

# Le modèle multifactoriel: Est-il une alternative au MEDAF ?



*Rapport de recherche de maîtrise*

Auteur: *Jalel Djebali*

Directeur du projet : *Syndon Moore*

# *Dédicaces*

A ma mère et Mon père ;

A mes frères et sœurs ;

A mes professeurs ;

A mes amis et collègues ;

Je dédie ce modeste travail ;

*Jalel*

## *Remerciements*

Mes remerciements vont tout d'abord à l'endroit de Monsieur *Sydon Moore*, directeur et encadreur de ce mémoire. Ses orientations, conseils et son expérience ont été d'une très grande utilité pour moi. Je tiens également à le remercier pour sa disponibilité ainsi pour sa franche collaboration, afin de réaliser se projet.

Mes gratitudes vont également à l'endroit de tous les personnels et corps professoral de l'université de Montréal et aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail de recherche.

## ***Sommaire***

Le modèle d'évaluation des actifs financiers(MEDAF) est un modèle théorique qui se base sur la théorie d'équilibre. Ce document présente le cadre théorique de ce modèle. Il présente également les résultats obtenus suite à la confrontation de ce modèle aux données empiriques. Il s'en sort de résultats des anomalies faisant doute à la validité du MEDAF. Cela étant fait, il s'agit par la suite d'estimer le modèle à trois facteurs de Fama et French qui s'était proposé comme alternative au MEDAF. La pertinence des résultats seront donc discuter tout au long de ce document.

# Table de matière

Dédicace.....	2
Remerciements.....	3
Sommaire.....	4
Table de matières.....	5
<b>Introduction</b> .....	6
<b>I- Cadre théorique : Le MEDAF et le modèle à trois facteurs de French et Fama</b> .....	8
I-1 Le MEDAF.....	8
I-1-1 Hypothèses du modèle.....	9
I-1-2 Dérivation du modèle.....	10
I-2 Le modèle à trois facteurs de French et Fama.....	17
<b>II- Étude empirique</b> .....	19
II-1 Analyse exploratoire.....	20
II-2 Modèle économétrique et validité du MEDAF.....	24
II-3 Résultats du modèle à trois facteurs de French et Fama.....	30
<b>Conclusion</b> .....	33
<b>Annexe</b> .....	34
<b>Bibliographie</b> .....	38

## ***Introduction***

Avant les années 70, le système financier était essentiellement bancaire. Le financement de l'économie s'effectue quasi-uniquement via les banques. De plus celles-ci contrôlaient souvent une partie du capital des grandes entreprises. Les marchés financiers n'avaient donc pas une grande importance. Cependant, à partir de mars 1973, date de l'adoption du système des changes flottants, on a commencé à assister à un revirement de la situation avec la naissance d'un véritable marché des changes. De l'autre côté, l'accroissement de la dette publique des pays industrialisés, en particulier des États-Unis, à donner naissance au marché des taux d'intérêt. Ces deux événements ont contribué d'une façon significative à la forte croissance des marchés financiers et au basculement vers le système actuel.

De nos jours, avec le développement des produits financiers (action, obligation, produits dérivés) et celui du support informatique, les marchés financiers, notamment le marché canadien et américain, offrent toutes sortes de produits qui correspondent à tous les besoins transactionnels et d'investissement. Néanmoins, ce développement accru des marchés financiers est souvent accompagné des risques : risque de crédit, risque de marché, risque opérationnel et le risque systémique. Face à ces incertitudes, les investisseurs avertis qui souhaitent planifier des investissements correctement et efficacement devraient tenir compte de tous les facteurs qui peuvent affecter le retour d'investissement dans le futur. L'utilisation de ces informations dans un modèle permet de déterminer le prix, du moins théorique, des titres financiers. Ce qui donne une meilleure visibilité afin de bien négocier ses acquisitions.

Le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF), souvent connu sous le nom anglais-*Capital Asset Pricing Model* (CAPM)- permet de déterminer une estimation de taux de rendement théorique attendu d'un actif financier. Ce modèle a été fondé indépendamment par William Sharpe (1964), John Lintner (1965) et Jan Mossin (1966) en s'appuyant sur les travaux de Harry Markowitz (1952) sur « la diversification et la théorie moderne du portefeuille ». Il est basé sur la théorie d'équilibre de marché par l'offre et la demande de chaque actif.

Le MEDAF permet de mesurer la sensibilité du rendement d'un actif risqué à un mouvement dans l'ensemble du marché. Cela étant déterminé, le choix de l'investisseur, selon son aversion pour le risque, sera plus éclairé.

Bien que le MEDAF ait été toujours populaire, plusieurs chercheurs s'accordent à dire que la rentabilité du marché n'est pas le seul facteur qui affecte l'espérance de rendement d'un actif financier. De ce fait, Eugene Fama et Kenneth French en 1993 ont proposé un modèle à trois facteurs : la rentabilité du marché (comme pour le MEDAF), la taille et le ratio- valeur comptable/ valeur de marché (book-to-market)- de la firme.

L'objectif de cette étude, est tout d'abord, tester la validité du MEDAF dans le cadre de marché boursier canadien et américain suite à une confrontation des données numériques. Cela fait, il s'agit ensuite d'élaborer et discuter la performance du modèle multifactoriel, de type Fama et French, dans l'explication de rendement attendu des actif financiers.

## ***I- Cadre théorique : Le MEDAF et le modèle à trois facteurs de french et fama***

L'origine historique des marchés financiers tient à la nécessité de trouver un moyen de fournir au monde des affaires les investissements en capital dont il a besoin pour grandir et prospérer. Aujourd'hui, malgré l'importance grandissante de ces marchés, le besoin que ressentent les entreprises pour des investissements en capital reste la force motrice qui préside à l'existence de ces marchés. Pour une entreprise, il existe deux façons de financer les investissements à long terme - faire un emprunt et/ou émettre des actions. Pour l'investisseur en achetant une participation au capital de la société dans laquelle il investit, il devient actionnaire; et en tant que copropriétaires de cette affaire, ils bénéficient de sa rentabilité présente et/ou anticipée. Il s'expose aussi au risque des pertes engendrées.

Dans ce contexte l'affectation et de déploiement des ressources économiques, à la fois spatiale et dans le temps mais aussi dans un environnement incertain, exigeait la nécessité de construire des modèles afin de maîtriser le risque. La théorie de portefeuille est l'une des théories fondamentales dans cette discipline. Elle étudie comment les investisseurs doivent équilibrer risque et rendement en investissant dans différents titres financiers. Le MEDAF et le modèle multifactoriel restent les outils les plus répandus à cet égard. Ils décrivent comment les marchés devraient fixer les prix des actifs sachant comment il est le risque et en se basant sur les informations disponibles.

### ***I-1 Le MEDAF***

Depuis près de quarante ans, le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF) développé par William Sharpe (1964), John Lintner (1965), et Jan Mossin (1966) constitue sans aucun doute le modèle le plus utilisé par la communauté financière tant pour l'estimation du coût du capital, l'élaboration de stratégies d'investissement que pour l'évaluation des performances des portefeuilles.



Ce modèle est basé sur la théorie d'équilibre de ce fait Les participants du marché cherchent des opportunités pour maximiser leurs bien-être (profits, utilités), sachant que la valeur d'un actif est son prix d'équilibre (absence d'opportunités profitables ou d'arbitrage).

### ***I-1-1 Hypothèses du modèle***

Comme tout autre modèle économique, le MEDAF n'échappe pas à la règle en se basant sur plusieurs hypothèses. Ce modèle stipule les hypothèse théoriques suivantes : (i) Les investisseurs partagent les même croyances sur l'évolution du marché (homogénéité et rationalité) et ils ont le même horizon temporel, (ii) les investisseurs choisissent leurs portefeuilles sous son aspect moyenne-variance, (iii) il n'y pas de coût de transactions, (iv) chaque actif est parfaitement divisible, (v) les investisseurs sont averse au risque et il le contrôle par la diversification, (vi) tous les actifs, y compris le capital humain, peuvent être achetés et vendus librement sur le marché, (vii) chaque investisseur peut acheter ou vendre à découvert n'importe quelle action sans que cela ait une incidence sur le prix de l'action, (viii) les investisseurs peuvent prêter ou emprunter sans limite de l'argent au taux sans risque.

À ce point il convient de noter que la plupart de ces hypothèses ne sont pas vérifiées en réalité et en particulier (ii) et (vii). En effet, peu d'investisseurs ont un portefeuille de Markowitz, car d'autres critères sont utilisés tel que la dominance stochastique. De même, toute transaction d'une certaine taille a un effet sur le prix d'une action. L'hypothèse (viii) n'est guère vérifiable car aucune banque n'autorise l'emprunt de l'argent sans limite.

Dans ce qui suit toutes les hypothèses seront maintenues afin de préserver le cadre théorique du modèle. Cela permet donc de dériver mathématiquement le MEDAF et bien sûr l'utiliser empiriquement par la suite.

### ***I-1-2- Dérivation du modèle***

Selon les hypothèses mentionnées ci-dessus, les marchés d'actifs financiers sont efficaces. C'est l'hypothèse d'efficacité du marché selon laquelle les prix et rendements des actifs sont censés refléter, de façon objective, toutes les informations disponibles concernant ces actifs. De même, les investisseurs sont averses au risque : ils ne seront prêts à prendre plus de risques qu'en échange d'un rendement plus élevé. À l'inverse, un investisseur qui souhaite améliorer la rentabilité de son portefeuille doit accepter de prendre plus de risques. L'équilibre risque/rendement jugé optimal dépend de la tolérance au risque de chaque investisseur.

D'une façon générale on suppose que la préférence de l'investisseur pour un couple risque / rendement peut être décrite par une fonction d'utilité quadratique. De plus, les évolutions du marché sont supposées suivre une distribution symétrique de Pareto. Par conséquent, seuls le rendement attendu (l'espérance de gain) et la volatilité (l'écart type) sont les paramètres examinés par l'investisseur, c'est qui est coutume de l'appelé critère moyenne-variance. L'investisseur ne tient donc pas compte des autres caractéristiques de la distribution des gains, comme son *asymétrie* ou même le niveau de fortune investi.

Comme le portefeuille est composé de plusieurs actifs, alors le rendement d'un portefeuille est une combinaison linéaire de celui des actifs qui le composent, pondérés par leur poids,  $w_i$ , dans le portefeuille. La volatilité du portefeuille est une fonction de la corrélation entre les actifs qui le composent. Cette fonction n'est pas linéaire. En effet, pour un portefeuille comportant  $n$  actif le rendement attendu n'est autre chose que son espérance :  $E(R_p) = \sum_i w_i E(R_i)$ .

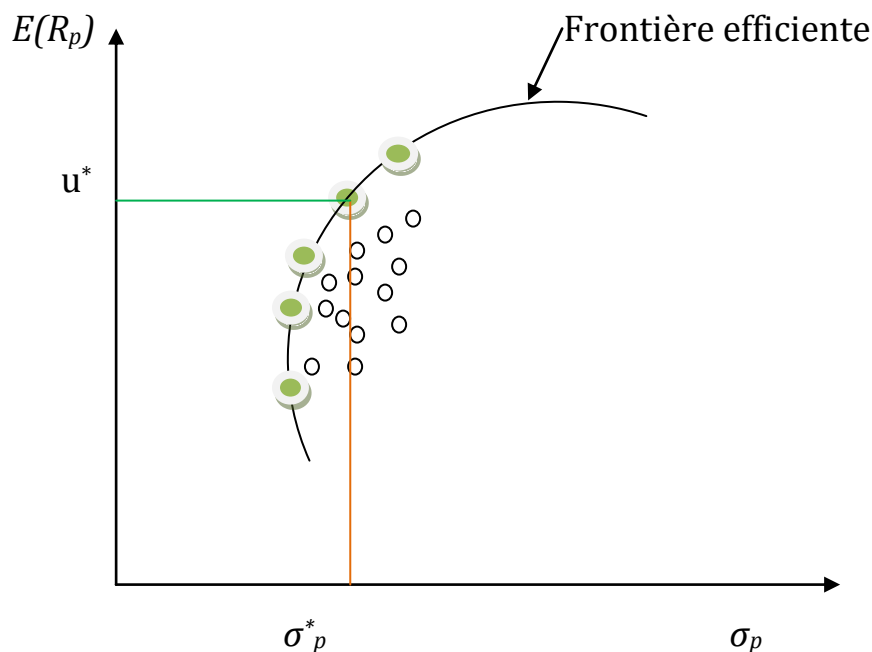
De l'autre côté, La variance du portefeuille est la somme des produits des poids  $w_i$  de chaque couple d'actifs par leur covariance  $\sigma_{ij}$ . Cette somme inclut les poids au carré et les variances  $\sigma_{ij}$  (ou  $\sigma_{ii}^2$ ) pour chaque actif  $i$ . La covariance est souvent exprimée en termes de corrélation  $\rho_{ij}$  des rendements entre deux actifs où  $\sigma_{ij} = \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$ .

De ce fait la variance de portefeuille est déterminé tel que décrit cidessous :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

Un investisseur peut réduire le risque (l'écart type) de son portefeuille simplement en détenant des actifs qui ne soient pas ou peu positivement corrélés, donc en diversifiant ses placements. Cela permet d'obtenir la même espérance de rendement en diminuant la volatilité du portefeuille.

A ce stade, il convient donc de mentionner que Chaque couple possible d'actifs peut être représenté dans un graphique risque/rendement. Pour chaque rendement, il existe un portefeuille qui minimise le risque. À l'inverse, pour chaque niveau de risque, on peut trouver un portefeuille maximisant le rendement attendu. L'ensemble de ces portefeuilles est appelé frontière efficiente ou frontière de Markowitz.



Tell qu'on peut l'observer ci-dessus, la frontière efficiente est croissante par construction. Les points sous la frontière sont dits sous-optimaux, et n'intéresseront pas un investisseur rationnel.

La théorie de MEDAF suppose aussi l'existence d'un actif sans risque qui rapporte un taux de rendement fixe et sans risque, soit  $R_f$ . Il est en général associé aux emprunts d'État à court terme. Cet actif possède une variance nulle, son rendement est donc connu à l'avance. Il n'est pas corrélé avec les autres actifs. Par conséquent, associé à un autre actif, il modifie linéairement l'espérance de rendement et la variance. À supposer qu'un investisseur décide d'investir une fraction  $(1-w)$  dans l'actif sans risque et  $(w)$  dans l'actif de marché, alors le rendement de son portefeuille devient :

$$E(R_p) = (1-w) E(R_f) + w E(R_m) = R_f + w [ E(R_m) - R_f ]$$

En conséquence, le rendement attendu de portefeuille est constituée de la rentabilité de l'actif sans risque augmenté d'une prime de risque pondérée.

Quant à la variance elle est déterminée par :

$$\sigma_p^2 = w^2 \sigma_m^2$$

ce qui donne  $W = \sigma_p / \sigma_m$

En substituant cette égalité dans la relation du rendement espéré on obtient :

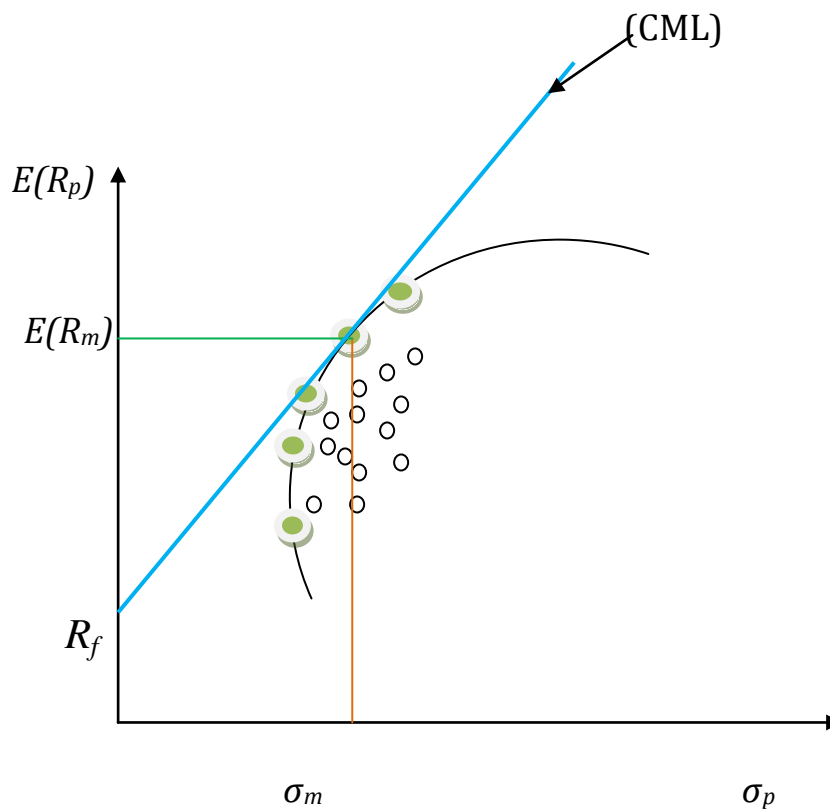
$$E(R_p) = R_f + [ E(R_m) - R_f ] * (\sigma_p / \sigma_m) \text{ ou encore,}$$

$$\overline{R_p} = R_f + [ \overline{R_m} - R_f ] * (\sigma_p / \sigma_m)$$

Ce qui implique en conséquence une relation affine, qui est la droite du marché, souvent connue sous le nom anglais *capital line market (CLM)*.

On peut donc conclure, d'après ce qui précède, que l'investisseur averti, va chercher la plus grande diversification possible jusqu'à atteindre cette limite appelée frontière efficiente. En l'absence d'actif sans risque, elle se présente sous la forme d'une partie d'hyperbole (graphique ci dessus) quand on se place dans un repère (écart-type, espérance de rendement).

L'introduction d'un actif sans risque modifie donc la frontière efficiente: elle devient alors la droite dont l'ordonnée à l'origine est le taux sans risque ( $R_f$ ) et qui est tangente à la frontière efficiente déterminée précédemment par l'ensemble des actifs à risque. Le point de tangence ( $\sigma_m ; E(R_m)$ ) constitue le portefeuille du marché. Ce point constitue le compromis entre le taux de rentabilité et le risque. C'est le prix du risque. On accepte un risque plus grand avec une rentabilité plus élevée .C'est le seul portefeuille efficient constitué exclusivement d'actifs risqués. Tous les autres portefeuilles efficients sont des combinaisons linéaires de l'actif sans risque et du portefeuille de marché (graphique ci-dessous).



Le choix du portefeuille par l'investisseur se fait sur la droite du marché, souvent connue sous le nom anglais *capital market line (CML)*. Normalement, chaque point représente un portefeuille. Son intérêt est qu'elle permet de visualiser l'ensemble des portefeuilles efficients disponibles qui regroupent simultanément des actifs risqués et l'actif sans risque.

La question qui se pose maintenant est de savoir comment serait-il l'équilibre risque/rendement pour un actif(j) quelconque ?

Pour répondre à cette question, on utilise la même méthodologie que celle précédemment. Pour se faire, on suppose que l'investisseur décide d'investir une fraction(w) de sa richesse dans le portefeuille de marché et (1-w) dans l'actif(j). Le rendement espéré de son portefeuille devient donc :

$$E(R_p) = w E(R_m) + (1-w) E(R_j) \text{ ou encore,}$$

$$\bar{R}_p = w \bar{R}_m + (1-w) \bar{R}_j$$

La variance de ce portefeuille sera en conséquence :

$$\sigma_p^2 = w^2 \sigma_m^2 + (1-w)^2 \sigma_j^2 + 2w(1-w) \sigma_{jm}$$

En faisant varier w, selon la décision d'investissement, on trace la courbe de rendements espérés  $E(R_p)$  en fonction des écart-types ( $\sqrt{\sigma_p^2}$ ). Cette courbe passera par M (w=1) et j(w=0). Elle sera donc tangente à la frontière efficiente constituée par la droite regroupant simultanément l'actif sans risque et les actifs risqués. Tel que signalé précédemment cette tangence sera au point M, seul portefeuille efficient constitué exclusivement d'actifs risqués. Ceci implique donc que la tangente au point M sera égale à la pente de la droite de marché(CLM).

D'après ce qui précède on sait que la droite de marché est déterminée par la relation :  $\overline{R_p} = R_f + [\overline{R_m} - R_f] * (\sigma_p / \sigma_m)$ . Ainsi sa pente est égale à  $(\overline{R_m} - R_f) / \sigma_m$ . De l'autre côté la tangente à la courbe au point M est égal à  $\partial R_p / \partial \sigma_p |_{\alpha=1}$ .

Toutefois 
$$\frac{\partial R_p}{\partial \sigma_p} = \frac{\partial R_p / \partial \alpha}{\partial \sigma_p / \partial \alpha}$$

Ainsi 
$$\bullet \frac{\partial R_p}{\partial \alpha} = \overline{R_m} - \overline{R_j}$$

$$\bullet \frac{\partial \sigma_p}{\partial \alpha} = \frac{1}{2\sigma_p} * (2w \sigma_m^2 - 2(1-w) \sigma_j^2 + 2(1-2w) \sigma_{jm})$$

En conséquence 
$$\bullet \frac{\partial R_p}{\partial \sigma_p} = \frac{\partial R_p / \partial \alpha}{\partial \sigma_p / \partial \alpha} = \frac{(\overline{R_m} - \overline{R_j}) \sigma_p}{w \sigma_m^2 - (1-w) \sigma_j^2 + (1-2w) \sigma_{jm}}$$

$$\blacktriangleright \partial R_p / \partial \sigma_p |_{\alpha=1} = \frac{(\overline{R_m} - \overline{R_j}) \sigma_m}{\sigma_m^2 - \sigma_{jm}}$$

Or comme la tangente à la courbe au point M est égal à la pente du CLM alors,

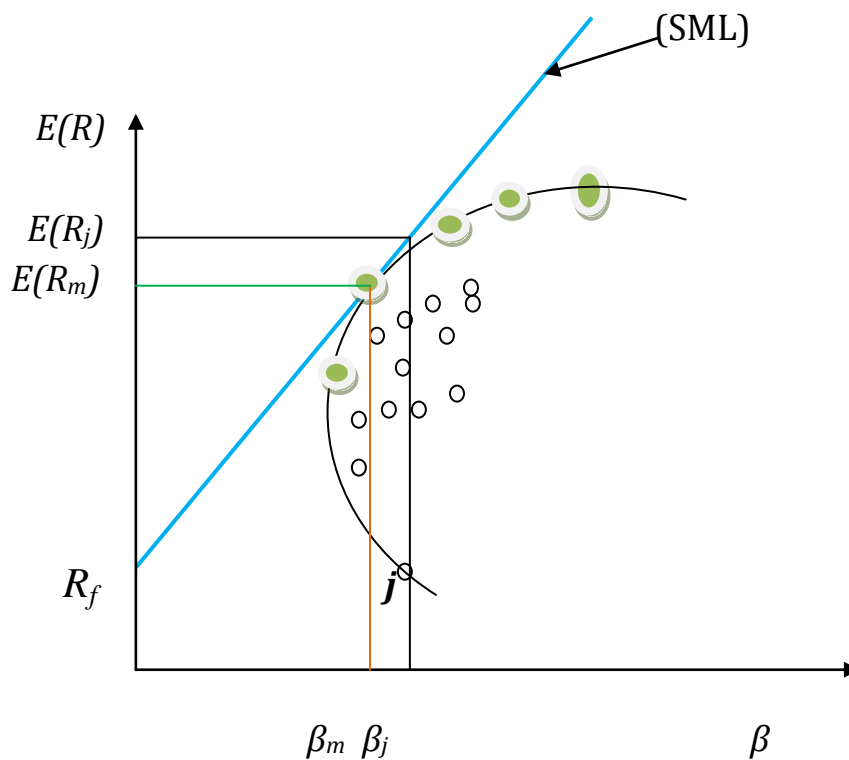
$$\frac{(\overline{R_m} - \overline{R_j}) \sigma_m}{\sigma_m^2 - \sigma_{jm}} = \frac{\overline{R_m} - R_f}{\sigma_m}$$

D'où 
$$(\overline{R_m} - \overline{R_j}) = \frac{(\overline{R_m} - R_f)(\sigma_m^2 - \sigma_{jm})}{\sigma_m^2}$$

$$\blacktriangleright (\overline{R_j} - R_f) = (\overline{R_m} - \overline{R_j}) \frac{\sigma_{jm}}{\sigma_m^2} \text{ Ou encore ,}$$

$$(\overline{R_j} - R_f) = (\overline{R_m} - \overline{R_j}) \beta_j, \text{ avec } \beta_j = \frac{\sigma_{jm}}{\sigma_m^2}$$

Ce qui en résulte la fameuse équation du MEDAF, appelée « *security line market* » (SLM). Voir graphique ci-dessous.



L'équation du MEDAF réfère aux deux risques encourus par chaque titre détenu : D'abord un risque spécifique (idiosyncrasique) à chaque titre au sein du portefeuille de marché (écart-type résiduel de l'équation du MDAF). Il est indépendant des phénomènes qui affectent l'ensemble des titres. Il résulte uniquement d'éléments particuliers qui affectent tel ou tel titre par exemple la mauvaise gestion de l'entreprise, l'incendie qui détruit son usine ou l'invention technologique qui rend obsolète sa principale gamme de produits.

Puis un risque commun à tous les titres, le risque systémique et qui ne peut être diversifié. Il est assimilé au risque (écart-type) du portefeuille de marché. En général tout investissement implique d'une manière incontournable l'exposition au risques du marché. Les conséquences des variations du marché sur les titres sont parfois amplifiées, parfois amorties, mais quoi qu'il en soit, ils sont inévitables.

Cette équation permet aussi et surtout de déterminer le beta ( $\beta_j$ ) qui est la mesure de la sensibilité de l'actif (j) à un mouvement dans l'ensemble du marché. Le signe du bêta indique le sens de variation d'un actif par rapport à l'indice de marché.



Un signe positif indique que le titre suit l'indice, un signe négatif qu'il fluctue au sens inverse de l'indice. La valeur du bêta indique le rapport des variations de la valeur d'un titre et de l'indice. Un bêta de 1 indique que le titre fluctue dans les mêmes proportions que l'indice de référence. Un bêta de 2 indique que le titre fluctue 2 fois plus que l'indice de référence. Les études montrent que les bêtas des valeurs individuelles ne sont pas stables dans le temps, par contre les bêtas de portefeuille le sont davantage.

L'intérêt du bêta réside aussi dans le fait qu'il permet de mesurer le risque systématique d'un portefeuille, c'est à dire le risque non diversifiable de celui-ci (et donc son risque tout court si le portefeuille est correctement diversifié). Le bêta d'un portefeuille est la somme, pondérée par les capitalisations, des bêtas des valeurs qui composent le portefeuille. En calculant le bêta d'un portefeuille, on a une idée assez précise de sa corrélation avec le marché (l'indice de référence utilisé) et donc de son exposition au risque de celui-ci. Plus la valeur absolue du bêta du portefeuille est faible, moins il est exposé aux fluctuations du marché, et inversement. Si un gestionnaire anticipe une hausse de l'indice, il aura tendance à faire évoluer le bêta de son portefeuille au-dessus de 1 pour amplifier la hausse attendue, mais si à l'inverse il anticipe une baisse du marché, il essaiera d'abaisser le bêta du portefeuille pour limiter la baisse anticipée.

## ***I-2 Le modèle à trois facteurs de french et fama***

Dès le début des années 70, de nombreuses études rigoureuses ont confronté le MEDAF aux données empiriques. Les résultats encourageants de ces premières études ont énormément contribué à imposer ce modèle comme le modèle de référence en finance de marché. Cependant, progressivement, les critiques adressées aux méthodes empiriques utilisées par Roll (1977), la découverte de certaines anomalies, notamment l'effet de taille par Banz (1981) ont progressivement fait naître le doute sur la validité du MEDAF.

Le paroxysme du doute au tour du MEDAF a été atteint lorsque les résultats de Fama et French (1992) ont même semblé le rejeter complètement. Cependant, la critique de Fama et French semble avoir été salutaire puisque ils ont souligné la capacité du CAPM à expliquer une part importante de la variabilité des rendements dès lors que l'on prend en compte certains facteurs ignorés dans les travaux antérieurs. Ils proposent alors un modèle à trois facteurs qui intègre en plus de la prime de risque deux autres variables : la taille de la firme (capitalisation) et le ratio valeur comptable /valeur de marché de la firme « book to market ».

A ce stade, il convient mentionner que plusieurs variables, non pris en compte par la théorie d'évaluation des actifs financiers, peuvent avoir un pouvoir explicatif fiable dans l'explication de rendements attendus des titres financiers. On peut citer, en plus de la taille et le book-to-market, l'effet de levier et bénéfice/prix « *earnings/price* (E/P).

Toutefois, Fama et French (1992) ont étudié le rôle conjoint de beta de marché, la taille, E/P, effet de levier, et de book-to-market des actions en coupe transversal dans l'explication de rendement moyen des actifs. Ils ont trouvé que le beta de marché utilisé seul ou en combinaison avec d'autres variables a peu d'informations sur les rendements moyens. Utilisé seul, la taille, E/P, l'effet de levier, et le book-to-market ont un pouvoir explicatif. La combinaison de la taille et le book-to-market des actions semblent absorber le rôle apparent d'effet de levier et E/P dans l'explication de rendements moyens et c'est pour cette raison qu'ils les proposent dans leur modèle à trois facteurs.

Les deux variables taille et book-to-market sont utilisés afin de calculer les deux variables, SMB et HML introduit dans le modèle à trois variables de Fama et French. Pour ce faire on divise l'échantillon des firmes en deux groupes, grand (G) et petit (P), en prenant la médiane comme point de référence. Les compagnies seront aussi divisées en trois groupes selon le book-to-market. 30% des compagnies dont les book-to-market sont les plus élevés appartiendront au groupe élevé (E), les 40% suivantes seront du groupe moyen (M), et les dernières 30% appartiendront au groupe bas (B).

Ainsi, on construit 6 groupes d'actif, P/B, P/M, P/E, G/B, G/M et G/E. Par exemple P/B c'est les actifs appartenant au groupe petit selon la taille et au groupe bas selon le book-to-market. Par la suite on calcul SMB et HML, ainsi SMB représente le risque de divergence de rendement attendu suite à l'effet taille. SMB est la différence entre la moyenne des rendements mensuels de groupe petit (P) et grand (G) de l'échantillon. En effet:

$$\begin{aligned} \text{SMB} &= \text{Petit} - \text{grand} \\ &= 1/3 (P/B + P/M + P/E) - 1/3 (G/B + G/M + G/E) \end{aligned}$$

HML représente l'effet de risqué sur le rendement des actif suite à l'effet de book-to-market. Il est obtenu par la différence entre la moyenne des rendements mensuels de deux groupes ayant les book-to-market les plus élevés (P/E, G/E) et de deux autres ayant les book-to-market les plus petits (P/B, G/B). Les groupes de actifs ayant un book-to-market moyen (P/M, G/M) seront écartés dans le calcul de HML, d'où

$$\begin{aligned} \text{HML} &= \text{élevé} - \text{Bas} \\ &= 1/2(P/E + G/E) - 1/2 (P/B + G/B) \end{aligned}$$

Le modèle de Fama et French comportera donc les trois facteurs : la prime de risque, SMB et HML. Il sera de la forme :

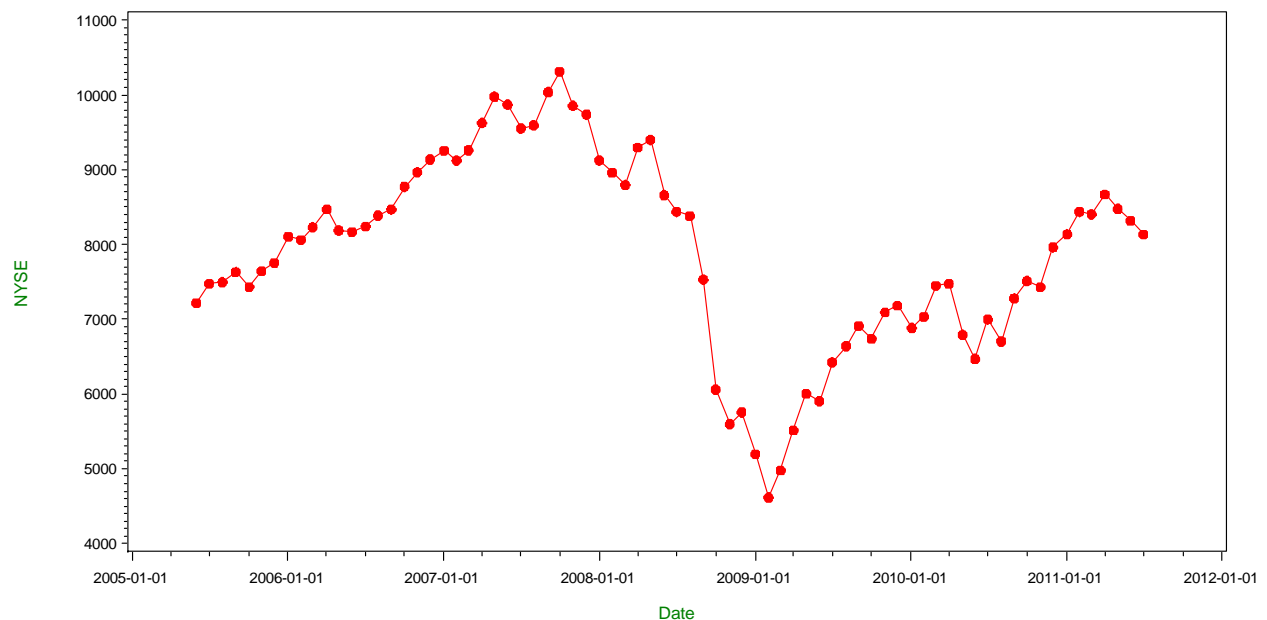
$$(R_j - R_f) = \beta_j (R_m - R_f) + \text{SMB} + \text{HML}$$

## **II- Étude empirique**

Cette étude portera sur des données américaine et canadienne, sur la période allant de juin 2005 à juin 2011. Un échantillon de dix-sept entreprises, de chaque pays, seront concernées par cette étude. Les données comportent, les prix mensuels des firmes concernées, cotées sur la bourse américaine « *New York Stock Exchange (NYSE)* », l'indice de prix de NYSE; extraites de Yahoo finance. Elles comportent également la capitalisation des firmes canadiennes et le ratio book-to-market prises sur Ychatrs, un taux sans risque (de référence) qui est le taux de rendement mensuel d'un bon de trésor américain à maturité constante, un mois, pris sur le site de la réserve fédérale des États-Unis (Fed).

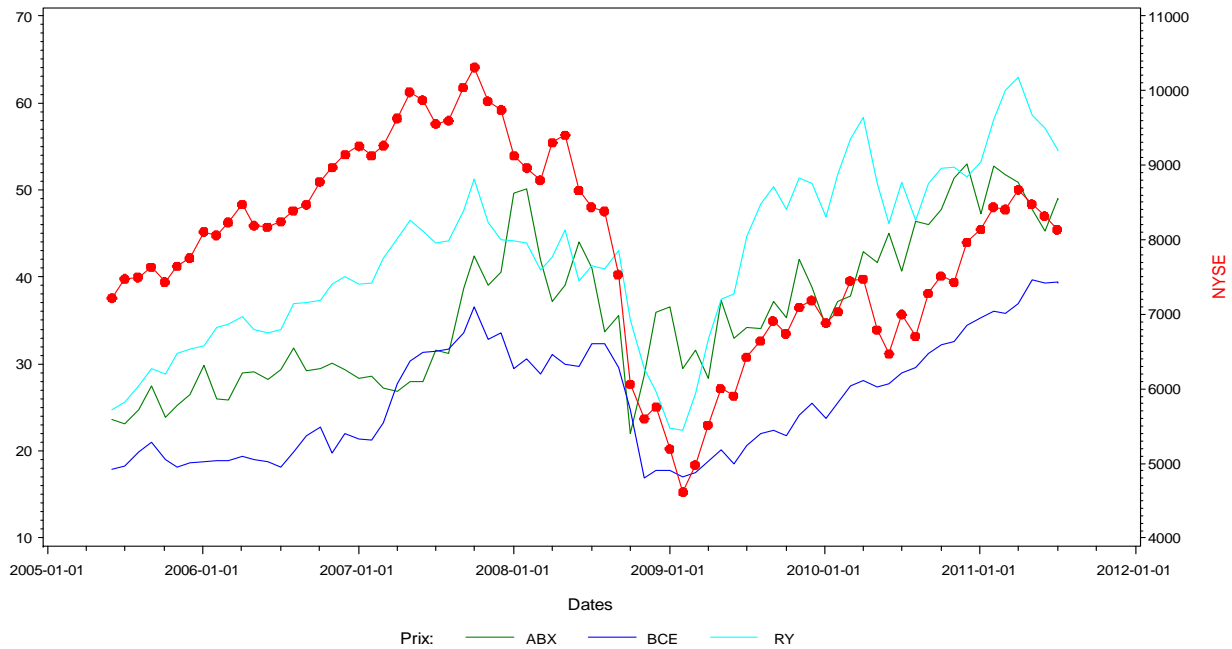
## II-1 Analyse exploratoire

Le « *New York Stock Exchange (NYSE)* », ou la Bourse de New York, est la plus grande des bourses mondiales. Par métonymie, on l'appelle souvent « Wall Street ». L'indice NYSE (NYSE: NYA) est un indice boursier couvrant toutes les actions ordinaires cotées sur cette bourse. Plus de 2000 titres sont couverts dans l'indice, dont plus de 1600 sont des sociétés aux États-Unis et plus de 360 listes sont étrangers, mais les entreprises étrangères sont très répandues parmi les plus grandes sociétés de l'indice.

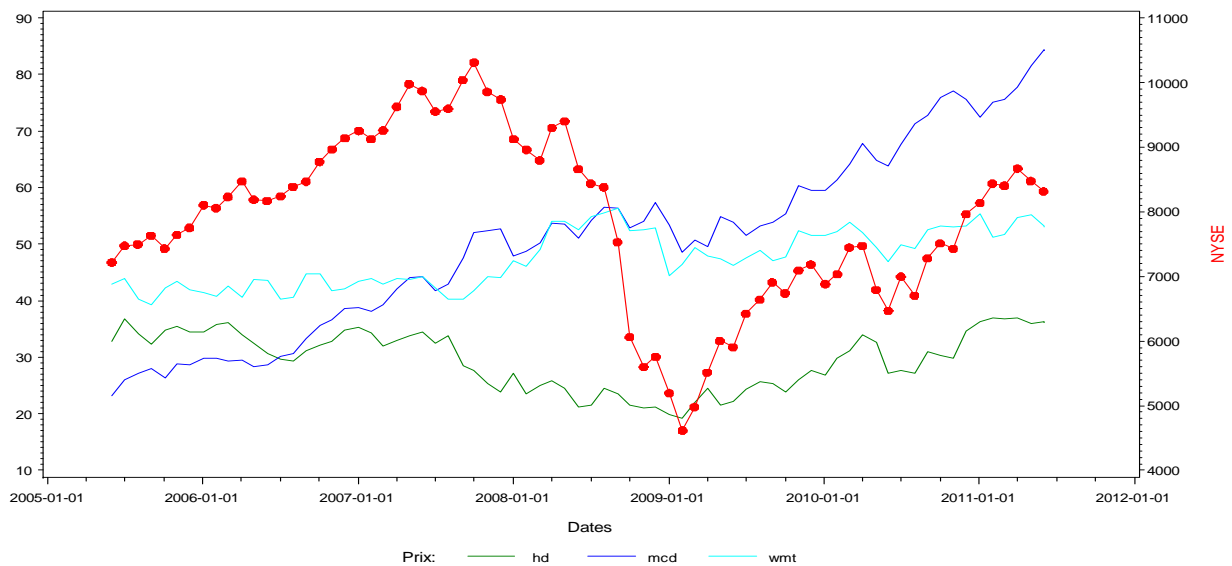


On peut constater d'après le graphique précédent, la tendance baissière du marché dès la fin de 2007 et qui s'est poursuivie jusqu'au début de 2009, date à laquelle l'indice a enregistré une baisse de plus que 50%.

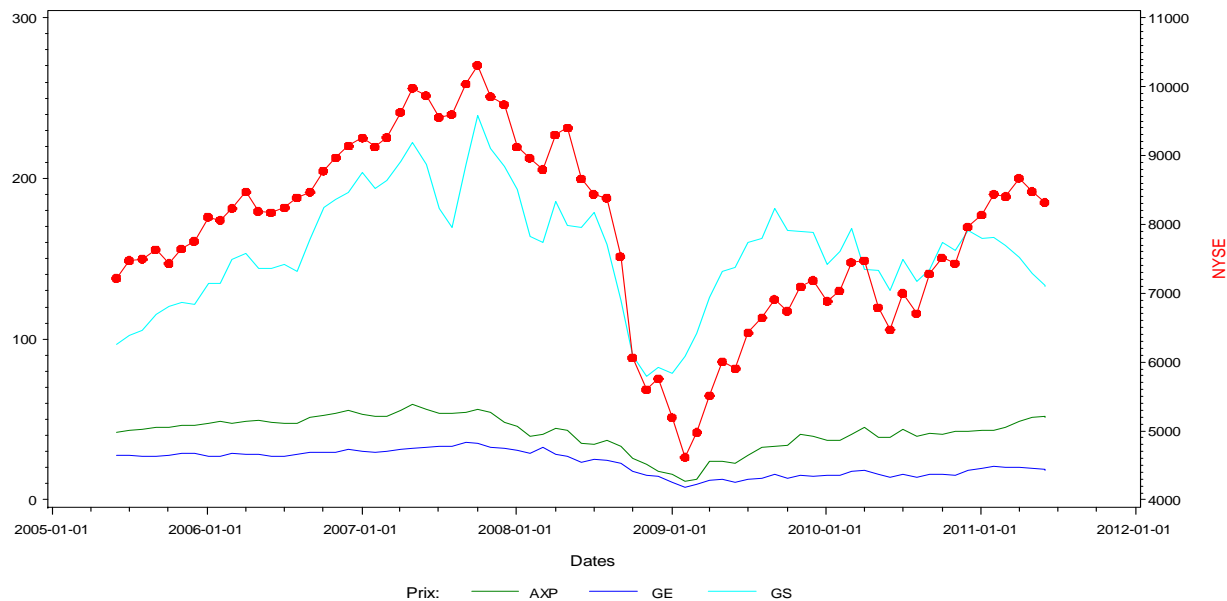
Telle que le montre le graphique ci-dessous, les prix des titres de trois des firmes Canadienne de l'échantillon étudiées ont aussi enregistré une baisse durant la période de la crise. Une baisse qui a été très marquante au début de 2009, mais depuis on constate une augmentation des cours et qui ont même dépassé ceux d'avant crise, contrairement à l'indice de marché dont sa valeur est toujours au dessous de celle de septembre 2007. Cette tendance est presque la même pour la plupart des firmes étudiées.



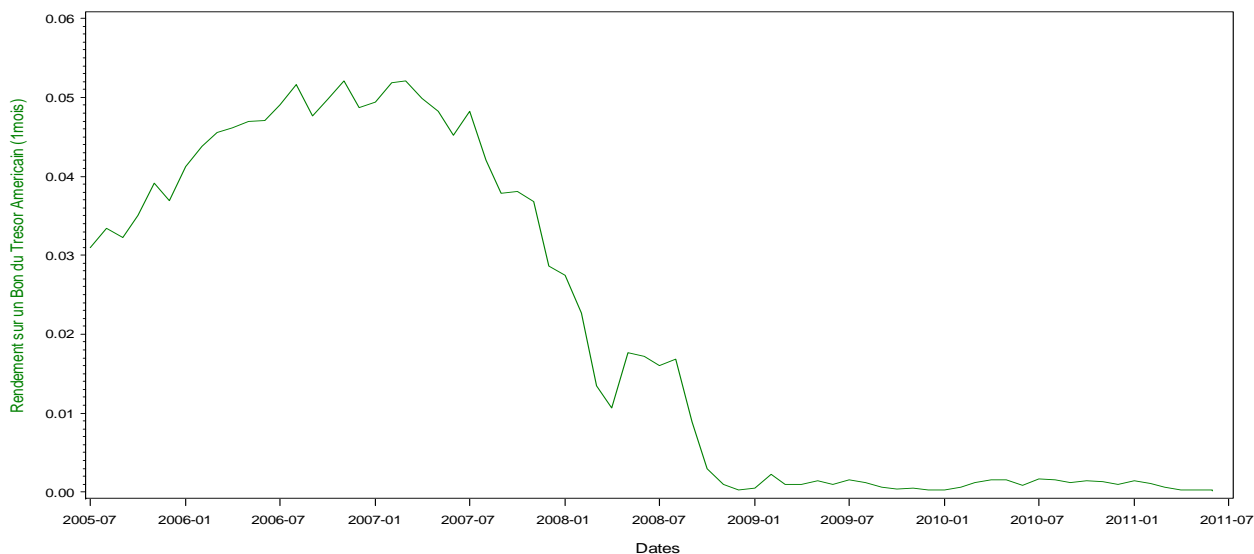
L'évolution n'été pas similaires pour les entreprises Américaines. Surtout la baisse n'été fulgurantes pour toutes les entreprise étudiées, comme on peu l'attendre. À titre d'exemple, le cours de McDonald (mcd), chaine de restauration et de Wal- Mart (wmt), une chaine de grande distribution, ont connu un léger baisse non pas durant la crise (2007-2008), mais plutôt le début de 2009. Quant au prix de l'action de Homme dépôt (hd), firme d'équipements de maison a connu une baisse depuis la fin de 2007 qui s'est poursuivie jusqu'au début de 2009 date à laquelle il a commencé à remonter pour atteindre presque son niveau d'avant la crise.



Quant au cours des sociétés financières, les deux banque- General Electric et Goldman Sachs ainsi celui de la société de crédit, American Express, semblaient suivre la même évolution du marché.

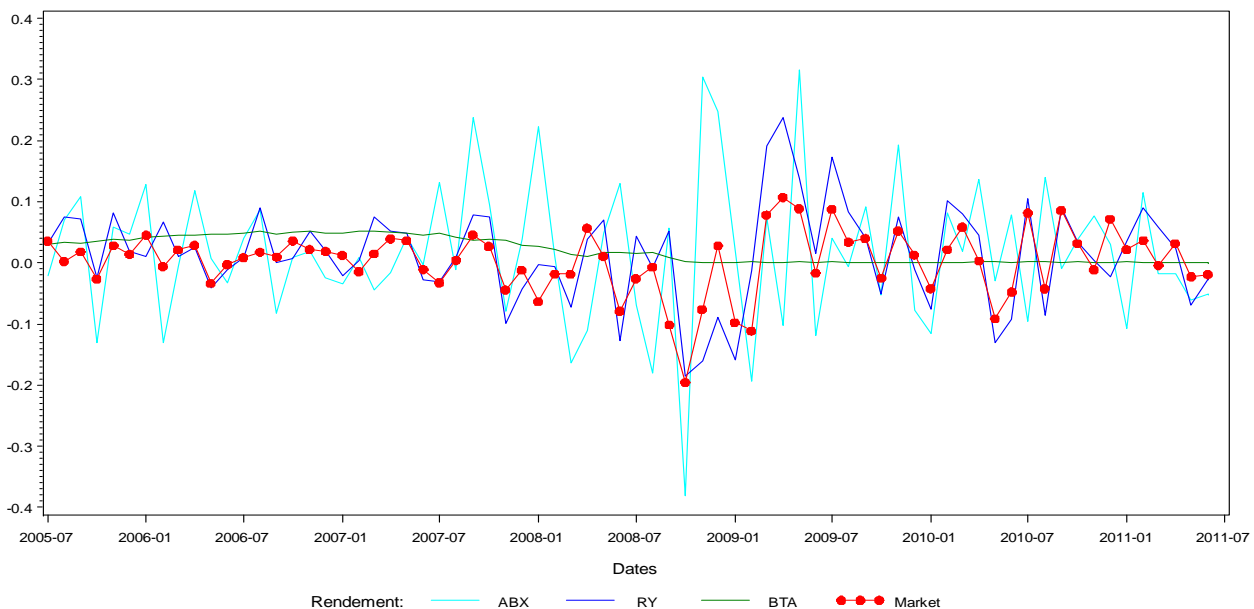


Dans ce qui suit les rendements sur les titres de firmes concernés par l'étude seront calculé selon la formule :  $[(p_t - p_{t-1}) / p_{t-1}]$ . Le graphique ci-dessous retrace l'évolution de rendements sur un bond de trésor Américain à maturité constante, un mois. On constate une baisse régulière de taux à partir de juillet 2007, date effective de la crise de supprimer. Cette tendance à été maintenue jusqu'au début de 2009 à partir de laquelle les taux se sont presque stabilisé.



Cette baisse fulgurante de taux de rendement sur le bond de trésor américain, de 5% en janvier 2007 à 0,02% en janvier 2007 s'explique par la forte demande sur se produit pendant la crise. Ainsi, les investisseurs cherchait un actif sûr, dans la limite de possible, afin d'éviter les conséquences du crache boursière. Cette forte demande à pousser à la hausse la valeur de bond américain et ce qui explique la baisse de son rendement.

Les rendements sur les titres ont été calculés à partir des prix affiché mensuellement. Ils sont par conséquence aussi volatile que les prix durant la période d'étude, telle que le montre le graphique ci-dessous (à titre d'exemple).



Le tableau ci-dessus montre aussi une grande volatilité des tous les rendements au tour de la moyenne, des coefficients de variations très élevés.

Variable	N	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart-type	Coef de variation
<b>rabx</b>	72	-0.3810	0.0159	0.3160	0.1169	734.6
<b>ragu</b>	72	-0.3347	0.0294	0.2872	0.1263	430.2
<b>rbce</b>	72	-0.3180	0.0140	0.1935	0.0753	539.7
<b>rbmo</b>	72	-0.1943	0.0122	0.2867	0.0892	733.9

Variable	N	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart-type	Coef de variation
<b>rbns</b>	72	-0.2638	0.0144	0.2326	0.0763	529.5
<b>rcm</b>	72	-0.2319	0.0114	0.2340	0.0906	795.7
<b>rcni</b>	72	-0.1856	0.0183	0.1559	0.0729	398.3
<b>rcnq</b>	72	-0.2619	0.0193	0.2960	0.1200	622.3
<b>rcp</b>	72	-0.2845	0.0133	0.2100	0.0858	643.3
<b>rimo</b>	72	-0.2365	0.0119	0.2244	0.0890	747.5
<b>rmfc</b>	72	-0.4523	0.00744	0.5273	0.1338	1799.6
<b>rpot</b>	72	-0.3533	0.0326	0.4040	0.1314	402.8
<b>rrimm</b>	72	-0.4383	0.0164	0.6122	0.1695	1032.9
<b>rry</b>	72	-0.1849	0.0147	0.2370	0.0787	535.7
<b>rslf</b>	72	-0.3357	0.00635	0.3002	0.0966	1519.8
<b>rtd</b>	72	-0.2501	0.0156	0.2916	0.0860	550.7
<b>rm</b>	72	-0.1954	0.00336	0.1073	0.0522	1551.2
<b>rrci</b>	72	-0.1784	0.0176	0.2422	0.0841	478.8
<b>rf</b>	72	0.000200	0.0207	0.0521	0.0206	99.7521

La même chose a été constaté pour les firmes Américaines (voir annexe) avec en plus des coefficients de variation beaucoup plus élevés exprimant ainsi une plus forte volatilité relative des rendements.

Dans ce qui suit c'est le modèle économétrique, servant à confronter le MEDAF aux données empiriques, qui sera présenté, ainsi que les tests et les résultats obtenues sur les données des firmes Américaines et canadiennes.

## ***II-2 Modèle économétrique et validité du MEDAF***

Pour tester statistiquement la validité du MEDAF on utilise des séries temporelles dans le cadre de l'équation de la « SLM ». Plus précisément on régresse l'excès de rendement du portefeuille sur le rendement excédentaire du marché. Cette équation sera donc de la forme suivante :

$$R_{j,t} - R_{f,t} = \alpha_j + \beta_j (R_{m,t} - R_{f,t}) + \varepsilon_{j,t}$$



Avec,  $R_{j,t}$  le taux de rendement mensuel des actifs  $j$  en date  $t$ ,  $R_{f,t}$  est le taux de rendement sans risque en  $t$ , et  $R_{m,t}$  est le taux de rendement de marché en date  $t$  aussi. En totale il y a 34 régressions à faire, le nombre des firmes américaines et canadienne étudiées.  $\beta_j$  est le coefficient de la prime de risque. Il mesure de la sensibilité de l'actif ( $j$ ) à un mouvement dans l'ensemble du marché. Ce coefficient peut être inférieur, égal ou supérieur à un. Un bêta est égal à 1 indique que le titre fluctue dans les mêmes proportions que l'indice de référence. Si  $\beta_j < 1$  alors Le cours de titre est moins sensible par rapport aux variations de marché. Par exemple, si l'évolution du marché est à la baisse, l'action sera susceptible de baisser moins que le marché. Par contre si  $\beta_j > 1$  alors Le cours de l'action sera susceptible de varier plus que celle du marché. Il amplifie par conséquence la variabilité de marché.

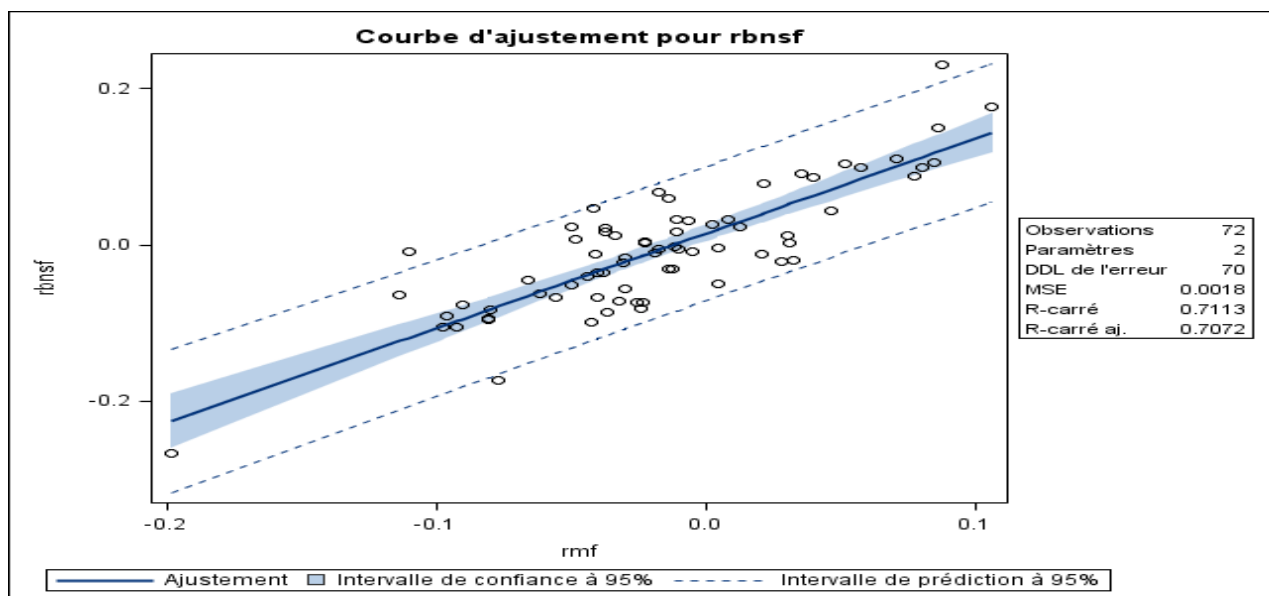
Quant au alpha, il représente la différence entre le rendement moyen attendu de l'actif  $j$  et ce que prédit le MEDAF. Autrement dit, il mesure la surperformance (ou sous-performance) d'un portefeuille, d'une action ou d'un titre par rapport à sa performance théorique telle que donnée par le MEDAF. C'est une mesure donnant au gestionnaire la capacité à créer de la valeur pour ses clients, en étant capable de détecter les titres ou les actions qui rapportent plus qu'elles ne devraient, compte tenu de leur risque et ce pour une période donnée. Un bon gestionnaire devrait avoir un alpha positif.

Si le MEDAF décrit bien le rendement attendu de l'actif  $j$  et que le portefeuille de marché est correctement choisi, alors la constante  $\alpha_j$  de la régression devrait être égale à zéro. Dans le cas contraire si  $\alpha_j < 0$  alors l'investissement a gagné trop peu pour le risque engendré. Autrement dit il coûte trop chère (ou, était trop risqué pour le rendement obtenu). Il est donc surévalué. Cependant si  $\alpha_j = 0$  alors l'investissement a obtenu un rendement adéquat pour la prise de risque. Par contre si  $\alpha_j > 0$  alors l'investissement a un rendement supérieur pour récompenser le risque assumé. L'actif est sous-évalué. L'achat et la vente des actifs devraient ramener le prix vers l'équilibre et en conséquence alpha vers zéro.

Une fois la régression est effectuée, les tests d'autocorrélation et hétéroscédasticité des résidus sont réalisés afin de s'assurer de la validité des hypothèses de Gauss-Markov (indépendance et homoscedasticité des résidus).

Ainsi, Les tests de Durbin-Watson confirment l'existence d'auto-corrélation des résidus dans certains cas. Trois méthodes sont envisageables dans ce cas : spécifier la nature de l'auto-corrélation et estimer un modèle de type ARCH-GARCH, réaliser une estimation avec la méthode de moindres carrés (quasi) généralisés [MC(Q)G], ou estimer le modèle par la méthode de moindres carrés standard et réaliser les tests avec des écarts-types robustes au auto-corrélation de type Newey-West. Cette dernière méthode qui est généralement préférée car les estimateurs sont toujours non biaisés et convergents. Et, c'est cette méthode qui sera employée dans ce qui suit. Dans certains autres cas le test de White confirme l'existence de hétéroscédasticité. Dans ce cas aussi le modèle sera estimé par la méthode de moindres carrés standard et réalisés les tests avec une covariance robuste au hétéroscédasticité, «hétéroscédasticité-consistante covariance matrix» (HCC), de type de White.

Dans ce qui suit c'est les résultats des régressions concernant les entreprises canadiennes qui seront présentées. Ainsi, le graphique ci-dessous montre l'ajustement des rendements de la banque Scotia (BNS).



Ce qui est intéressant à signaler, d'abord la qualité d'ajustement est assez bonne avec un  $R^2$ -ajusté de 0,72. Ensuite, le beta de cette regression est de 1.21204 avec un p-value de 0.0001, ce qui implique que le test de student permet de rejeter l'hypothèse que beta est égal à zero. De ce fait, si l'indice de marché augmente de 1% alors le cours de la banque scotia devrais augmanté de 1,12%. Autrement dit la volatilité de ce titre amplifie la variabilité de la bourse de New-York.

Quant au alpha il est de 0.01473 avec un p-value de 0.0069. il est donc significativement different de zéro. le signe positif de alpha implique que le titre de la banque scotia est sous-évalué. Plus précisement ce titre surperforme et apporte un excé de rendemet mensuel de 0,015 % par rapport à ce que prédit le MEDAF. C'est l'une des anomalies du MEDAF, car s'il decrivait bien le rendement attendu de cet actif , alors alpha devrait être égale à zéro. Le reste de résultats sont regroupé dans le tableau ci-dessous.

Entreprises	MEDAF		
	$\alpha_j$	$\beta_j$	$R^2$ -ajusté
ABX	0.006326 (0.5340)	0.640429 (0.0135)	0.0757
AGU	0.03284 (0.0105)	1.39510 (<.0001)	0.3604
POT	0.02992 (0.0432)	1.03822 (0.0001)	0.1817
CNQ	0.026027 (0.0122)	1.583142 (<.0001)	0.5120
IMO	0.007865 (0.3014)	0.961052 (<.0001)	0.3422
CNI	0.01457 (0.0309)	0.97893 (<.0001)	0.4999
CP	0.01243 (0.0959)	1.14186 (<.0001)	0.5232
RCI	0.012927 (0.0572)	0.926097 (<.0001)	0.3634
BCE	0.00846 (0.1708)	0.87731 (<.0001)	0.3898
RIMM	0.02023 (0.2723)	1.41435 (<.0001)	0.2081
MFC	0.01754 (0.1824)	1.77735 (<.0001)	0.5241

Entreprises	MEDAF		
	$\alpha_j$	$\beta_j$	R <sup>2</sup> -ajusté
SLF	0.01139 (0.0934)	1.48494 (<.0001)	0.6933
BMO	0.01297 (0.1112)	1.24131 (<.0001)	0.5369
BNS	0.01473 (0.0069)	1.21204 (<.0001)	0.7072
CM	0.01416 (0.0113)	1.354506 (<.0001)	0.6331
RY	0.013869 (0.0362)	1.146235 (<.0001)	0.6076
TD	0.01683 (0.0159)	1.26435 (<.0001)	0.6125

( ) : P-value

D'après ces résultats, deux choses intéressantes à signaler, d'abord le beta est significativement différent de zéro pour tous les titre. Dans la majorité de cas il est supérieur à l'unité. Ensuite, le test de Student permet en total de rejeter l'hypothèse que alpha est égal à zéro 8 fois sur 17 (cas où le fond est gris).

Dans ce qui suit c'est les résultats des firmes américaines qui seront présentés. Cela étant fait, il s'agit ensuite de comparer les performances de deux types de compagnies sur la bourse de New-York.

Compagnies	MEDAF		
	$\alpha_j$	$\beta_j$	R <sup>2</sup> -ajusté
AA	0.01362 (0.1511)	1.78798 (<.0001)	0.6249
AMD	0.01963 (0.3135)	2.07802 (<.0001)	0.3422
AMR	0.00820 (0.7342)	1.19502 (0.0058)	0.0910
AXP	0.01883 (0.1540)	1.67709 (<.0001)	0.4279
BA	0.005964 (0.2746)	1.130795 (<.0001)	0.5114

Compagnies	MEDAF		
	$\alpha_j$	$\beta_j$	R <sup>2</sup> -ajusté
BAC	0.00653 (0.6983)	1.74799 ( <.0001)	0.3282
CL	-0.00109 (0.8184)	0.51038 ( <.0001)	0.3444
CPB	-0.01047 (0.0541)	0.30898 (0.0146)	0.1058
DIS	0.00629 (0.2253)	1.02251 ( <.0001)	0.6447
F	0.04134 (0.1483)	2.25702 (0.0014)	0.3282
GE	0.00268 ( 0.7264)	1.38789 ( <.0001)	0.6034
GS	0.00979 (0.2747)	1.22397 ( <.0001)	0.4632
HD	-0.00432 ( 0.6074)	0.71787 ( <.0001)	0.2459
IBM	0.00636 ( 0.2711)	0.71260 ( <.0001 )	0.4115
KO	-0.00007650 ( 0.9883)	0.59929 ( <.0001)	0.4056
MCD	0.007336 ( 0.1439)	0.510775 ( <.0001)	0.3220
WMT	-0.01070 ( 0.0799)	0.34073 ( 0.0018)	0.1182

Selon les résultats ci-dessus, on remarque que les betas sont tous significativement différents de zéro. Mais surtout des betas sont supérieurs à deux tels que celui de Ford (F) et « Advanced Micro Devices »(AMD). Ainsi, malgré que l'échantillon ne soit pas exhaustif on peut dire que les titres des compagnies américaines amplifient la volatilité de la bourse de New-york plus que ce que pourra faire les titres des entreprises canadiennes. Autre chose importante à noter est que, à un seuil de risque de 10%, seul deux alphas (celui de, CPB et WMT) sont significativement différents de zero. Le MEDAF semble plus valide sur les données des firmes américaines que celles des firmes canadiennes.

D'un autre côté, malgré qu'ils ne soient pas significativement différents de zéro, on remarque comme même la présence des alphas négatifs. C'est qui n'a pas été le cas pour les firmes canadiennes. En générale les entreprises canadiennes sont le plus souvent sous-évaluées sur la bourse de NewYork. Elle performent mieux que les firmes américaines. Ces résultats confirment les conclusions tirées par les analystes financiers suite à la crise de 2008. C'est à dire, les entreprises canadiennes n'ont pas été vraiment touchées par cette crise. Elles ont performé pendant cette période et surtout elles ont été moins risquées que les firmes américaines. En effet, la plupart des entreprises de l'échantillon étudié rapporte un excès de rendement mensuel par rapport à ce que prédit le MEDAF (modèle d'équilibre), ce qui n'était pas le cas pour les compagnies américaines.

### II-3 Résultats du modèle à trois facteurs de French et Fama

Comme dans le cas de MEDAF, Pour tester statistiquement la pertinence du modèle à trois facteurs on utilise des séries temporelles dans le cadre de l'équation de la « SLM » avec en plus les deux variables SMB et HML. Plus précisément le modèle sera de la forme suivante :

$$R_{j,t} - R_{f,t} = \alpha_j + \beta_j (R_{m,t} - R_{f,t}) + \text{SMB}_t + \text{HML}_t + \varepsilon_{j,t}$$

La même méthodologie employée dans le cadre de modèle simple sera appliquée pour ce modèle multifactoriel. Plus précisément, tester l'auto-corrélation et l'hétéroscédasticité des résidus, puis appliquer la méthode statistique adéquate. Ainsi, le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus.

Firmes	Modèle à 3 facteurs				
	$\alpha_j$	$\beta_j$	$S_j$	$H_j$	R <sup>2</sup> -ajusté
ABX	0.01100 (0.3310)	0.62986 (0.0041)	-0.34410 (0.0020)	-0.82364 (<.0001)	0.4200
AGU	0.02954 (0.0148)	1.67412 (<.0001)	0.24096 (0.0354)	-0.36009 (0.0154)	0.4376
POT	0.028592	1.248955	0.096063	-0.48675	0.2551

	(0.0625)	(0.0001)	(0.5590)	(0.0123)	
CNQ	0.027624 (0.0041)	1.501194 (<.0001)	-0.11703 (0.3185)	-0.00988 (0.9086)	0.5075
IMO	0.009147 (0.1957)	0.904061 (<.0001)	-0.09406 (0.3008)	-0.03854 (0.6754)	0.3352
SLF	0.011542 (0.0671)	1.403957 (<.0001)	-0.01051 (0.8206)	0.253042 (0.0130)	0.7270

On constate donc que dans bien de cas les deux variables proposées par Fama et French ne sont pas significatives.

Firmes	Modèle à 3 facteurs				
	$\alpha_j$	$\beta_j$	$S_j$	$H_j$	$R^2$ -ajusté
BMO	0.01426 (0.0715)	1.14000 (<.0001)	-0.09399 (0.2088)	0.11450 (0.2352)	0.5452
BNS	0.01635 (0.0022)	1.14850 (<.0001)	-0.11935 (0.0174)	-0.07917 (0.2146)	0.7271
CM	0.014199 (0.0042)	1.33712 (<.0001)	-0.00271 (0.9615)	0.053201 (0.4369)	0.6244
RY	0.01531 (0.0137)	1.02823 (<.0001)	-0.10494 (0.0725)	0.14471 (0.0554)	0.6370
TD	0.01876 (0.0066)	1.14344 (<.0001)	-0.14125 (0.0297)	0.06399 (0.4383)	0.6326

Pour mieux visualiser ce qu'en résulte de ce modèle le tableau ci-dessous retrace d'une façon comparative les résultats obtenus.

Firmes	MEDAF			Modèle à 3 facteurs		
	$\alpha_j$	$\beta_j$	$R^2$ -ajusté	$\alpha_j$	$\beta_j$	$R^2$ -ajusté
ABX	0.006326 (0.5340)	0.640429 (0.0135)	0.0757	0.01100 (0.3310)	0.62986 (0.0041)	0.4200
AGU	0.03284 (0.0105)	1.39510 (<.0001)	0.3604	0.02954 (0.0148)	1.67412 (<.0001)	0.4376
TD	0.01683 (0.0159)	1.26435 (<.0001)	0.6125	0.01876 (0.0066)	1.14344 (<.0001)	0.6326
SLF	0.01139 (0.0934)	1.48494 (<.0001)	0.6933	0.011542 (0.0671)	1.403957 (<.0001)	0.7270
IMO	0.007865 (0.3014)	0.961052 (<.0001)	0.3422	0.009147 (0.1957)	0.904061 (<.0001)	0.3352
CM	0.01416 (0.0113)	1.354506 (<.0001)	0.6331	0.014199 (0.0042)	1.33712 (<.0001)	0.6244

En effet les deux premières lignes du tableau montrent le cas où les deux variables (SMB, HML) sont significatives. Il est donc clair que dans ce cas, l'introduction de ces variables améliore d'une façon remarquable la qualité d'ajustement. Le coefficient d'ajustement, pour ABX par exemple, passe de 0,0757 à 0,42.

Les deux lignes suivantes représentent le cas où une seule variable est significative (SMB, pour la troisième ligne et HML pour la quatrième ligne). On voit que la qualité d'ajustement s'est améliorée mais d'une façon minime. Les deux dernières lignes c'est les résultats où les deux variables ne sont pas significatives. Il en ressort que la qualité d'ajustement s'est même détériorée. C'est un résultat évident dans ce cas car on introduit deux variables non pertinentes au modèle. En d'autres mots les deux variables, SMB et HML, ne permettent pas de mieux estimer le rendement attendu ni de titre IMO ni de celui de CM. Ce constat n'est pas exclusif à ces deux titres, il est le même pour d'autres actifs, comme le montrent les tableaux précédents.



## ***Conclusion***

Le modèle d'évaluation des Actif financier (MEDAF) semble non valide avec des données empiriques de marché financier. En effet, l'alpha qui devrait être égal à zero selon ce modèle, n'est le pas dans bien de cas. Cela dit, malgré cette anomalie l'alpha s'avère utile pour les financiers en tant que mesure de la surperformance des actifs financiers. Ainsi, un bon gestionnaire de portefeuille devra avoir un alpha positif, ce qui implique que son portefeuille rapporte un rendement plus que le risque encouru. C'est pour cette raison, en plus de sa simplicité, le MEDAF reste le modèle le plus utilisé par les professionnels des marchés financiers. Car, en dépit de l'anomalie qu'il présente vis-à-vis de la théorie, il résume d'une façon claire la performance d'un actif financier.

Quant au modèle multifactoriel, il est intéressant de l'envisager car il apporte plus d'information nécessaire à la modélisation du rendement attendu d'un titre financier. Le problème est que les deux variables proposé par Fame et Frensh n'apportent pas toujours de l'information. C'est comme si on introduit dans le modèle des variables non pertinentes. Dans ce contexte il est important d'envisager d'introduire dans le modèle d'autres variables capable de compéter l'information apportée par la prime de risque. On pourra envisager des variables macroéconomiques tels que l'inflation, la dette publique (tel le cas des États-Unis actuellement), les taxes ou encore le taux de change. Il est aussi utile de considérer d'autres variables plus spécifique a chaque entreprise comme le résultat comptable, l'investissement, l'innovation; ou à la limite des variables spécifiques à chaque industrie.

## Annexe

<i>Enterprises comédiennes</i>	<i>Symbole</i>	<i>Secteur</i>	<i>Activité</i>
S&P/TSX 60 Index	^SPTSE	::	::
Taux obligation canadienne	^TOC	::	::
Barrick Gold Corporation	ABX	Matériaux de base	Métaux & Mines
Agrium Inc	AGU	Matériaux de base	Produits chimiques
Potash Corporation of Saskatchewan	POT	Matériaux de base	Engrais
Canadian Natural Resources Limited	CNQ	Matériaux de base	Energie
Imperial Oil Limited	IMO	Matériaux de base	Energie
Bombardier	BBD-B	Industrie	Aéronautique / Défense
SNC-Lavalin Group	SNC	Industrie	Matériaux & Construction
Canadian National Railway Company	CNR	Service	Transport
Canadian Pacific Railway Limited	CP	Service	Transport
Loblaw Companies Limited	L	Consommation	vente en gros
Saputo	SAP	Consommation	Alimentation & boisson
Rogers Communications	RCI-B	Télécommunications	Technologie
Telus	T	Télécommunications	Technologie
Bell Canada Entreprises	BCE	Télécommunications	Technologie
Research In Motion Limited	RIM	Technologies de l'Information	Technologie
Manulife Financial Corporation	MFC	Finance	Assurance
Sun Life Financial	SLF	Finance	Assurance
Royal Bank of Canada	RY	Finance	Banque
Toronto-Dominion Bank	TD	Finance	Banque
Canadian Imperial Bank Of Commerce	CM	Finance	Banque
Bank of Montreal	BMO	Finance	Banque
Bank of Nova Scotia	BNS	Finance	Banque

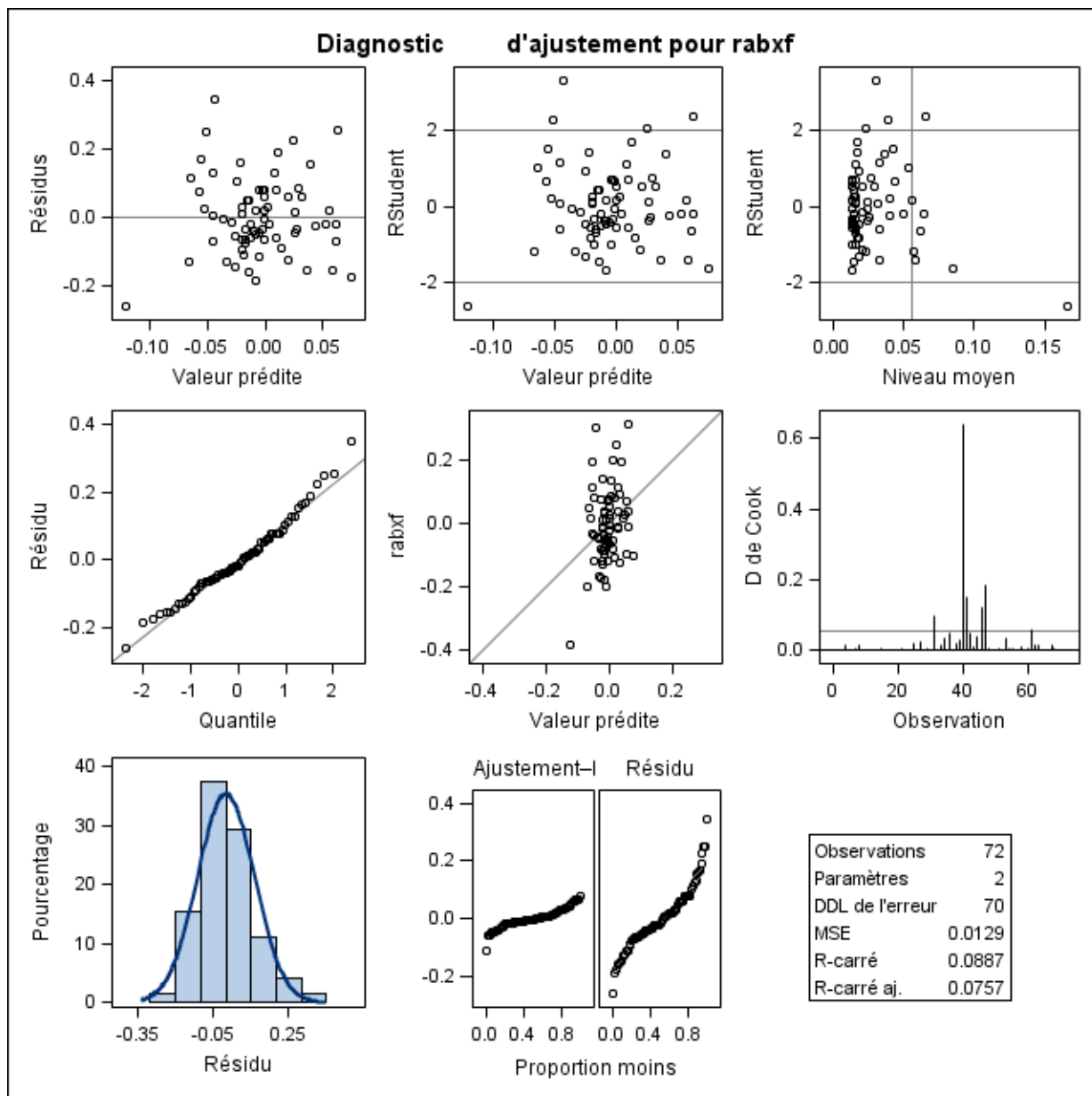
<i>Enterprises américaines</i>	<i>Symbole</i>	<i>Activite</i>
NYSE Index	^NYA	::
Treasury constant maturities	^FRB_h15	::
Advanced Micro Devices	AMD	Informatique, micro-électronique
Alcoa	AA	aluminium
AMR Corporation Common Stock	AMR	transport aérien
American Express Company	AXP	finance, credit
Banque of america	BAC	Banque
Boeing	BA	constructeurs aéronautiques
Campbell Soup Company	CPB	agroalimentaire
Coca-Cola Company	KO	boissons non alcoolisées
Colgate-Palmolive	CL	produits d'hygiène
Ford	F	constructeur automobile
General Electric	GE	Divers
Goldman Sachs	GS	Banque
Home Depot	HD	équipement de la maison
International Business Machines	IBM	Informatique
McDonald's Corporation	MCD	restauration rapide
Walmart	WMT	grande distribution
Walt Disney Company	DIS	Divers

### *Statistique descriptives : firmes américaines*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Minimum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Maximum</b>	<b>Ecart-type</b>	<b>Coef de variation</b>
<b>raa</b>	72	-0.4906	0.00333	0.2872	0.1235	3707.5
<b>ramd</b>	72	-0.3333	0.00432	0.5239	0.1892	4384.7
<b>ramr</b>	72	-0.4433	0.00818	0.7637	0.2036	2488.4
<b>raxp</b>	72	-0.2788	0.0105	0.8751	0.1368	1307.4
<b>rba</b>	72	-0.2494	0.00706	0.1688	0.0842	1193.0
<b>rbac</b>	72	-0.5326	-0.00307	0.7315	0.1648	-5367.5
<b>rcl</b>	72	-0.1618	0.0108	0.1179	0.0443	411.5
<b>rcpb</b>	72	-0.1555	0.00487	0.1017	0.0461	947.2
<b>rdis</b>	72	-0.1889	0.00926	0.2061	0.0668	720.7
<b>rf</b>	72	-0.5788	0.0229	1.2738	0.2097	914.5
<b>rge</b>	72	-0.2776	-0.00068	0.2508	0.0962	-14138.3
<b>rgs</b>	72	-0.2751	0.00927	0.2314	0.0980	1056.7
<b>rhd</b>	72	-0.1650	0.00393	0.1605	0.0723	1840.8
<b>ribm</b>	72	-0.2051	0.0147	0.1293	0.0571	388.1
<b>rko</b>	72	-0.1669	0.0102	0.1419	0.0479	468.0

Variable	N	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart-type	Coef de variation
rmcd	72	-0.0911	0.0192	0.1235	0.0466	243.0
rwmt	72	-0.1595	0.00408	0.1028	0.0475	1165.1
rm	72	-0.1954	0.00336	0.1073	0.0522	1551.2
ref	72	0.000200	0.0207	0.0521	0.0206	99.7521

**Exemple sur l'analyse des résidus, test d'auto corrélation et homoscédasticité.**



**Procédure REG**  
**Modèle : MODEL1**  
**Variable dépendante : rabxf**

**Test d'indication du  
Premier et du Second**

**DDL Khi-2 Pr > Khi-2**

**2 2.70 0.2594**

<b>Durbin-Watson D</b>	<b>2.422</b>
<b>Pr &lt; DW</b>	<b>0.9621</b>
<b>Pr &gt; DW</b>	<b>0.0379</b>
<b>Nombre d'observations</b>	<b>72</b>
<b>Autocorrélation de premier ordre</b>	<b>-0.214</b>

## Bibliographie

- 1- Jean-Pierre Danthine et John B. Donaldson *Intermediate Financial Theory*, , Columbia University.
- 2- Sharpe , WF, 1964, “Capital asset price: A theorie of market equilibrium under conditions of risk” *Journal of Financial Economics*,19, 425-442.
- 3- Banz, R. W., 1981, .The relationship between return and market value of common stocks,. *Journal of Financial Economics*, Vol. 9, No. 1, pp. 3-18.
- 4- Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 1995, Size and book-to-market factors in earning and returns, *Jornal of finance*, 0, 131-155.
- 5- Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 2006, “Average returns, B/M and scales issues” Chicago GSB.
- 6- Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 1993, “Common risk factors in the returns on stocks and bonds”, *Journal of Financial Economics* 33 (1993) 3-56. North-Holland.
- 7- Eugene F. Fama and Kenneth R. French, 1996, “Multifactor explanation of asset pricing anomalies”, *Jornal of economics*, volume 51, 55-84.
- 8- Long Chen and Lu Zhang LONG , decembre 2009, “A Better Three-Factor Model That Explains More Anomalies”,
- 9- John H. Cochrane, “New facts in finance, *Economic Perspectives*.
- 10- Berk, Jonathan, 1997, .Does size really matter? *Financial Analysts Journal*, Vol. 53, September/October, pp. 12-18.
- 11- Campbell, John Y., 1996, .Understanding risk and return, . *Journal of Political Economy*, Vol. 104, No. 2 April, pp. 298-345.
- 12- Eugene F. Fama, 1996, Multifactor Portfolio Efficiency and Multifactor Asset Pricing, Vol. 31, No. 4 (Dec., 1996), pp. 441-465.
- 13- A. Craig MacKinlay, 1995, “Multifactor models do not explain deviations from the CAPM”, *Journal of Financial Economics* 38 (1995) 3-28.
- 14- Schwert, G.W. and P.J. Seguin (1990), Heteroscedasticity in Stock Returns, *Journal of Finance* 35, 915-919.
- 15- Bollerslev, T; R.Y. Chou, and K. F. Kroner (1992), ARCH Modeling in Finance: A Review of the Theory and Empirical Evidence, *Journal of Econometrics* 52, 5-59.