	73.77%
MCDONALD'S CORPORATION	68.28%	58.42%	63.01%	60.22%	46.51%	53.84%	50.96%	58.63%	58.13%	56.78%	56.41%	57.60%	31.75%	54.82%	50.93%	61.40%
3M COMPANY	89.48%	81.98%	77.07%	78.35%	66.77%	81.37%	67.84%	78.37%	82.04%	78.41%	83.76%	66.95%	58.51%	68.45%	66.96%	77.27%
MERCK & COMPANY INC.	80.04%	68.04%	69.16%	70.32%	57.88%	66.40%	63.14%	70.99%	71.13%	73.89%	73.28%	63.19%	47.65%	63.67%	58.11%	79.47%
MICROSOFT CORPORATION	78.20%	66.98%	65.58%	64.68%	55.72%	66.11%	63.47%	66.57%	70.48%	69.60%	69.57%	58.80%	54.01%	68.31%	67.20%	61.72%
Pfizer Inc.	81.67%	68.72%	68.05%	70.16%	56.00%	67.12%	61.84%	73.16%	72.91%	67.90%	73.01%	50.77%	64.26%	60.27%	75.87%	
PROCTER & GANBLE COMPANY (THE)	67.22%	52.53%	59.43%	60.92%	40.50%	53.43%	54.01%	62.83%	58.94%	60.87%	61.11%	54.42%	36.44%	55.80%	53.45%	67.55%
AT&T INC.	77.92%	66.66%	67.13%	68.27%	58.55%	62.38%	54.29%	69.92%	68.78%	68.51%	73.65%	60.62%	51.06%	66.65%	59.04%	66.11%
THE TRAVELERS COMPANIES INC. C	79.22%	67.30%	70.89%	70.03%	64.90%	65.75%	58.53%	70.04%	70.50%	70.55%	71.90%	59.57%	49.58%	58.00%	61.33%	67.60%
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	87.69%	79.39%	76.11%	80.61%	64.23%	82.56%	67.86%	76.36%	80.59%	78.14%	79.80%	67.21%	62.18%	72.44%	67.74%	72.72%
VERIZON COMMUNICATIONS INC.	75.48%	62.93%	65.86%	65.06%	54.88%	61.44%	53.60%	68.72%	65.54%	62.51%	72.18%	59.14%	43.14%	61.98%	53.25%	65.73%
WAL-MART STORES INC.	62.61%	48.43%	54.92%	55.90%	43.34%	50.47%	49.47%	57.62%	54.88%	56.38%	54.22%	62.75%	35.47%	46.40%	49.51%	56.91%
EXXON MOBIL CORPORATION	88.72%	74.56%	72.47%	77.15%	59.00%	76.63%	69.46%	89.53%	78.70%	77.26%	80.99%	68.60%	56.65%	69.44%	64.47%	77.80%

Corrélation	S&P500	JP MORGAN CHASE & CO.	KRAFT FOODS INC.	COCA-COLA COMPANY (THE)	MCDONALD'S CORPORATION	3M COMPANY	MERCK & COMPANY INC.	MICROSOFT CORPORATION	Pfizer Inc.	PROCTER & GANBLE COMPANY (THE)	AT&T INC.	THE TRAVELERS COMPANIES INC. C	UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	VERIZON COMMUNICATIONS INC.	WAL-MART STORES INC.	EXXON MOBIL CORPORATION
<b>S&amp;P500</b>	100.00%	85.27%	75.47%	78.20%	68.28%	89.48%	80.04%	78.20%	81.67%	67.22%	77.92%	79.22%	87.69%	75.48%	62.61%	88.72%
ALCOA INC.	88.81%	80.69%	62.33%	62.29%	58.42%	81.98%	68.04%	66.98%	68.72%	52.53%	66.66%	67.30%	79.39%	62.93%	48.43%	74.56%
AMERICAN EXPRESS COMPANY	85.95%	78.61%	65.52%	65.80%	63.01%	77.07%	69.16%	65.58%	68.05%	59.43%	67.13%	70.89%	76.11%	65.86%	54.92%	72.47%
BOEING COMPANY (THE)	85.77%	67.95%	68.62%	70.00%	60.22%	78.35%	70.32%	64.68%	70.16%	60.92%	68.27%	70.03%	80.61%	65.06%	55.90%	77.15%
BANK OF AMERICA CORPORATION	76.40%	83.79%	51.74%	48.18%	46.51%	66.77%	57.88%	55.72%	56.00%	40.50%	58.55%	64.90%	64.23%	54.88%	43.34%	59.00%
CATERPILLAR INC.	86.59%	72.52%	62.15%	60.46%	53.84%	81.37%	66.40%	66.11%	67.12%	53.43%	62.38%	65.75%	82.56%	61.44%	50.47%	76.63%
CISCO SYSTEMS INC.	77.21%	66.69%	61.60%	58.10%	50.96%	67.84%	63.14%	63.47%	61.84%	54.01%	54.29%	58.53%	67.86%	53.60%	49.47%	69.46%
CHEVRON CORPORATION	87.61%	70.57%	66.05%	71.23%	58.63%	78.37%	70.99%	66.57%	73.16%	62.83%	69.92%	70.04%	76.36%	68.72%	57.62%	89.53%
E.I. DU PONT DE NEMOURS	90.21%	76.95%	67.23%	68.82%	58.13%	82.04%	71.13%	70.48%	72.91%	58.94%	68.78%	70.50%	80.59%	65.54%	54.88%	78.70%
WALT DISNEY COMPANY (THE)	86.05%	75.11%	66.97%	69.01%	56.78%	78.41%	73.89%	69.60%	67.90%	60.87%	68.51%	70.55%	78.14%	62.51%	56.38%	77.26%
GENERAL ELECTRIC COMPANY	89.25%	81.53%	70.04%	72.21%	56.41%	83.76%	73.28%	69.57%	73.01%	61.11%	73.65%	71.90%	79.80%	72.18%	54.22%	80.99%
HOME DEPOT INC. (THE)	76.21%	59.84%	54.40%	63.24%	57.60%	66.95%	63.19%	58.80%	65.79%	54.42%	60.62%	59.57%	67.21%	59.14%	62.75%	68.60%
HEWLETT-PACKARD COMPANY	64.46%	53.74%	49.82%	48.29%	31.75%	58.51%	47.65%	54.01%	50.77%	36.44%	51.06%	49.58%	62.18%	43.14%	35.47%	56.65%
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES	77.72%	61.01%	62.27%	69.32%	54.82%	68.45%	63.67%	68.31%	64.26%	55.80%	66.65%	58.00%	72.44%	61.98%	46.40%	69.44%
INTEL CORPORATION	75.42%	61.49%	53.91%	59.86%	50.93%	66.96%	58.11%	67.20%	60.27%	53.45%	59.04%	61.33%	67.74%	53.25%	49.51%	64.47%
JOHNSON & JOHNSON	82.49%	66.62%	73.21%	73.77%	61.40%	77.27%	79.47%	61.72%	75.87%	67.55%	66.11%	67.60%	72.72%	65.73%	56.91%	77.80%
JP MORGAN CHASE & CO.	85.27%	100.00%	58.85%	58.44%	52.22%	77.56%	64.27%	64.53%	63.94%	54.26%	65.91%	71.13%	71.43%	62.36%	50.14%	72.53%
KRAFT FOODS INC.	75.47%	58.85%	100.00%	74.67%	57.23%	70.02%	68.54%	58.62%	63.30%	61.71%	63.19%	58.50%	69.43%	66.49%	50.84%	69.59%
COCA-COLA COMPANY (THE)	78.20%	58.44%	74.67%	100.00%	62.68%	70.12%	73.07%	62.27%	69.85%	64.81%	66.89%	67.37%	69.95%	65.60%	57.48%	62.22%
MCDONALD'S CORPORATION	68.28%	52.22%	57.23%	62.68%	100.00%	60.94%	61.88%	55.21%	62.21%	50.98%	56.67%	59.40%	59.53%	53.80%	50.83%	67.07%
3M COMPANY	89.48%	77.56%	70.02%	70.12%	60.94%	100.00%	73.28%	68.54%	73.80%	64.94%	68.26%	73.07%	84.62%	66.56%	59.09%	78.65%
MERCK & COMPANY INC.	80.04%	64.27%	68.54%	73.07%	61.88%	73.28%	100.00%	58.97%	76.56%	67.42%	68.50%	71.94%	72.38%	68.27%	59.96%	77.31%
MICROSOFT CORPORATION	78.20%	64.53%	58.62%	62.27%	55.21%	68.54%	58.97%	100.00%	62.99%	55.58%	59.88%	61.05%	68.80%	65.55%	53.16%	69.55%
Pfizer Inc.	81.67%	63.94%	63.30%	69.85%	62.21%	73.80%	76.56%	62.99%	100.00%	58.09%	63.87%	69.72%	72.30%	66.59%	56.14%	76.04%
PROCTER & GANBLE COMPANY (THE)	67.22%	54.26%	61.71%	64.81%	50.98%	64.94%	67.42%	55.58%	58.09%	100.00%	61.13%	59.99%	62.45%	60.88%	56.08%	68.12%
AT&T INC.	77.92%	65.91%	63.19%	66.89%	56.67%	68.26%	68.50%	59.88%	63.87%	61.13%	100.00%	67.21%	67.39%	81.87%	48.59%	72.96%
THE TRAVELERS COMPANIES INC. C	79.22%	71.13%	58.50%	67.37%	59.40%	73.07%	71.94%	61.05%	69.72%	59.99%	67.21%	100.00%	64.23%	65.27%	56.83%	72.08%
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	87.69%	71.43%	69.43%	69.95%	59.53%	84.62%	72.38%	68.80%	72.30%	62.45%	67.39%	64.23%	100.00%	64.12%	59.51%	76.92%
VERIZON COMMUNICATIONS INC.	75.48%	62.36%	66.49%	65.60%	53.80%	66.66%	68.27%	56.55%	66.59%	60.88%	81.87%	65.27%	64.12%	100.00%	61.62%	71.72%
WAL-MART STORES INC.	62.61%	5														

# Annexe 8

## Table des corrélations pour les titres canadiens du S&P/TSX60 par rapport au S&P/TSX Composite – 04.2011/04.2012

Corrélation	S&P/TSX COMPOSITE	AGNICO-EAGLE MINES LTD.	AGRIUM INC.	ARC RESOURCES COM NPV	BANK OF MONTREAL	BANK OF NOVA SCOTIA (THE)	BARRICK GOLD CORPORATION	BCE INC.	BOMBARDIER INC. CL 'B' SV	CAMECO CORPORATION	CANADIAN IMPERIAL BANK OF COMMERCE	CANADIAN NATIONAL RAILWAY CO.	CANADIAN NATURAL RESOURCES LIMITED	CANADIAN OIL SANDS LIMITED*	CANADIAN PACIFIC RAILWAY LIMITED	CANADIAN TIRE CORPORATION, LIMITED CL 'A'...
S&P/TSX COMPOSITE	100.00%	38.03%	73.40%	71.96%	78.16%	77.17%	51.33%	39.10%	53.59%	70.15%	72.72%	67.44%	86.27%	77.80%	61.35%	47.88%
AGNICO-EAGLE MINES LTD.	38.03%	100.00%	22.64%	19.99%	13.52%	8.81%	71.67%	8.19%	10.14%	25.35%	9.10%	4.57%	26.84%	19.81%	-2.32%	7.20%
AGRIUM INC.	73.40%	22.64%	100.00%	48.15%	52.35%	56.85%	34.25%	18.79%	39.09%	53.40%	50.23%	49.10%	59.35%	53.17%	51.10%	30.25%
ARC RESOURCES COM NPV	71.96%	19.99%	48.15%	100.00%	53.57%	56.33%	27.18%	29.61%	38.32%	45.41%	53.44%	55.46%	65.28%	59.27%	50.95%	35.07%
BANK OF MONTREAL	78.16%	13.52%	52.35%	53.57%	100.00%	78.76%	18.50%	36.53%	47.18%	56.76%	77.40%	58.24%	69.45%	64.17%	52.97%	42.21%
BANK OF NOVA SCOTIA (THE)	77.17%	8.81%	56.85%	56.33%	78.76%	100.00%	13.93%	41.30%	44.81%	50.89%	78.68%	63.38%	68.28%	59.07%	52.33%	41.34%
BARRICK GOLD CORPORATION	51.33%	71.67%	34.25%	27.18%	18.50%	13.93%	100.00%	2.61%	17.18%	32.09%	16.22%	8.32%	34.14%	29.77%	8.74%	10.34%
BCE INC.	39.10%	8.19%	18.79%	29.61%	36.53%	41.30%	2.61%	100.00%	19.09%	13.93%	40.86%	40.31%	23.36%	30.60%	31.95%	24.55%
BOMBARDIER INC. CL 'B' SV	53.59%	10.14%	39.09%	38.32%	47.18%	44.81%	17.18%	19.09%	100.00%	40.34%	34.45%	40.57%	45.12%	43.28%	42.52%	32.82%
CAMECO CORPORATION	70.15%	25.35%	53.40%	45.41%	56.76%	50.89%	32.09%	13.93%	40.34%	100.00%	43.09%	42.02%	62.24%	57.79%	23.35%	32.35%
CANADIAN IMPERIAL BANK OF COMMERCE	72.72%	9.10%	50.23%	53.44%	77.40%	78.68%	16.22%	40.86%	34.45%	43.09%	100.00%	54.20%	61.35%	57.88%	50.54%	37.75%
CANADIAN NATIONAL RAILWAY CO.	67.44%	4.57%	49.10%	55.46%	58.24%	63.38%	8.32%	40.31%	40.57%	42.02%	54.20%	100.00%	58.78%	50.62%	73.29%	41.01%
CANADIAN NATURAL RESOURCES LIMITED	86.27%	26.84%	59.35%	65.28%	69.45%	68.28%	34.14%	23.36%	45.12%	62.24%	61.35%	58.78%	100.00%	76.07%	52.58%	40.73%
CANADIAN OIL SANDS LIMITED*	77.80%	19.81%	53.17%	59.27%	64.17%	59.07%	29.77%	30.60%	43.28%	57.79%	57.88%	50.62%	76.07%	100.00%	48.43%	32.95%
CANADIAN PACIFIC RAILWAY LIMITED	61.35%	-2.32%	51.10%	50.95%	52.97%	52.33%	8.74%	31.95%	42.52%	47.62%	50.54%	73.29%	52.58%	48.43%	100.00%	32.97%
CANADIAN TIRE CORPORATION, LIMITED CL 'A'...	47.88%	7.20%	30.25%	35.07%	42.21%	41.34%	10.34%	24.55%	32.82%	23.35%	37.75%	41.01%	40.73%	32.95%	32.97%	100.00%
CENOVUS ENERGY INC.	81.27%	18.30%	54.73%	62.70%	67.73%	67.20%	26.80%	30.08%	43.92%	53.71%	60.61%	61.71%	74.31%	65.34%	54.99%	40.52%
ELDRADO GOLD CORPORATION	45.69%	62.56%	30.09%	23.39%	14.33%	11.12%	77.53%	6.47%	12.45%	30.86%	13.11%	10.71%	33.58%	28.60%	12.04%	7.30%
ENBRIDGE INC.	46.95%	9.88%	30.18%	43.98%	44.81%	45.01%	6.41%	38.21%	18.56%	21.13%	45.06%	42.17%	35.27%	32.82%	33.77%	32.83%
ENCANA CORPORATION	70.09%	25.93%	48.64%	56.96%	56.24%	52.58%	27.57%	26.53%	39.51%	48.73%	49.90%	54.09%	64.15%	57.12%	49.28%	33.12%
ENERGY CORPORATION	75.97%	23.86%	55.04%	65.07%	58.27%	57.92%	32.79%	30.12%	37.16%	49.97%	54.96%	47.90%	68.11%	63.32%	50.84%	30.73%
FIRST QUANTUM MINERALS LTD.	73.12%	19.30%	53.50%	48.03%	57.93%	53.66%	33.01%	17.22%	41.55%	61.38%	51.30%	47.47%	65.41%	60.55%	47.49%	32.55%
FORTIS INC.	59.97%	10.32%	36.55%	45.91%	53.23%	52.41%	19.91%	29.78%	28.85%	42.91%	49.59%	39.22%	53.48%	55.79%	33.43%	39.26%
GILDAN ACTIVEWEAR INC.	43.91%	12.99%	32.68%	26.15%	38.82%	43.19%	11.69%	21.60%	18.92%	34.09%	35.19%	33.88%	38.15%	33.38%	32.17%	25.66%
GOLDCORP INC.	45.14%	68.74%	28.04%	23.12%	11.14%	10.09%	85.85%	7.60%	11.14%	24.79%	10.28%	5.81%	27.14%	25.04%	4.54%	9.39%
HUSKY ENERGY INC.	72.77%	21.39%	48.98%	61.30%	61.82%	59.33%	28.47%	24.60%	35.96%	48.12%	60.12%	51.65%	68.23%	62.51%	54.74%	38.00%
JAMGOLD CORPORATION	48.74%	61.53%	35.87%	29.72%	17.72%	14.32%	74.74%	6.93%	17.64%	26.81%	16.96%	15.93%	36.62%	30.13%	12.36%	10.33%
IMPERIAL OIL LTD.	78.96%	19.26%	53.61%	63.43%	67.45%	64.53%	28.95%	31.75%	42.31%	59.25%	56.75%	60.78%	71.97%	63.50%	53.07%	39.32%
INMET MINING CORPORATION	70.01%	25.74%	59.32%	46.73%	48.08%	46.69%	39.33%	9.14%	44.15%	58.12%	47.56%	47.05%	61.33%	51.54%	52.80%	35.49%
KINROSS GOLD CORPORATION	41.91%	65.28%	27.90%	24.38%	16.07%	8.16%	70.23%	6.89%	11.14%	27.67%	10.75%	-0.95%	27.54%	25.21%	5.50%	5.74%
LOBLAW COMPANIES LIMITED	47.94%	13.80%	25.38%	44.45%	36.82%	41.15%	21.59%	36.96%	26.05%	31.11%	39.09%	40.84%	35.98%	34.93%	35.65%	30.67%
MAGNA INTERNATIONAL INC.	66.74%	7.10%	51.74%	48.70%	60.46%	59.35%	8.65%	30.32%	41.72%	49.14%	57.76%	55.55%	55.85%	50.68%	57.64%	40.61%
MANULIFE FINANCIAL CORPORATION	76.53%	8.47%	55.01%	57.98%	73.78%	69.76%	8.38%	35.11%	42.76%	56.64%	62.16%	63.17%	70.81%	67.74%	54.20%	39.18%
NATIONAL BANK OF CANADA	69.52%	2.10%	51.77%	49.60%	68.93%	76.24%	8.92%	37.82%	38.98%	48.65%	64.93%	56.31%	58.41%	57.82%	42.37%	38.58%
NEXEN INC.	70.63%	20.44%	50.88%	45.81%	57.27%	52.36%	28.54%	23.61%	34.40%	51.96%	43.92%	45.72%	68.16%	60.01%	46.41%	27.03%
PENN WEST PETROLEUM LTD.*	80.23%	6.80%	64.60%	63.79%	64.68%	64.30%	26.64%	26.94%	51.03%	63.79%	60.76%	58.55%	76.80%	69.53%	55.80%	43.78%
POTASH CORPORATION OF SASKATCHEWAN INC.	72.69%	29.85%	80.69%	48.96%	50.82%	53.68%	36.68%	18.27%	36.51%	53.68%	43.58%	41.47%	62.78%	59.40%	41.29%	23.32%
POWER CORPORATION OF CANADA SV	73.21%	6.32%	48.40%	54.18%	67.88%	70.05%	16.06%	30.62%	40.15%	55.61%	64.34%	57.94%	65.73%	63.50%	50.07%	39.59%
RESEARCH IN MOTION LIMITED	38.24%	17.43%	33.51%	21.46%	27.22%	28.35%	14.05%	7.73%	23.23%	36.78%	20.94%	27.64%	35.69%	28.67%	22.69%	10.45%
ROGERS COMMUNICATIONS INC. CL 'B' NV	46.67%	11.63%	27.89%	27.70%	39.26%	42.41%	14.29%	48.70%	26.14%	30.65%	34.97%	45.04%	32.27%	34.07%	30.90%	30.81%
ROYAL BANK OF CANADA	74.91%	8.21%	46.93%	50.62%	77.23%	77.56%	16.20%	40.52%	42.20%	51.97%	74.09%	59.49%	63.09%	54.52%	51.68%	40.24%
SAPUTO INC.	46.73%	13.74%	32.68%	31.65%	40.52%	43.39%	16.83%	21.45%	34.06%	35.90%	36.49%	37.59%	35.34%	36.65%	31.66%	29.48%
SHOPPERS DRUG MART CORPORATION	43.10%	13.55%	29.10%	38.42%	31.41%	31.76%	18.16%	24.64%	19.60%	24.88%	35.38%	33.73%	32.23%	29.87%	25.21%	24.81%
SNC - LAVALIN GROUP INC.	54.95%	7.64%	36.16%	43.37%	44.70%	45.51%	15.07%	23.92%	37.96%	40.94%	38.70%	49.19%	51.77%	43.86%	42.38%	36.68%
SUN LIFE FINANCIAL INC.	63.04%	11.69%	48.22%	40.28%	56.98%	56.91%	9.76%	27.56%	31.98%	46.19%	53.39%	52.29%	53.50%	50.68%	46.27%	36.79%
SUNCOR ENERGY INC.	86.74%	24.44%	62.66%	62.94%	69.31%	64.12%	37.13%	23.36%	49.31%	66.13%	58.58%	58.11%	83.51%	76.99%	56.37%	38.18%
TALISMAN ENERGY INC.	78.10%	23.54%	59.11%	53.74%	64.54%	60.46%	31.39%	28.28%	44.89%	60.58%	53.83%	56.62%	72.04%	64.03%	51.39%	39.98%
TECK RESOURCES LIMITED CL 'B' SV	84.72%	26.03%	69.43%	58.40%	64.85%	62.76%	35.68%	21.94%	48.60%	69.03%	59.53%	77.36%	67.50%	59.28%	35.22%	32.22%
TELUS CORPORATION	46.25%	5.16%	32.11%	33.03%	43.99%	44.70%	5.77%	46.28%	27.40%	30.52%	39.25%	40.97%	32.75%	34.18%	37.04%	36.49%
THOMSON REUTERS CORP	63.32%	6.68%	47.35%	48.50%	58.63%	57.24%	12.75%	39.94%	42.50%	42.41%	53.74%	59.14%	48.56%	50.21%	59.41%	36.65%
TIM HORTONS INC.	43.54%	15.45%	34.57%	33.70%	32.33%	33.31%	13.13%	21.49%	30.68%	29.01%	25.89%	34.66%	29.70%	28.88%	29.67%	27.08%
TORONTO-DOMINION BANK (THE)	78.81%	12.44%	55.96%	53.93%	82.30%	84.09%	16.83%	41.16%	39.86%	55.97%	81.11%	62.75%	66.60%	61.59%	56.54%	41.07%
TRANSALTA CORPORATION	63.35%	10.58%	44.32%	51.72%	54.80%	58.60%	22.87%	43.14%	33.83%	37.17%	55.17%	49.59%	53.23%	46.64%	42.56%	30.43%
TRANSCANADA CORPORATION*	33.76%	6.11%	4.25%	27.54%	29.41%	35.05%	18.24%	25.71%	7.36%	21.47%	40.01%	22.94%	15.59%	34.37%	22.91%	2.02%
VALEANT PHARMACEUTICALS INTERNATIONAL, I...	51.85%	7.87%	32.16%	37.36%	41.45%	42.58%	17.21%	27.13%	27.27%	31.11%	38.08%	41.65%	46.11%	39.71%	37.12%	23.63%
WESTON LTD. GEORGE	46.47%	17.97%	27.61%	31.61%	39.56%	37.14%	20.20%	33.15%	23.84%	29.57%	37.85%	37.32%	34.30%	32.04%	33.56%	27.89%
YAMANA GOLD INC.	45.55%	69.01%	28.25%	22.99%	14.38%	11.46%	84.29%	4.54%	11.32%	29.25%	16.11%	5.57%	30.87%	26.38%	4.70%	3.63%
YELLOW MEDIA INC.	19.20%	-5.24%	17.08%	11.07%	8.54%	4.44%	3.76%	1.34%	18.93%	17.65%	1.27%	7.83%	13.12%	13.85%	4.76%	7.99%

Corrélation	S&P/TSX COMPOSITE	CENOVUS ENERGY INC.	ELDORADO GOLD CORPORATION	ENBRIDGE INC.	ENCANA CORPORATION	ENERPLUS CORPORATION	FIRST QUANTUM MINERALS LTD.	FORTIS INC.	GILDAN ACTIVEWEAR INC.	GOLDCORP INC.	HUSKY ENERGY INC.	IAMGOLD CORPORATION	IMPERIAL OIL LTD.	INMET MINING CORPORATION	KINROSS GOLD CORPORATION	LOBLAW COMPANIES LIMITED
S&P/TSX COMPOSITE	100.00%	81.27%	45.69%	46.95%	70.09%	75.97%	73.12%	59.97%	43.91%	45.14%	72.77%	48.74%	78.96%	70.01%	41.91%	47.94%
AGNICO-EAGLE MINES LTD.	38.03%	18.30%	62.56%	9.88%	25.93%	23.86%	19.30%	10.32%	12.99%	68.74%	21.39%	61.53%	19.26%	25.74%	65.28%	13.80%
AGRIUM INC.	73.40%	54.73%	30.09%	30.18%	48.64%	55.04%	53.50%	36.55%	32.68%	28.04%	48.98%	35.87%	53.61%	59.32%	27.90%	25.38%
ARC RESOURCES COM NPV	71.96%	62.70%	23.39%	43.98%	56.96%	65.07%	48.03%	45.91%	26.15%	23.12%	61.30%	29.72%	63.43%	46.73%	24.38%	44.45%
BANK OF MONTREAL	78.16%	67.73%	14.33%	44.81%	56.24%	58.27%	57.93%	53.23%	38.82%	11.14%	61.82%	17.72%	67.45%	48.08%	16.07%	36.82%
BANK OF NOVA SCOTIA (THE)	77.17%	67.20%	11.12%	45.01%	52.58%	57.92%	53.66%	52.41%	43.19%	10.09%	59.33%	14.32%	64.53%	46.69%	8.16%	41.15%
BARRICK GOLD CORPORATION	51.33%	26.80%	77.53%	6.41%	27.57%	32.79%	33.01%	19.91%	11.69%	85.85%	28.47%	74.74%	28.95%	39.33%	70.73%	21.59%
BCE INC.	39.10%	30.08%	6.47%	38.21%	26.53%	30.12%	17.22%	29.78%	21.60%	7.60%	24.60%	6.93%	31.75%	9.14%	6.89%	36.96%
BOMBARDIER INC. CL 'B' SV	53.59%	43.92%	12.45%	18.56%	39.51%	37.16%	41.55%	28.85%	18.92%	11.14%	35.96%	17.64%	42.31%	44.15%	11.14%	26.05%
CAMECO CORPORATION	70.15%	53.71%	30.86%	21.13%	48.93%	49.97%	61.38%	42.91%	34.09%	24.79%	48.12%	26.81%	59.25%	58.12%	27.67%	31.11%
CANADIAN IMPERIAL BANK OF COMMERCE	72.72%	60.61%	13.11%	45.06%	49.90%	54.96%	51.30%	49.59%	35.19%	10.28%	60.12%	16.96%	56.75%	47.56%	10.95%	39.09%
CANADIAN NATIONAL RAILWAY CO.	67.44%	61.71%	10.71%	42.17%	54.09%	47.90%	47.47%	39.22%	33.38%	5.81%	51.65%	15.93%	60.78%	47.05%	-0.95%	40.84%
CANADIAN NATURAL RESOURCES LIMITED	86.27%	74.31%	33.58%	35.27%	64.15%	68.11%	65.41%	53.48%	38.15%	27.14%	68.23%	36.62%	71.97%	61.33%	27.54%	35.98%
CANADIAN OIL SANDS LIMITED*	77.80%	65.34%	28.60%	32.82%	57.12%	63.32%	60.55%	55.79%	33.38%	25.04%	62.51%	30.13%	63.50%	51.54%	25.21%	34.93%
CANADIAN PACIFIC RAILWAY LIMITED	61.35%	54.99%	12.04%	33.77%	49.28%	50.84%	47.49%	33.43%	32.17%	4.54%	54.74%	12.36%	53.07%	52.80%	5.50%	35.65%
CANADIAN TIRE CORPORATION, LIMITED CL 'A'...	47.88%	40.52%	7.30%	32.83%	33.12%	30.73%	32.55%	39.26%	27.56%	9.39%	38.00%	10.33%	39.32%	35.49%	5.74%	30.67%
CENOVUS ENERGY INC.	81.27%	100.00%	23.69%	44.84%	54.88%	63.06%	57.45%	50.28%	37.90%	23.02%	65.09%	30.03%	70.50%	55.30%	41.81%	40.25%
ELDORADO GOLD CORPORATION	45.69%	23.69%	100.00%	0.06%	21.47%	33.30%	26.23%	21.12%	6.06%	72.37%	29.56%	68.95%	26.94%	33.00%	61.47%	19.79%
ENBRIDGE INC.	46.95%	44.84%	0.06%	100.00%	40.02%	45.28%	25.75%	37.47%	23.11%	1.92%	37.24%	10.41%	48.06%	27.88%	2.19%	33.63%
ENCANA CORPORATION	70.09%	54.88%	21.47%	40.02%	100.00%	58.40%	53.33%	41.16%	33.40%	20.92%	48.56%	28.37%	60.09%	53.66%	21.27%	35.61%
ENERPLUS CORPORATION	75.97%	63.06%	33.30%	45.28%	58.40%	100.00%	51.55%	47.84%	36.53%	25.47%	57.54%	33.74%	62.83%	50.63%	30.62%	42.69%
FIRST QUANTUM MINERALS LTD.	73.12%	57.45%	26.23%	25.75%	53.33%	51.55%	100.00%	37.72%	35.42%	25.58%	46.96%	31.00%	62.83%	69.21%	20.89%	24.76%
FORTIS INC.	59.97%	50.28%	21.12%	37.47%	41.16%	47.84%	37.72%	100.00%	33.95%	15.20%	45.91%	19.40%	50.55%	36.86%	12.82%	41.37%
GILDAN ACTIVEWEAR INC.	43.91%	37.90%	6.06%	23.11%	33.40%	36.53%	35.42%	33.95%	100.00%	7.31%	29.19%	9.81%	35.19%	30.50%	10.70%	15.73%
GOLDCORP INC.	45.14%	23.02%	72.37%	1.92%	20.92%	25.47%	25.58%	15.20%	7.31%	100.00%	21.28%	71.92%	25.71%	34.37%	69.35%	19.70%
HUSKY ENERGY INC.	72.77%	65.09%	29.56%	37.24%	48.56%	57.54%	46.96%	45.91%	29.19%	21.28%	100.00%	30.52%	62.53%	45.04%	24.33%	36.32%
IAMGOLD CORPORATION	48.74%	30.03%	68.95%	10.41%	28.37%	33.74%	31.00%	19.40%	9.81%	71.92%	30.52%	100.00%	26.74%	35.60%	64.95%	28.53%
IMPERIAL OIL LTD.	78.96%	70.50%	26.94%	48.06%	60.09%	62.83%	58.27%	50.55%	35.19%	25.71%	62.53%	26.74%	100.00%	57.15%	20.20%	43.16%
INMET MINING CORPORATION	70.01%	55.30%	33.00%	27.88%	53.66%	50.63%	69.21%	36.86%	30.50%	34.37%	45.04%	35.60%	57.15%	100.00%	29.63%	24.58%
KINROSS GOLD CORPORATION	41.91%	14.81%	61.47%	2.19%	21.27%	30.62%	20.89%	12.82%	10.70%	69.35%	24.33%	64.95%	20.20%	29.63%	100.00%	20.76%
LOBLAW COMPANIES LIMITED	47.94%	40.25%	19.79%	33.63%	35.61%	42.69%	24.76%	41.37%	15.73%	19.70%	36.32%	28.53%	43.16%	24.58%	20.76%	100.00%
MAGNA INTERNATIONAL INC.	66.74%	57.10%	10.72%	31.69%	45.24%	49.70%	55.05%	38.01%	37.18%	5.94%	53.36%	10.04%	50.53%	48.41%	18.30%	27.13%
MANULIFE FINANCIAL CORPORATION	76.53%	67.07%	13.63%	33.33%	55.10%	59.40%	57.70%	46.46%	36.96%	7.97%	55.78%	16.79%	62.81%	49.75%	13.36%	34.55%
NATIONAL BANK OF CANADA	69.52%	61.94%	11.37%	38.19%	48.67%	48.91%	48.44%	51.36%	37.21%	8.55%	45.78%	9.71%	59.65%	44.30%	6.11%	35.06%
NEXEN INC.	70.63%	61.42%	25.83%	35.75%	52.02%	54.63%	55.27%	42.90%	39.88%	23.95%	50.83%	27.45%	63.08%	47.98%	24.65%	24.66%
NET WEST PETROLEUM LTD.*	80.23%	69.06%	19.98%	37.94%	68.75%	74.50%	68.01%	53.87%	40.67%	20.88%	62.55%	24.77%	70.50%	64.21%	23.54%	33.63%
POTASH CORPORATION OF SASKATCHEWAN INC.	72.69%	55.59%	34.39%	31.98%	47.93%	60.25%	53.65%	34.55%	31.21%	32.41%	43.98%	35.59%	54.81%	53.19%	33.93%	31.99%
POWER CORPORATION OF CANADA SV	73.21%	65.84%	17.14%	27.20%	53.57%	52.05%	55.06%	47.75%	35.24%	15.34%	53.33%	19.05%	62.71%	46.27%	8.60%	41.84%
RESEARCH IN MOTION LIMITED	38.24%	33.85%	17.89%	17.43%	27.52%	31.64%	23.03%	23.02%	12.32%	13.90%	18.07%	11.23%	32.54%	25.23%	5.16%	15.62%
ROGERS COMMUNICATIONS INC. CL 'B' NV	46.67%	38.76%	8.39%	32.02%	30.73%	32.93%	26.36%	34.47%	21.08%	12.94%	27.83%	16.53%	36.86%	24.22%	11.37%	36.78%
ROYAL BANK OF CANADA	74.91%	63.80%	14.19%	38.28%	51.59%	52.76%	51.49%	47.42%	31.70%	12.07%	58.45%	15.00%	61.81%	45.67%	15.10%	36.72%
SAPUTO INC.	46.73%	38.16%	13.34%	24.39%	29.50%	32.71%	29.08%	35.16%	20.99%	12.52%	33.90%	16.12%	38.77%	30.43%	8.63%	29.03%
SHOPPERS DRUG MART CORPORATION	43.10%	34.69%	19.72%	29.65%	32.93%	27.61%	29.14%	29.67%	12.82%	17.24%	36.21%	19.22%	33.07%	30.64%	11.40%	31.03%
SNC - LAVALLIN GROUP INC.	54.95%	51.21%	13.56%	26.22%	35.28%	38.03%	37.77%	35.64%	28.91%	10.46%	43.40%	16.55%	47.04%	37.81%	8.74%	28.64%
SUN LIFE FINANCIAL INC.	63.04%	51.57%	20.80%	24.69%	45.75%	48.70%	49.12%	35.20%	36.36%	8.92%	47.66%	18.97%	49.39%	41.40%	15.13%	29.45%
SUNCOR ENERGY INC.	86.74%	76.45%	32.52%	32.97%	60.54%	66.42%	66.41%	52.41%	38.40%	29.93%	69.01%	34.49%	77.45%	63.40%	27.28%	36.23%
TALISMAN ENERGY INC.	78.10%	62.62%	30.43%	36.43%	63.79%	61.99%	59.00%	45.75%	31.50%	24.87%	55.02%	27.78%	66.03%	56.86%	26.96%	37.68%
TECK RESOURCES LIMITED CL 'B' SV	84.72%	67.70%	34.27%	32.82%	58.16%	63.96%	73.98%	44.33%	36.44%	29.68%	59.40%	36.67%	68.18%	71.38%	32.06%	29.14%
TELUS CORPORATION	46.25%	40.28%	4.39%	39.28%	34.62%	32.73%	21.58%	35.71%	17.29%	7.43%	29.55%	4.20%	39.13%	23.82%	0.84%	33.12%
THOMSON REUTERS CORP	63.32%	52.43%	12.83%	37.90%	51.42%	48.45%	49.13%	44.86%	42.54%	8.60%	45.99%	15.97%	54.08%	45.26%	7.99%	44.09%
TIM HORTONS INC.	43.54%	41.04%	10.11%	39.47%	35.24%	39.21%	17.02%	28.82%	18.47%	10.44%	27.46%	13.35%	34.64%	26.33%	12.50%	27.57%
TORONTO-DOMINION BANK (THE)	78.81%	69.94%	13.22%	45.08%	53.67%	59.47%	56.00%	52.92%	42.18%	12.49%	60.82%	16.81%	62.60%	49.64%	13.63%	40.38%
TRANSALTA CORPORATION	63.35%	53.79%	22.12%	39.84%	43.70%	50.30%	36.99%	50.76%	21.98%	17.65%	50.17%	21.09%	51.36%	37.08%	20.56%	40.82%
TRANSCANADA CORPORATION*	33.76%	27.90%	13.24%	33.22%	22.37%	18.48%	14.84%	28.14%	-5.30%	16.45%	33.55%	15.68%	27.03%	17.27%	2.20%	18.13%
VALEANT PHARMACEUTICALS INTERNATIONAL, L...	51.85%	44.36%	12.41%	27.98%	38.34%	41.22%	44.57%	22.77%	31.40%	14.29%	36.88%	19.19%	47.37%	33.62%	15.71%	23.73%
WESTON LTD. GEORGE	46.47%	43.68%	19.43%	33.54%	30.18%	32.50%	27.74%	42.99%	27.42%	17.76%	40.34%	27.31%	35.45%	30.48%	21.25%	58.14%
YAMANA GOLD INC.	45.55%	22.80%	71.33%	4.94%	24.74%	27.63%	25.78%	16.38%	9.08%	79.94%	26.84%	71.48%	23.29%	31.76%	67.67%	17.29%
YELLOW MEDIA INC.	19.20%	12.06%	2.11%	6.63%	13.85%	15.77%	21.23%	11.79%	-0.98%	4.48%	-3.59%	5.06%	13.82%	21.37%	4.20%	2.06%

Corrélation	S&P/TSX COMPOSITE	MAGNA INTERNATIONAL INC.	MANULIFE FINANCIAL CORPORATION	NATIONAL BANK OF CANADA	NEXEN INC.	PENN WEST PETROLEUM LTD.*	POTASH CORPORATION OF SASKATCHEWAN INC.	POWER CORPORATION OF CANADA SV	RESEARCH IN MOTION LIMITED	ROGERS COMMUNICATIONS INC. CL 'B' NV	ROYAL BANK OF CANADA	SAPUTO INC.	SHOPPERS DRUG MART CORPORATION	SNC - LAVALIN GROUP INC.	SUN LIFE FINANCIAL INC.	SUNCOR ENERGY INC.
S&P/TSX COMPOSITE	100.00%	66.74%	76.53%	69.52%	70.63%	80.23%	72.69%	73.21%	38.24%	46.67%	74.91%	46.73%	43.10%	54.95%	63.04%	86.74%
AGNICO-EAGLE MINES LTD.	38.03%	7.10%	8.47%	2.10%	20.44%	6.80%	29.85%	6.32%	17.43%	11.63%	8.21%	13.74%	13.55%	7.64%	11.69%	24.44%
AGRIUM INC.	73.40%	51.74%	55.01%	51.77%	50.88%	64.60%	80.69%	48.40%	33.51%	27.89%	46.93%	32.68%	29.10%	36.16%	48.22%	62.66%
ARC RESOURCES COM NPV	71.96%	48.70%	57.98%	49.60%	45.61%	63.79%	48.96%	54.18%	21.46%	27.70%	50.62%	31.65%	38.42%	43.37%	40.28%	62.94%
BANK OF MONTREAL	78.16%	60.46%	73.78%	68.93%	57.27%	64.68%	50.82%	67.88%	27.22%	39.26%	77.23%	40.52%	31.41%	44.70%	56.98%	69.31%
BANK OF NOVA SCOTIA (THE)	77.17%	59.35%	69.76%	76.24%	52.36%	64.30%	53.68%	70.05%	28.35%	42.41%	77.56%	43.39%	31.76%	45.51%	56.91%	64.12%
BARRICK GOLD CORPORATION	51.33%	8.65%	8.38%	8.92%	28.54%	26.64%	36.68%	16.06%	14.05%	14.29%	16.20%	16.83%	18.16%	15.07%	9.76%	37.13%
BCE INC.	39.10%	30.32%	35.11%	37.82%	23.61%	26.94%	18.27%	30.62%	7.73%	48.70%	40.52%	21.45%	24.64%	23.92%	27.56%	23.36%
BOMBARDIER INC. CL 'B' SV	53.59%	41.72%	42.76%	38.98%	34.40%	51.03%	36.51%	40.15%	23.23%	26.14%	42.20%	34.06%	19.60%	37.96%	31.98%	49.31%
CAMECO CORPORATION	70.15%	49.14%	56.64%	48.65%	51.96%	63.79%	53.68%	55.61%	36.78%	30.65%	51.97%	35.90%	24.88%	40.94%	46.19%	66.13%
CANADIAN IMPERIAL BANK OF COMMERCE	72.72%	57.76%	62.16%	64.93%	43.92%	60.76%	43.58%	64.34%	20.94%	34.97%	74.09%	36.49%	35.38%	38.70%	53.99%	58.58%
CANADIAN NATIONAL RAILWAY CO.	67.44%	55.55%	63.17%	56.31%	45.72%	58.55%	41.47%	57.94%	27.64%	45.04%	59.49%	37.59%	33.73%	49.19%	52.29%	58.11%
CANADIAN NATURAL RESOURCES LIMITED	86.27%	55.85%	70.81%	58.41%	68.16%	76.80%	62.78%	65.73%	35.69%	32.27%	63.09%	35.34%	32.23%	51.77%	53.50%	83.51%
CANADIAN OIL SANDS LIMITED*	77.80%	50.68%	67.74%	57.82%	60.01%	69.53%	59.40%	63.50%	28.67%	34.07%	54.52%	36.65%	29.87%	43.86%	50.68%	76.99%
CANADIAN PACIFIC RAILWAY LIMITED	61.35%	57.64%	54.20%	42.37%	46.41%	58.80%	41.29%	50.07%	22.69%	30.90%	51.38%	31.66%	25.21%	42.38%	46.27%	56.37%
CANADIAN TIRE CORPORATION, LIMITED CL 'A...'	47.88%	40.61%	39.18%	38.58%	27.03%	43.78%	23.32%	39.59%	10.45%	30.81%	40.24%	29.48%	24.81%	36.68%	36.79%	38.18%
CENOVUS ENERGY INC.	81.27%	57.10%	67.07%	61.94%	61.42%	69.06%	55.99%	65.84%	33.85%	38.76%	63.80%	38.16%	34.69%	51.21%	51.57%	76.45%
ELDORADO GOLD CORPORATION	45.69%	10.72%	13.63%	11.37%	25.83%	19.98%	34.39%	17.14%	17.89%	8.39%	14.19%	13.34%	19.72%	13.56%	20.80%	32.52%
ENBRIDGE INC.	46.95%	31.69%	33.33%	38.19%	35.75%	37.94%	31.98%	27.20%	17.43%	32.02%	38.28%	24.39%	29.65%	26.22%	24.69%	32.97%
ENCANA CORPORATION	70.09%	45.24%	55.10%	48.67%	52.02%	68.75%	47.93%	53.57%	27.52%	30.73%	51.59%	29.90%	32.93%	35.28%	45.75%	60.54%
ENERLUIS CORPORATION	75.97%	49.70%	59.40%	48.91%	54.63%	74.50%	60.25%	52.05%	31.64%	32.93%	52.76%	32.71%	27.61%	38.03%	48.70%	66.42%
FIRST QUANTUM MINERALS LTD.	73.12%	55.05%	57.70%	48.44%	55.27%	68.01%	53.65%	55.06%	23.03%	26.36%	51.49%	29.08%	29.14%	37.77%	49.12%	66.41%
FORTIS INC.	59.97%	38.01%	46.46%	51.36%	42.90%	53.87%	34.55%	47.75%	23.02%	34.47%	47.42%	35.16%	29.67%	35.64%	35.20%	52.41%
GILDAN ACTIVEWEAR INC.	43.91%	37.18%	36.96%	37.21%	39.88%	40.67%	31.21%	35.24%	12.32%	21.08%	31.70%	20.99%	12.82%	28.91%	36.36%	38.40%
GOLDCORP INC.	45.14%	5.94%	7.97%	8.55%	23.95%	20.88%	32.41%	15.34%	13.90%	12.94%	12.07%	12.52%	17.24%	13.40%	8.92%	29.93%
HUSKY ENERGY INC.	72.77%	53.36%	55.78%	45.78%	50.83%	62.55%	43.98%	53.33%	18.07%	27.83%	58.45%	33.90%	36.21%	43.40%	47.66%	69.01%
IAMGOLD CORPORATION	48.74%	10.04%	16.79%	9.71%	27.45%	24.77%	35.59%	19.05%	11.23%	16.53%	15.00%	16.12%	19.22%	16.55%	18.97%	34.49%
IMPERIAL OIL LTD.	78.96%	50.53%	62.81%	59.65%	63.08%	70.50%	54.81%	62.71%	32.54%	36.86%	61.81%	38.77%	33.07%	47.04%	49.39%	77.45%
INMET MINEING CORPORATION	70.01%	48.41%	49.75%	44.30%	47.98%	64.21%	53.19%	46.27%	25.23%	24.22%	45.67%	30.43%	30.64%	37.81%	41.40%	63.40%
KIMBERLY CLARK WORLDWIDE	41.91%	18.30%	13.36%	6.11%	24.65%	23.54%	33.93%	8.60%	5.16%	11.37%	15.10%	8.63%	11.64%	8.74%	15.13%	27.28%
LOBLAW COMPANIES LIMITED	47.94%	27.13%	34.55%	35.06%	24.46%	33.06%	31.99%	41.84%	15.62%	36.78%	36.72%	29.03%	31.03%	28.64%	29.45%	36.23%
MAGNA INTERNATIONAL INC.	66.74%	100.00%	66.13%	44.07%	49.73%	57.49%	44.63%	52.23%	22.15%	27.05%	58.28%	41.52%	31.72%	42.35%	54.27%	61.23%
MANULIFE FINANCIAL CORPORATION	76.53%	66.13%	100.00%	62.88%	56.41%	71.67%	53.06%	78.06%	30.92%	34.93%	69.61%	38.85%	30.04%	46.50%	72.18%	70.63%
NATIONAL BANK OF CANADA	69.52%	44.07%	62.88%	100.00%	46.52%	59.96%	48.73%	66.55%	26.37%	42.08%	69.84%	37.93%	30.51%	45.56%	51.59%	59.14%
NEXEN INC.	70.63%	49.73%	56.41%	46.52%	100.00%	59.08%	52.79%	50.89%	35.20%	32.85%	43.28%	30.33%	32.52%	39.94%	46.05%	69.28%
PENN WEST PETROLEUM LTD.*	80.23%	57.49%	71.67%	59.96%	59.08%	100.00%	60.52%	64.50%	25.90%	35.06%	63.17%	37.42%	35.43%	56.78%	56.82%	75.43%
POTASH CORPORATION OF SASKATCHEWAN INC.	72.69%	44.63%	53.06%	48.73%	52.79%	60.52%	100.00%	46.78%	39.89%	29.93%	43.17%	26.65%	23.60%	33.02%	42.69%	63.20%
POWER CORPORATION OF CANADA SV	73.21%	52.23%	78.06%	66.55%	50.89%	64.50%	46.78%	100.00%	24.62%	32.23%	69.61%	40.37%	27.23%	47.39%	66.51%	65.15%
RESEARCH IN MOTION LIMITED	38.24%	22.15%	30.92%	26.37%	35.20%	25.90%	39.89%	24.62%	100.00%	18.54%	16.91%	15.45%	9.43%	24.98%	23.35%	34.46%
ROGERS COMMUNICATIONS INC. CL 'B' NV	46.67%	27.05%	34.93%	42.08%	32.85%	35.06%	29.93%	32.23%	18.54%	100.00%	37.05%	26.48%	31.58%	34.30%	29.55%	32.04%
ROYAL BANK OF CANADA	74.91%	58.28%	69.61%	69.84%	43.28%	63.17%	43.17%	69.61%	16.91%	37.05%	100.00%	42.80%	30.44%	42.04%	56.56%	63.72%
SAPUTO INC.	46.73%	41.52%	38.85%	37.93%	30.33%	37.42%	26.65%	40.37%	15.45%	26.48%	42.80%	100.00%	21.03%	33.82%	29.48%	40.13%
SHOPPERS DRUG MART CORPORATION	43.10%	31.72%	30.04%	30.51%	32.52%	35.43%	23.60%	27.23%	9.43%	31.58%	30.44%	21.03%	100.00%	18.81%	28.04%	34.67%
SNC - LAVALIN GROUP INC.	54.95%	42.35%	46.50%	45.56%	39.94%	56.78%	33.02%	47.39%	24.98%	34.30%	42.04%	33.82%	18.81%	100.00%	40.14%	51.80%
SUN LIFE FINANCIAL INC.	63.04%	54.27%	72.18%	51.59%	46.05%	56.82%	42.69%	66.51%	23.35%	29.35%	56.56%	29.48%	28.04%	40.14%	100.00%	53.76%
SUNCOR ENERGY INC.	86.74%	61.23%	70.63%	59.14%	69.28%	75.43%	63.20%	65.15%	34.46%	32.04%	63.72%	40.13%	34.67%	51.80%	53.76%	100.00%
TALISMAN ENERGY INC.	46.25%	31.28%	36.88%	46.60%	28.79%	42.14%	31.24%	33.48%	23.27%	52.62%	43.94%	23.93%	27.73%	31.06%	29.37%	33.49%
TECK RESOURCES LIMITED CL 'B' SV	84.72%	66.49%	65.91%	55.62%	64.04%	75.21%	67.10%	60.41%	41.02%	35.50%	58.77%	38.04%	30.40%	44.05%	57.68%	78.00%
TELUS CORPORATION	63.32%	54.99%	58.44%	51.62%	43.38%	57.88%	43.62%	54.50%	26.12%	38.88%	54.20%	30.38%	33.30%	39.59%	51.61%	54.99%
THOMSON REUTERS CORP	43.54%	36.65%	32.43%	32.04%	30.27%	37.87%	35.31%	28.98%	26.44%	27.29%	33.20%	34.80%	26.64%	26.72%	13.82%	31.80%
TIM HORTONS INC.	78.81%	63.89%	71.34%	71.03%	51.91%	62.89%	51.79%	70.21%	27.30%	41.38%	83.75%	45.28%	37.12%	47.43%	61.77%	64.92%
TORONTO-DOMINION BANK (THE)	63.35%	50.66%	52.91%	45.71%	41.80%	50.85%	45.48%	46.05%	28.60%	34.24%	53.39%	28.53%	31.99%	38.57%	38.07%	52.97%
TRANSALTA CORPORATION	33.76%	-3.52%	6.24%	32.65%	22.28%	31.38%	3.58%	22.38%	3.74%	31.26%	31.37%	30.48%	19.37%	4.80%	3.11%	16.25%
VALEANT PHARMACEUTICALS INTERNATIONAL, I...	51.85%	36.86%	40.68%	35.26%	39.82%	47.71%	35.82%	36.64%	16.72%	21.78%	36.16%	27.74%	22.62%	30.68%	25.19%	44.70%
WESTON LTD. GEORGE	46.47%	34.65%	32.91%	32.73%	25.49%	30.52%	27.29%	31.50%	17.52%	40.39%	40.76%	28.92%	41.63%	28.65%	31.69%	35.03%
YAMAHA GOLD INC.	45.55%	8.35%	8.89%	8.25%	24.25%	22.36%	32.30%	15.81%	15.44%	7.87%	13.16%	12.82%	17.67%	13.59%	9.82%	31.53%
YELLOW MEDIA INC.	19.20%	5.50%	16.56%	14.95%	15.68%	24.40%	17.52%	10.72%	15.74%	18.58%	10.76%	11.56%	12.32%	19.89%	4.92%	18.29%

Corrélation	S&P/TSX COMPOSITE	TALISMAN ENERGY INC.	TECK RESOURCES LIMITED CL 'B' SV	TELLUS CORPORATION	THOMSON REUTERS CORP	TIM HORTONS INC.	TORONTO-DOMINION BANK (THE)	TRANSALTA CORPORATION	TRANSCANADA CORPORATION*	VALEANT PHARMACEUTICALS INTERNATIONAL, L...	WESTON LTD. GEORGE	YAMANA GOLD INC.	YELLOW MEDIA INC.
S&P/TSX COMPOSITE	100.00%	78.10%	84.72%	46.25%	63.32%	43.54%	78.81%	63.35%	33.76%	51.85%	46.47%	45.55%	19.20%
AGNICO-EAGLE MINES LTD.	38.03%	23.54%	26.03%	5.16%	6.68%	15.45%	12.44%	10.58%	6.11%	7.87%	17.97%	69.01%	-5.24%
AGRIUM INC.	73.40%	59.11%	69.43%	32.11%	47.35%	34.57%	55.96%	44.32%	4.25%	32.16%	27.61%	28.25%	17.08%
ARC RESOURCES COM NPV	71.96%	53.74%	58.40%	33.03%	48.50%	33.70%	53.93%	51.72%	27.54%	37.36%	31.61%	22.99%	11.07%
BANK OF MONTREAL	78.16%	64.54%	64.85%	43.99%	58.63%	32.33%	82.30%	54.80%	29.41%	41.45%	39.56%	14.38%	8.54%
BANK OF NOVA SCOTIA (THE)	77.17%	60.46%	62.76%	44.70%	57.24%	33.31%	84.09%	58.60%	35.05%	42.58%	37.14%	11.46%	4.44%
BARRICK GOLD CORPORATION	51.33%	31.39%	35.68%	5.77%	12.75%	13.13%	16.83%	22.87%	18.24%	17.21%	20.20%	84.29%	3.76%
BCE INC.	39.10%	28.28%	21.94%	46.28%	39.94%	21.49%	41.16%	43.14%	25.71%	27.13%	33.15%	4.54%	1.34%
BOMBARDIER INC. CL 'B' SV	53.59%	44.89%	48.60%	27.40%	42.50%	30.68%	39.86%	33.83%	7.36%	27.27%	23.84%	11.32%	18.93%
CAMECO CORPORATION	70.15%	60.58%	69.03%	30.52%	42.41%	29.01%	55.97%	37.17%	21.47%	31.11%	29.57%	29.25%	17.65%
CANADIAN IMPERIAL BANK OF COMMERCE	72.72%	53.83%	59.70%	39.25%	53.74%	25.89%	81.11%	55.17%	40.01%	38.08%	37.85%	16.11%	1.27%
CANADIAN NATIONAL RAILWAY CO.	67.44%	56.62%	59.53%	40.97%	59.14%	34.46%	62.75%	49.59%	22.94%	41.65%	37.32%	5.57%	7.83%
CANADIAN NATURAL RESOURCES LIMITED	86.27%	72.04%	77.36%	32.75%	48.56%	29.70%	66.60%	53.23%	15.59%	46.11%	34.30%	30.87%	13.12%
CANADIAN OIL SANDS LIMITED*	77.80%	64.03%	67.50%	34.18%	50.21%	28.88%	61.59%	46.64%	34.37%	39.71%	32.04%	26.38%	13.85%
CANADIAN PACIFIC RAILWAY LIMITED	61.35%	51.39%	59.28%	37.04%	59.41%	29.67%	56.54%	42.56%	22.91%	37.12%	33.56%	4.70%	4.76%
CANADIAN TIRE CORPORATION, LIMITED CL 'A'...	47.88%	39.98%	35.22%	36.49%	36.65%	27.08%	41.07%	30.43%	2.02%	23.63%	27.89%	3.63%	7.99%
CENOVUS ENERGY INC.	81.27%	62.62%	67.70%	40.28%	52.43%	41.04%	69.94%	53.79%	27.90%	44.36%	43.68%	22.80%	12.06%
ELDORADO GOLD CORPORATION	45.69%	30.43%	34.27%	4.39%	12.83%	10.11%	13.22%	22.12%	13.24%	12.41%	19.43%	71.33%	2.11%
ENBRIDGE INC.	46.95%	36.43%	32.82%	39.28%	37.90%	39.47%	45.08%	39.84%	33.22%	27.98%	33.54%	4.94%	6.63%
ENCANA CORPORATION	70.09%	63.79%	58.16%	34.62%	51.42%	35.24%	53.67%	43.70%	22.37%	38.34%	30.18%	24.74%	13.85%
ENERPLUS CORPORATION	75.97%	61.99%	63.96%	32.73%	48.45%	39.21%	59.47%	50.30%	18.48%	41.22%	32.50%	27.63%	15.77%
FIRST QUANTUM MINERALS LTD.	73.12%	59.00%	73.98%	21.58%	49.13%	17.02%	56.00%	36.99%	14.84%	44.57%	27.74%	25.78%	21.23%
FORTIS INC.	59.97%	45.75%	44.33%	35.71%	44.86%	28.82%	52.92%	50.76%	28.14%	22.77%	42.99%	16.38%	11.79%
GILDAN ACTIVEWEAR INC.	43.91%	31.50%	36.44%	17.29%	42.54%	18.47%	42.18%	21.98%	-5.30%	31.40%	27.42%	9.08%	-0.98%
GOLDCORP INC.	45.14%	24.87%	29.68%	7.43%	8.60%	10.44%	12.49%	17.65%	16.45%	14.29%	17.76%	79.94%	4.48%
HUSKY ENERGY INC.	72.77%	55.02%	59.40%	29.55%	45.99%	27.46%	60.82%	50.17%	33.55%	36.88%	40.34%	26.84%	-3.59%
IAMGOLD CORPORATION	48.74%	27.78%	36.67%	4.20%	15.97%	13.35%	16.81%	21.09%	15.68%	19.19%	27.31%	71.48%	5.06%
IMPERIAL OIL LTD.	78.96%	66.03%	68.18%	39.13%	54.08%	34.64%	62.60%	51.36%	27.03%	43.77%	35.45%	23.29%	13.82%
INMET MINING CORPORATION	70.01%	56.86%	71.38%	23.82%	45.26%	26.33%	49.64%	37.08%	17.27%	33.62%	30.48%	31.76%	21.37%
KINROSS GOLD CORPORATION	41.91%	26.96%	32.06%	0.84%	7.99%	12.50%	13.63%	20.56%	2.20%	15.71%	21.25%	67.67%	4.20%
LOBLAW COMPANIES LIMITED	47.94%	37.68%	29.14%	33.12%	44.09%	27.57%	40.38%	40.82%	18.13%	23.73%	58.14%	17.29%	2.06%
MAGNA INTERNATIONAL INC.	66.74%	47.58%	66.49%	31.28%	54.99%	36.65%	63.89%	50.66%	-3.52%	36.86%	34.65%	8.35%	5.50%
MANULIFE FINANCIAL CORPORATION	76.53%	61.47%	65.91%	36.88%	58.44%	32.43%	71.34%	52.91%	6.24%	40.68%	32.91%	8.89%	16.56%
NATIONAL BANK OF CANADA	69.52%	56.40%	55.62%	46.60%	51.62%	32.04%	71.03%	45.71%	32.65%	35.26%	32.73%	8.25%	14.95%
NEXEN INC.	70.63%	59.33%	64.04%	28.79%	43.38%	30.27%	51.91%	41.80%	22.28%	39.82%	25.49%	24.25%	15.68%
PENN WEST PETROLEUM LTD. *	80.23%	66.88%	75.21%	42.14%	57.88%	37.87%	62.89%	50.85%	31.38%	47.71%	30.52%	22.36%	24.40%
POTASH CORPORATION OF SASKATCHEWAN INC.	72.69%	58.10%	67.10%	31.24%	43.62%	35.31%	51.79%	45.48%	3.58%	35.82%	27.29%	32.30%	17.52%
POWER CORPORATION OF CANADA SV	73.21%	56.84%	60.41%	33.48%	54.50%	28.98%	70.21%	46.05%	22.38%	36.64%	31.50%	15.81%	10.72%
RESEARCH IN MOTION LIMITED	38.24%	25.82%	41.02%	23.27%	26.12%	26.44%	27.30%	28.60%	3.74%	16.72%	17.52%	15.44%	15.74%
ROGERS COMMUNICATIONS INC. CL 'B' NV	46.67%	36.35%	35.50%	52.62%	38.88%	27.29%	41.38%	34.24%	31.26%	21.78%	40.39%	7.87%	18.58%
ROYAL BANK OF CANADA	74.91%	60.80%	58.77%	43.94%	54.20%	33.20%	83.75%	53.39%	31.37%	36.16%	40.76%	13.16%	10.76%
SAPUTO INC.	46.73%	27.39%	38.04%	23.93%	30.38%	34.80%	45.28%	28.53%	30.48%	27.74%	28.92%	12.82%	11.56%
SHOPPERS DRUG MART CORPORATION	43.10%	36.00%	30.40%	27.73%	33.30%	26.64%	37.12%	31.99%	19.37%	22.62%	41.63%	17.67%	12.32%
SNC - LAVALIN GROUP INC.	54.95%	41.43%	44.05%	31.06%	39.59%	26.72%	47.43%	38.57%	4.80%	30.68%	28.65%	13.59%	19.89%
SUN LIFE FINANCIAL INC.	63.04%	49.55%	57.68%	29.37%	51.61%	13.82%	61.77%	38.07%	3.11%	25.19%	31.69%	9.82%	4.92%
SUNCOR ENERGY INC.	86.74%	69.83%	78.00%	33.49%	54.99%	31.80%	64.92%	52.97%	16.25%	44.70%	35.03%	31.53%	18.29%
TALISMAN ENERGY INC.	78.10%	100.00%	65.26%	34.34%	49.34%	35.99%	64.52%	44.03%	17.27%	34.95%	36.48%	22.41%	14.78%
TECK RESOURCES LIMITED CL 'B' SV	84.72%	65.26%	100.00%	32.31%	52.04%	31.96%	64.82%	47.74%	11.99%	41.32%	31.22%	31.56%	20.27%
TELLUS CORPORATION	46.25%	34.34%	32.31%	100.00%	42.07%	34.84%	46.27%	39.25%	35.00%	22.34%	26.08%	1.50%	9.12%
THOMSON REUTERS CORP	63.32%	49.34%	52.04%	42.07%	100.00%	41.41%	58.01%	43.98%	15.48%	38.49%	44.87%	8.32%	13.63%
TIM HORTONS INC.	43.54%	35.99%	31.96%	34.84%	41.41%	100.00%	34.71%	33.01%	22.66%	27.63%	27.48%	12.88%	13.09%
TORONTO-DOMINION BANK (THE)	78.81%	64.52%	64.82%	46.27%	58.01%	34.71%	100.00%	57.03%	36.47%	39.62%	46.99%	13.99%	8.31%
TRANSALTA CORPORATION	63.35%	44.03%	47.74%	39.25%	43.98%	33.01%	57.03%	100.00%	10.18%	23.23%	38.18%	22.90%	10.46%
TRANSCANADA CORPORATION*	33.76%	17.27%	11.99%	35.00%	15.48%	22.66%	36.47%	10.18%	100.00%	35.24%	30.18%	18.77%	1.97%
VALEANT PHARMACEUTICALS INTERNATIONAL, L...	51.85%	34.95%	41.32%	22.34%	38.49%	27.63%	39.62%	23.23%	35.24%	100.00%	15.31%	14.30%	29.35%
WESTON LTD. GEORGE	46.47%	36.48%	31.22%	26.08%	44.87%	27.48%	46.99%	38.18%	30.18%	15.31%	100.00%	17.71%	-2.18%
YAMANA GOLD INC.	45.55%	22.41%	31.56%	1.50%	8.32%	12.88%	13.99%	22.90%	18.77%	14.30%	17.71%	100.00%	0.77%
YELLOW MEDIA INC.	19.20%	14.78%	20.27%	9.12%	13.63%	13.09%	8.31%	10.46%	1.97%	29.35%	-2.18%	0.77%	100.00%

\*Historique incomplet pour les titres : Canadian Oil Sands Limited, Penn West Petroleum LTD. Et Transcanada Corporation  
Données indisponibles pour les titres : Brookfield Asset Management, Metro Inc. et Shaw Communications Inc.

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

## Annexe 9

### Table des corrélations pour une liste d'indices boursiers sur différents horizons de temps

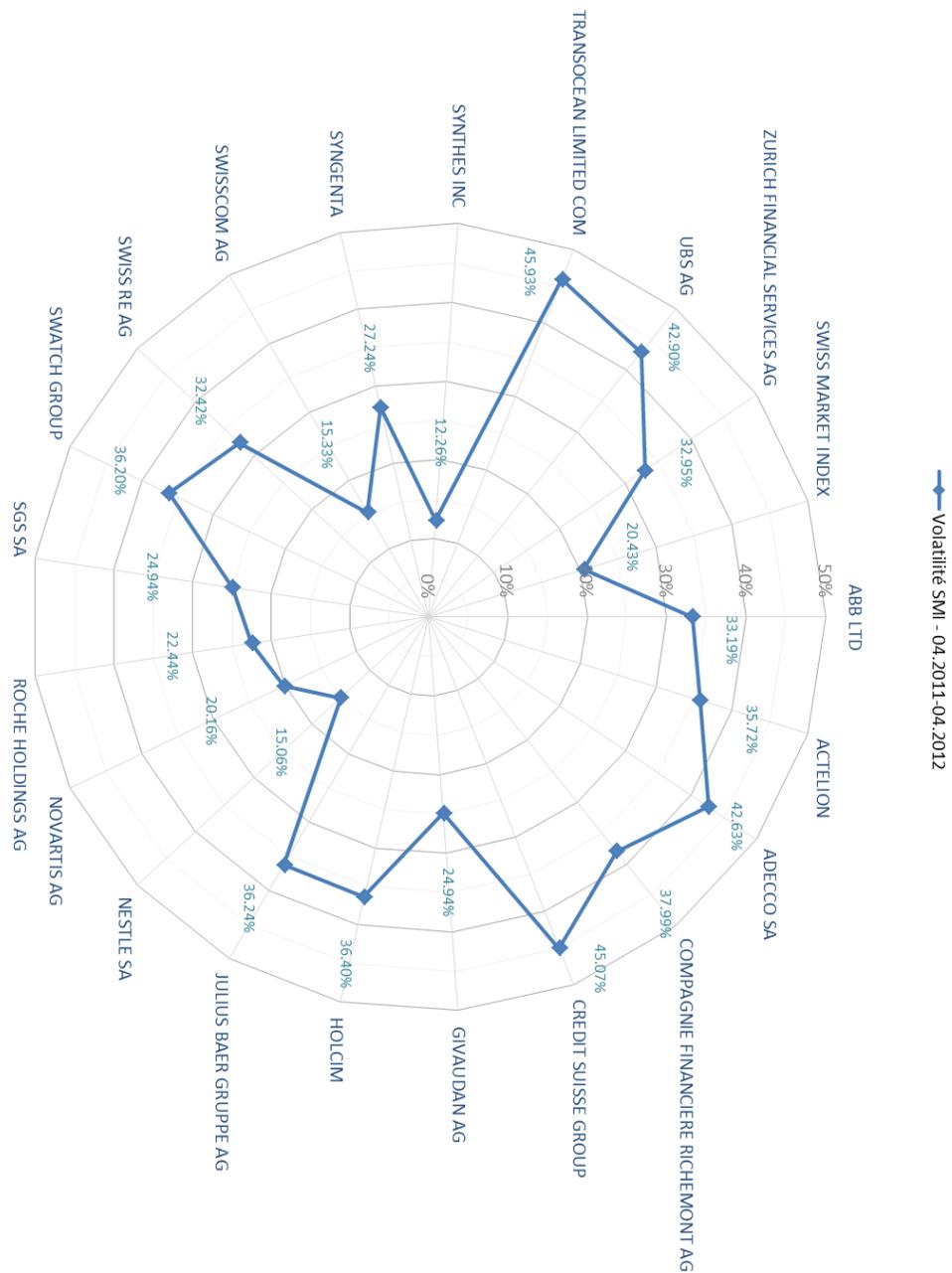
Corrélation 04.2011-04.2012	Dow Jones Industrial Average	Swiss Market Index	Nyse Composite Index	NASDAQ Composite	S&P500	S&P TSX Composite	Bovespa	All Ordinaries	Hang Seng
Dow Jones Industrial Average	100.00%	72.61%	96.43%	93.34%	98.39%	79.82%	75.36%	24.08%	14.53%
Swiss Market Index	72.61%	100.00%	69.06%	67.82%	71.15%	61.69%	65.30%	37.71%	36.62%
Nyse Composite Index	96.43%	69.06%	100.00%	94.31%	98.01%	86.37%	79.42%	29.90%	18.81%
NASDAQ Composite	93.34%	67.82%	94.31%	100.00%	97.05%	81.40%	76.96%	28.40%	17.62%
S&P500	98.39%	71.15%	98.01%	97.05%	100.00%	82.81%	77.39%	25.73%	14.60%
S&P TSX Composite	79.82%	61.69%	86.37%	81.40%	82.81%	100.00%	73.94%	35.10%	27.99%
Bovespa	75.36%	65.30%	79.42%	76.96%	77.39%	73.94%	100.00%	34.45%	28.57%
All Ordinaries	24.08%	37.71%	29.90%	28.40%	25.73%	35.10%	34.45%	100.00%	75.59%
Hang Seng	14.53%	36.62%	18.81%	17.62%	14.60%	27.99%	28.57%	75.59%	100.00%

Corrélation 04.2003-04.2012	Dow Jones Industrial Average	Swiss Market Index	Nyse Composite Index	NASDAQ Composite	S&P500	S&P TSX Composite	Bovespa	All Ordinaries	Hang Seng
Dow Jones Industrial Average	100.00%	54.61%	96.09%	92.08%	98.33%	70.89%	67.81%	14.25%	23.63%
Swiss Market Index	54.61%	100.00%	57.41%	51.51%	54.67%	52.08%	50.78%	37.01%	38.33%
Nyse Composite Index	96.09%	57.41%	100.00%	92.00%	98.04%	79.15%	73.08%	18.56%	28.23%
NASDAQ Composite	92.08%	51.51%	92.00%	100.00%	95.07%	69.46%	68.71%	13.22%	22.68%
S&P500	98.33%	54.67%	98.04%	95.07%	100.00%	74.60%	70.26%	14.12%	23.56%
S&P TSX Composite	70.89%	52.08%	79.15%	69.46%	74.60%	100.00%	67.76%	24.55%	31.26%
Bovespa	67.81%	50.78%	73.08%	68.71%	70.26%	67.76%	100.00%	21.22%	34.40%
All Ordinaries	14.25%	37.01%	18.56%	13.22%	14.12%	24.55%	21.22%	100.00%	65.35%
Hang Seng	23.63%	38.33%	28.23%	22.68%	23.56%	31.26%	34.40%	65.35%	100.00%

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

# Annexe 10

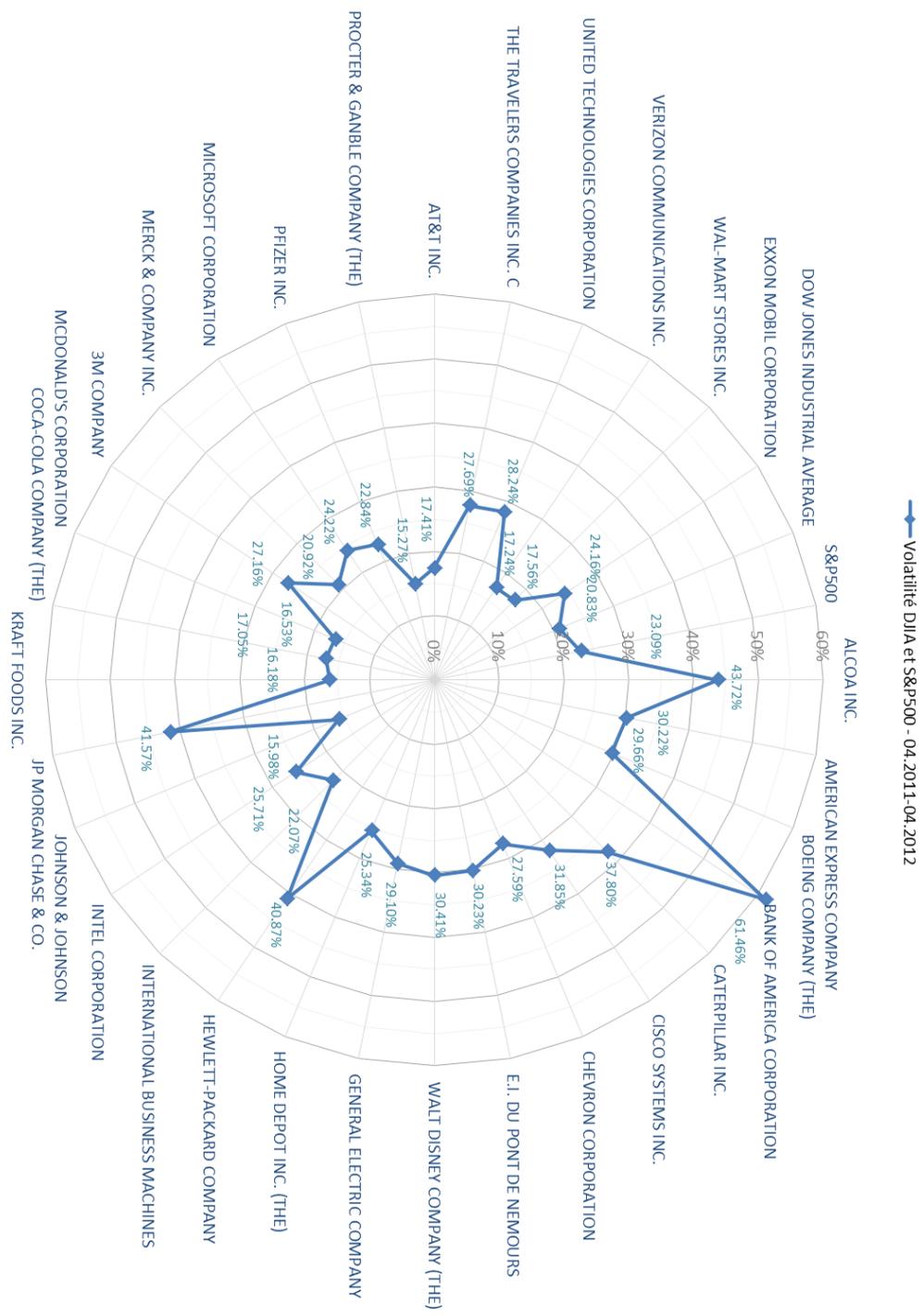
## Volatilité des titres suisses du SMI – 04.2011/04.2012



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

# Annexe 11

## Volatilité des titres américains du DJIA – 04.2011/04.2012

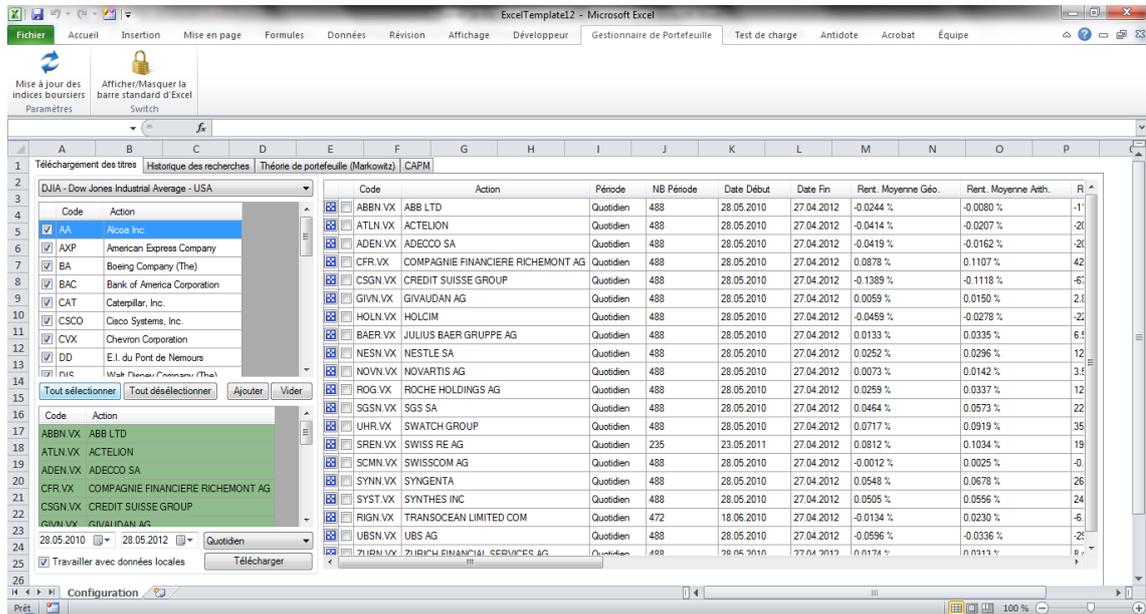


Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

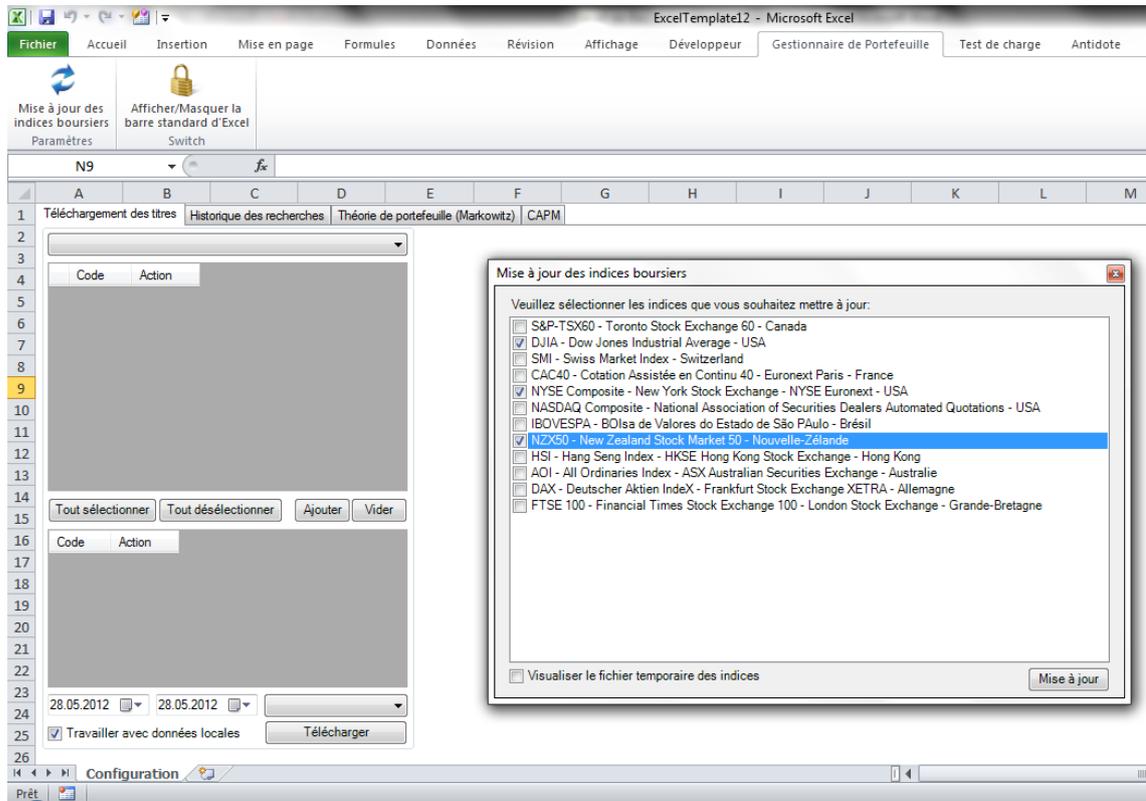


# Annexe 13

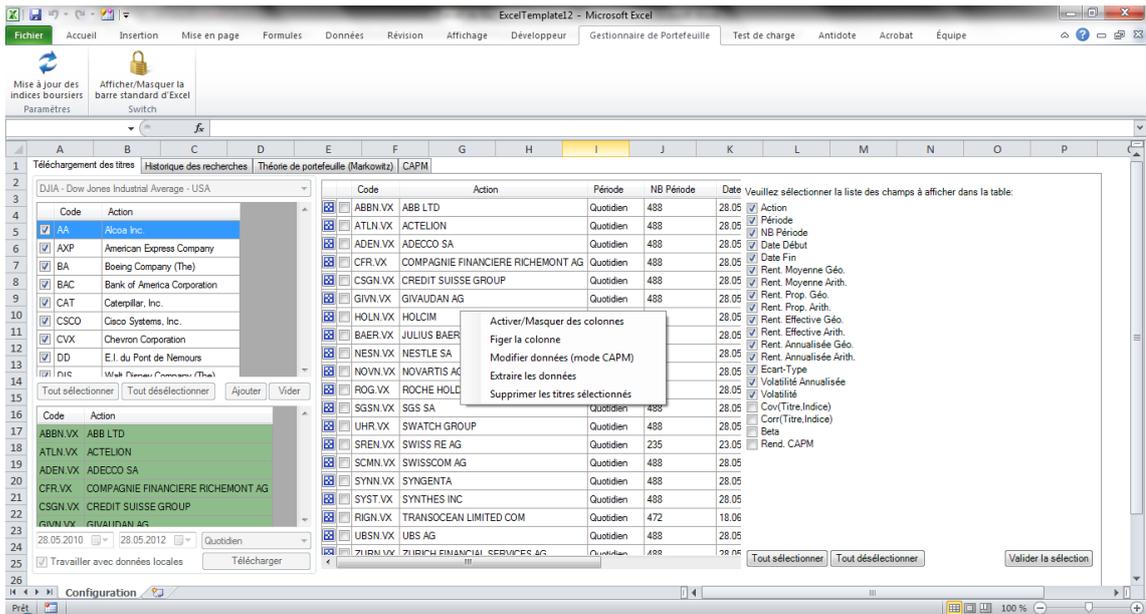
## Interface de l'outil de composition de portefeuilles



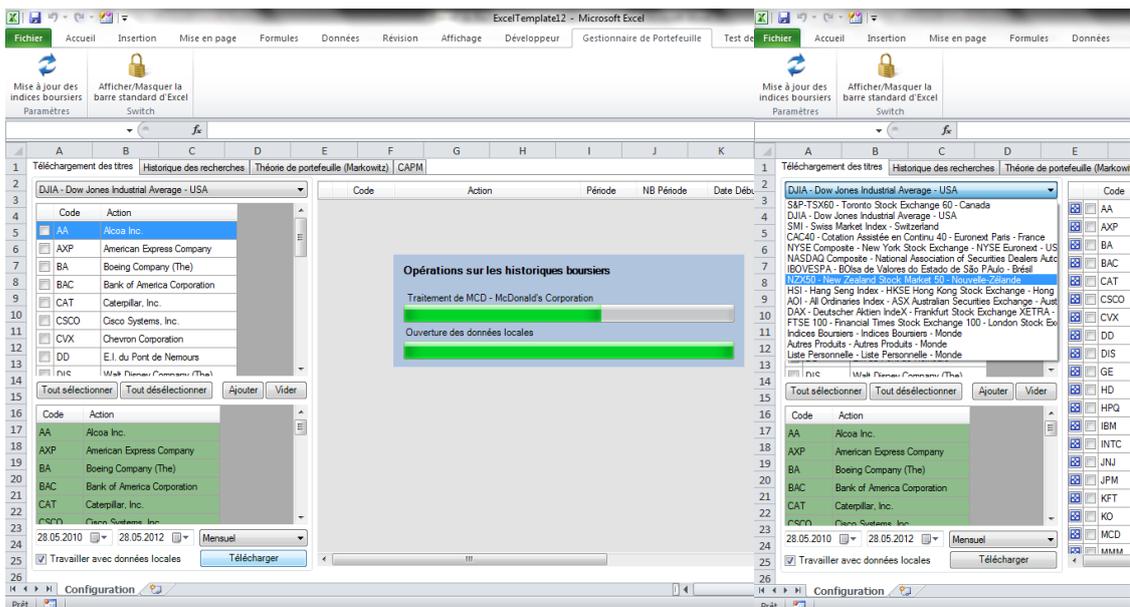
Interface principale de sélection des titres.



Fenêtre de mise à jour des indices boursiers.



Personnalisation de l'interface avec affichage des options sur le clic droit de la souris.



À gauche fenêtre de téléchargement des titres et à droite liste de sélection des indices boursiers.

Code	Action	Période	NB Période	Date Début	Date Fin	Rent. Moyenne Géo.	Rent. Moyenne Arth.	Rent. Prop. Géo.	Rent. Prop. Arth.	Rent. Effective Géo.	Re
AA	Alcoa Inc.	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	-0.0336 %	-0.0039 %	-16.2748 %	-1.9063 %	-15.0218 %	-1.8
AXP	American Express Company	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0918 %	0.1086 %	44.4531 %	52.5857 %	55.9441 %	69.
BA	Boeing Company (The)	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0458 %	0.0613 %	22.1731 %	29.6518 %	24.8172 %	34.
BAC	Bank of America Corporation	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	-0.1352 %	-0.0856 %	-65.4371 %	-41.4161 %	-48.0461 %	-33.
CAT	Caterpillar, Inc.	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.1168 %	0.1383 %	56.5336 %	66.9150 %	75.9459 %	95.
CSCO	Cisco Systems, Inc.	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	-0.0249 %	-0.0038 %	-12.0410 %	-1.8497 %	-11.3496 %	-1.8
CVX	Chevron Corporation	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0874 %	0.0988 %	42.3116 %	47.8124 %	52.6429 %	61.
DD	E.I. du Pont de Nemours	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.1101 %	0.1073 %	45.0139 %	51.9276 %	56.8202 %	68.
DIS	Walt Disney Company (The)	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0723 %	0.0723 %	28.2290 %	34.9690 %	32.6054 %	41.
GE	General Electric Company	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0650 %	0.0650 %	24.4759 %	31.4816 %	27.7234 %	36.
HD	Home Depot, Inc. (The)	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.1111 %	0.1111 %	48.3893 %	53.7677 %	62.1986 %	71.
HPQ	Hewlett-Packard Company	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	-0.0980 %	-0.0980 %	-59.3730 %	-47.4360 %	-44.7938 %	-37.
IBM	International Business Machines	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.1101 %	0.1178 %	53.3073 %	57.0141 %	70.3661 %	76.
INTC	Intel Corporation	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0703 %	0.0821 %	34.0331 %	39.7300 %	40.5245 %	48.
JNJ	Johnson & Johnson	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0357 %	0.0400 %	17.2813 %	19.3362 %	18.8607 %	21.
JPM	JP Morgan Chase & Co.	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0248 %	0.0496 %	12.0273 %	24.0173 %	12.7788 %	27.
KFT	Kraft Foods Inc.	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0830 %	0.0875 %	40.1877 %	42.3694 %	49.4378 %	52.
KO	Coca-Cola Company (The)	Quotidien	484	28.05.2010	30.04.2012	0.0938 %	0.0986 %	45.4203 %	47.7073 %	57.4582 %	61.

Onglet d'extraction des données depuis l'historique des transactions effectuées.

**Sélection des données :**

Préparation des données :  
Nécessite la sélection préalable de titres à évaluer dans l'onglet téléchargement

**Personnaliser les données :**

Instructions :  
En activant cette fonction, les modifications effectuées dans l'onglet Portfolio seront prises en compte contrairement au mode standard qui protège les données calculées par le système.

Conserver les données personnalisées (rendement, volatilité,...)

**Options générales :**

Gestion des éléments à afficher :  
 Afficher les tables intermédiaires

**Optimisation avec le Solveur :**

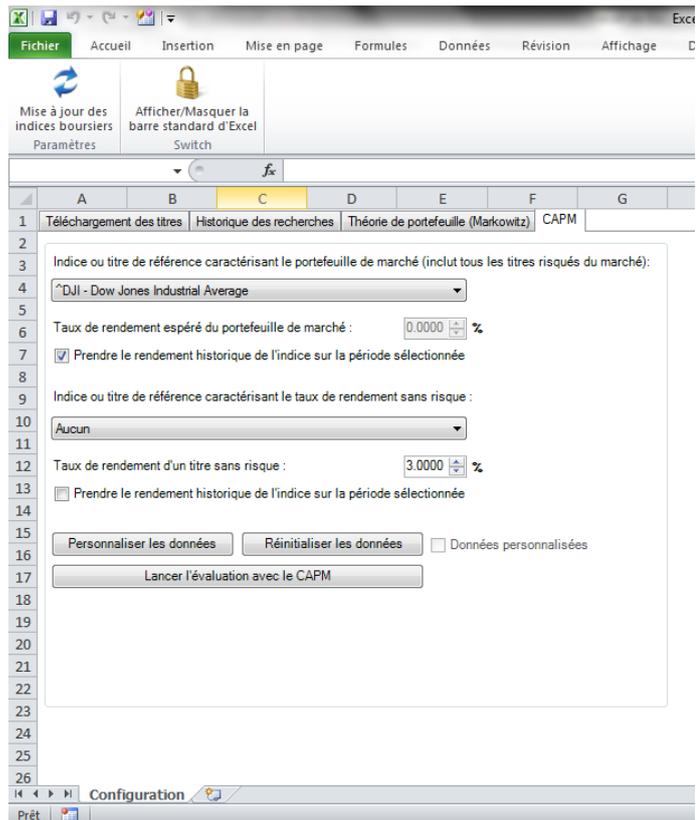
Définir contrainte :  
 Rentabilité     Volatilité    =    0.0000000000000000 %  
 Contrainte simple  
 Contraintes multiples incrémentales (multi-génération):  
 Débuter à : 0.0000 %  
 Terminer à : 100.0000 %  
 Incrémentation : 2.0000000000000000 %  
 Type d'optimisation :  
 Maximiser     Minimiser  
**Minimiser (multi-génération)**

**Monte-Carlo :**

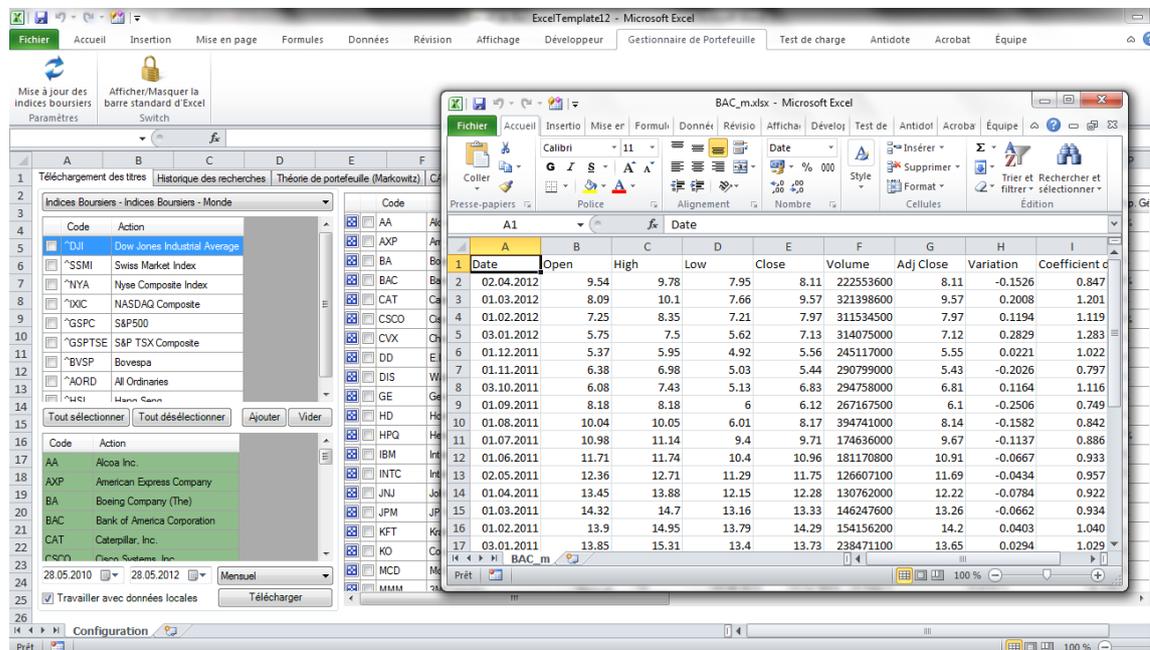
Scénarios :  
Nombre de simulation de portefeuille à générer : 1'000

Lancer l'Optimisation

Fenêtre de paramétrage pour la simulation selon la théorie du portefeuille, avec le choix de sélectionner les méthodes de Monte-Carlo ou de résolution par le Solveur.



Fenêtre de configuration de la simulation selon le modèle d'équilibre des actifs financiers.



Interrogation de l'historique d'un titre via le clic sur le symbole de visualisation (icône bleue) depuis la grille de sélection.

```

URL_XML_Index.txt
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
2 <!-- INSTRUCTIONS: Ne jamais mettre de caractères interdit "\:?"<>" par Windows entre les balises <Name></Name> -->
3 <!-- Liste de quelques sites affichant la composition des indices: -->
4 <!-- www.internaxx.lu-->
5 <!-- www.fortuneo.fr-->
6 <!-- http://finance.yahoo.com/-->
7 <!-->
8 <!-->
9 <!-- PARAMETRES:-->
10 <!-- Name: (texte) nom de l'indice -->
11 <!-- Label: (texte) nom complet de l'indice -->
12 <!-- Country: (texte) pays qui cote l'indice -->
13 <!-- NoTable: (numérique) indice à fournir pour Excel afin de déterminer le tableau à sélectionner dans la page web (si inconnu enregistré une macro et cliquer Données/
14 <!-- NbRowToDeleteBefore: (numérique) nombre de ligne inutile à supprimer au début du tableau (les entêtes doivent être supprimés)-->
15 <!-- NbRowToDeleteAfter: (numérique) nombre de ligne inutile à supprimer à la fin du tableau-->
16 <!-- MarketCode: (texte facultatif) code identifiant le marché sur lequel le titre est négocié (voir Yahoo Finance) -->
17 <!-- URL: (texte facultatif) url tableau à télécharger, IMPORTANT: mettre <![CDATA[ au début de l'url et ]]] à la fin (coller à l'url)-->
18 <!-- Repeat: (numérique) lorsque l'url est identique avec plusieurs pages donner l'indice de la dernière page (ne pas mettre le numéro de page dans l'adresse)-->
19 <!-->
20 <!-->
21 <!-->
22 <!-->
23 <!-->
24 <!-->
25 <!-->
26 <!-->
27 <!-->
28 <!-->
29 <!-->
30 <!-->
31 <!-->
32 <!-->
33 <!-->
34 <!-->
35 <!-->
36 <!-->
37 <!-->
38 <!-->
39 <!-->
40 <!-->
41 <!-->
42 <!-->
43 <!-->
44 <!-->

```

```

URL_XML_Index.txt
89 <!-->
90 <!-->
91 <!-->
92 <!-->
93 <!-->
94 <!-->
95 <!-->
96 <!-->
97 <!-->
98 <!-->
99 <!-->
100 <!-->
101 <!-->
102 <!-->
103 <!-->
104 <!-->
105 <!-->
106 <!-->
107 <!-->
108 <!-->
109 <!-->
110 <!-->
111 <!-->
112 <!-->
113 <!-->
114 <!-->
115 <!-->
116 <!-->
117 <!-->
118 <!-->
119 <!-->
120 <!-->
121 <!-->
122 <!-->
123 <!-->
124 <!-->
125 <!-->
126 <!-->
127 <!-->
128 <!-->
129 <!-->
130 <!-->
131 <!-->

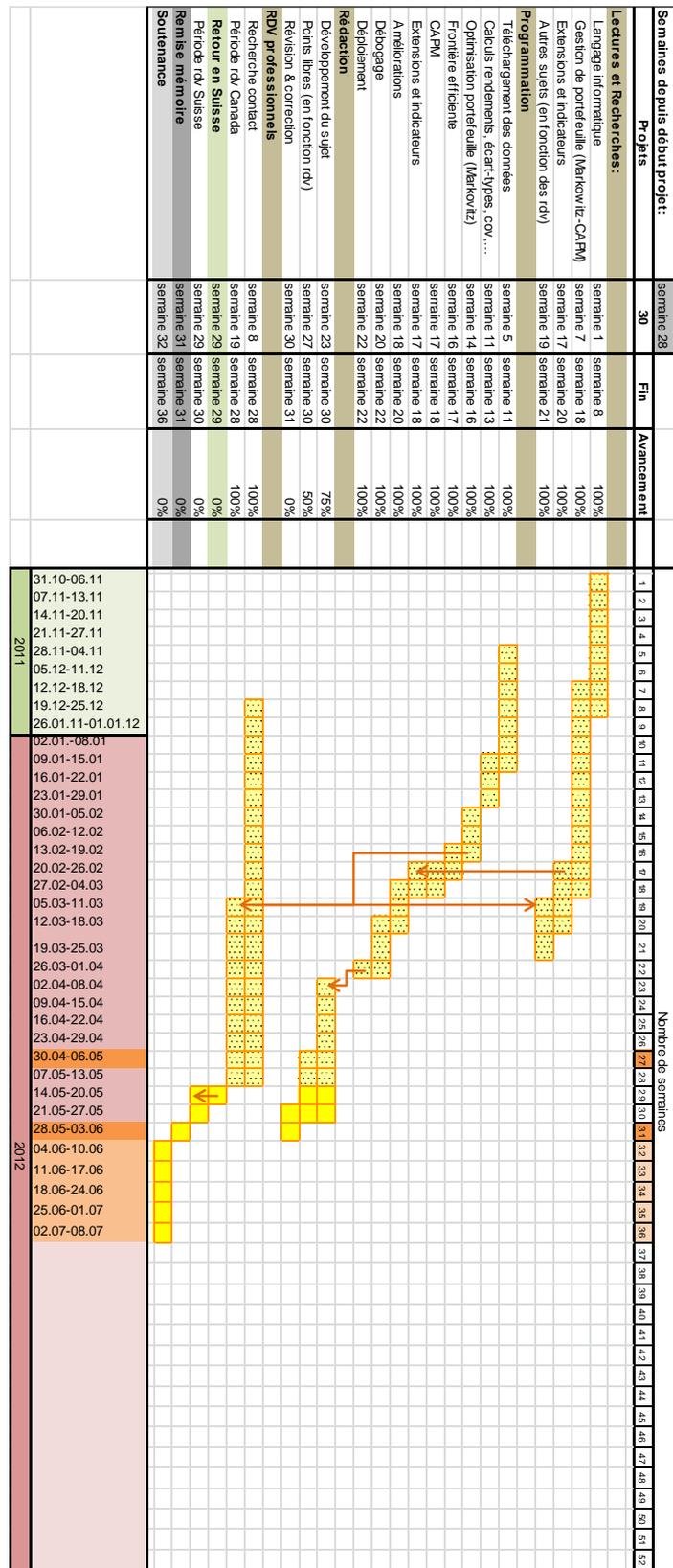
```

Fichier de configuration « xml » qui permet la personnalisation des données disponibles au sein de l'interface de l'outil de composition de portefeuilles.

Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)

# Annexe 14

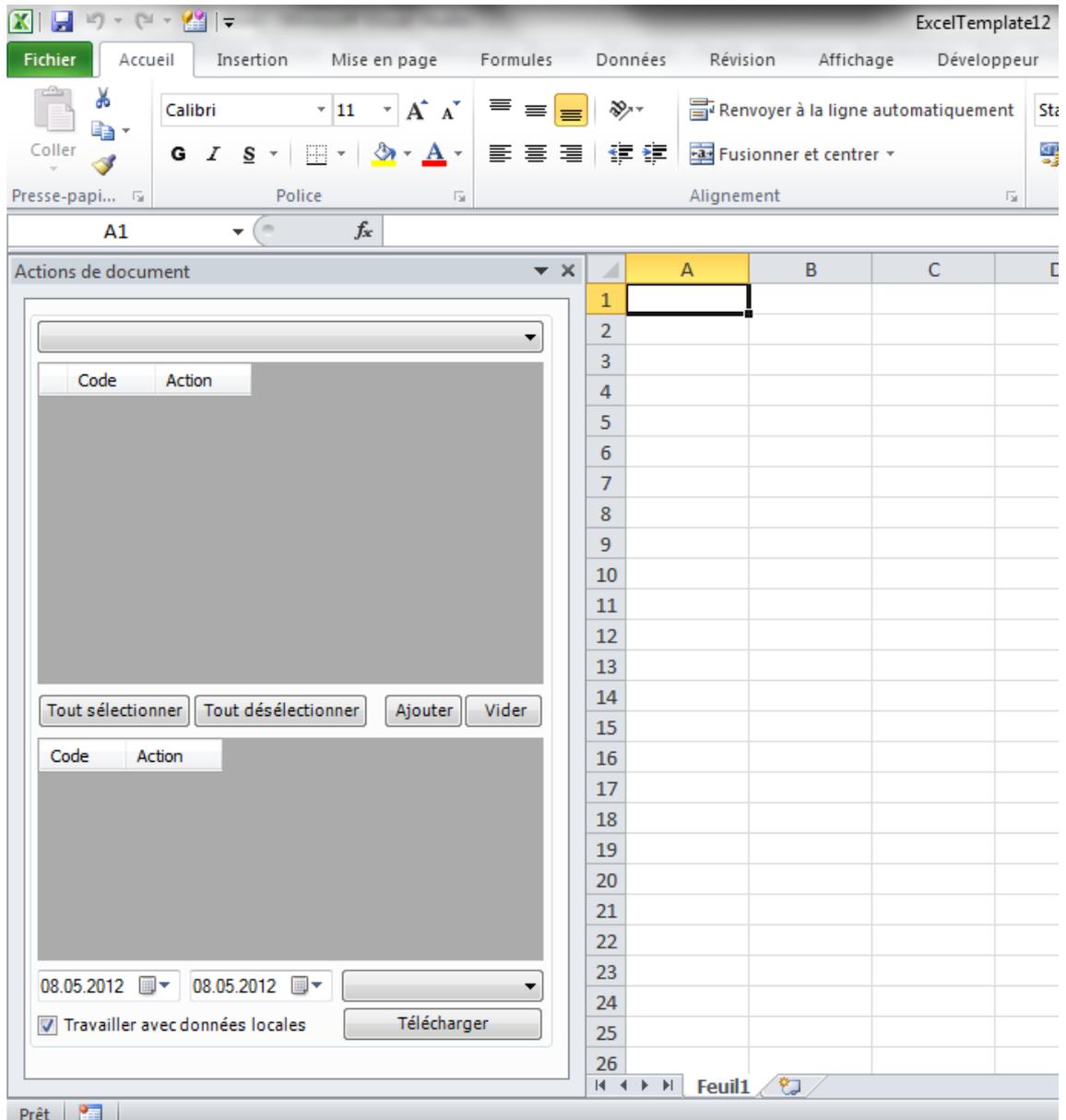
## Diagramme de Gantt – Planification du projet



Source : COURVOISIER (2012)

## Annexe 15

### Composant indépendant d'interaction avec les historiques de Yahoo Finance



Source : outil de composition de portefeuilles (COURVOISIER, 2012)