

Analyse du comportement de la corrélation à travers les cycles financiers dans le marché suisse (SMI)

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

par :

David MATHYS

Conseiller au travail de Bachelor :

(François DUC, Professeur HES)

Genève, 31 mai 2013
Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)
Filière Economie d'entreprise

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 du Bachelor. 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 Genève, le 31.05.2013

David Mathys

(Signez la déclaration ici)

Remerciements

J'exprime mes remerciements aux personnes qui m'ont soutenu tout au long de ce mémoire. Notamment à François Duc, professeur attiré, qui, avec humour et bienfaisance m'a guidé dans le but de réaliser un travail complet. Grâce à ses recommandations avisées, j'ai pu arriver au terme de ce travail.

Merci aussi à Karin Hartmann pour son écoute et ses précieux conseils.

Je tiens également à remercier la Haute Ecole de Gestion pour la formation offerte. Elle m'a permis d'acquérir les connaissances nécessaires pour traiter le sujet ci-présent.

J'évoque aussi mon frère Alexandre Mathys qui m'a aidé dans la sélection des tests statistiques.

Finalement, je présente aussi ma gratitude au reste de ma famille qui m'a soutenu tout au long de mes études.

Sommaire

L'étude du comportement des titres entre eux ont toujours suscité un intérêt majeur en finance. La corrélation, notion abstraite pour les non-initiés et outil incontournable pour les experts du domaine, a permis le développement de la diversification. Cette dernière rappelle la fameuse expression : « Ne mettons pas tous les œufs dans le même panier ».

Ce proverbe, compréhensif par tous, introduit l'allocation des ressources. Ainsi, la corrélation a le mérite d'être étudiée.

Elle évalue les comportements des actions et dicte la composition des portefeuilles. Toutefois, les récentes crises financières n'ont pas été en adéquation avec les prévisions financières espérées. Ces dernières, qui utilisent les modèles financiers tels que Markovitz, n'ont pas prédit juste et pourtant étaient supposés fournir des prédictions efficaces.

Dans ce mémoire, nous allons étudier le comportement des différentes corrélations dans le SMI et analyser s'il existe des tendances. En outre, nous allons tester des croyances déjà établies depuis fort longtemps pour évaluer leur véracité.

Les différents tests vont montrer des résultats étonnants et qui méritent d'être pris en compte lors de l'allocation des actifs dans un portefeuille. Ces corrélations testées vont soit confirmer les croyances, soit exposer des comportements non attendus.

Table des matières

Déclaration.....	i
Remerciements	ii
Sommaire.....	iii
Table des matières.....	1
Liste des matrices.....	3
Liste des Figures.....	4
Introduction	5
1. Théorie moderne du portefeuille	6
1.2. Critiques	7
2. Les risques de marché.....	9
2.1 Le risque spécifique	9
2.2 Le risque systémique	9
2.3 Le risque systématique	9
3. Liaison de deux variables	11
3.1 Coefficient de corrélation de Pearson.....	11
4. Swiss Market Index.....	15
4.1 Classement	16
4.2 Condition de participation	16
5. Base de données	18
5.1 Récolte des données.....	18
5.2 Le nombre de donnée disponible pour certaines actions	18
5.3 Réinvestissement des dividendes.....	18
5.4 Split.....	18
5.5 Total Return Index	19
6. Sélection des titres	20
7. La rentabilité	22
8. Points de retournement dans les cycles	22
8.1 Un cycle financier	22
8.2 Etude littéraire pour déterminer les cycles financiers	23
9. Méthode de trois variables par Harding et Pagan.....	23
10. Méthode d'une variable par Harding et Pagan - Annuelle.....	24
10.1 Points de retournement selon la méthode de la recherche sur un maximum et minimum semestrielle.....	24
10.2 Test : Comparer l'ensemble des corrélation haussiers avec les corrélation baissières.....	26
10.2.1 Tests statistiques.....	27
10.2.1.1 Transformation de Fisher	28

10.2.2	Résultat	29
10.3	Test : Tendance des corrélations au cours du temps	30
10.3.1	Résultat	31
10.4	Test : Tendance des corrélations pendant les cycles	33
10.5	Synthèse du test annuel.....	36
11.	Méthode d'une variable par Harding et Pagan –Trimestrielle.....	37
11.1	Test : Comparer l'ensemble des corrélations haussières avec les corrélations baissières.....	38
11.1.1	Résultat	39
11.2	Test : Tendance des corrélations au cours du temps	40
11.3	Synthèse des résultats :	42
12.	Méthode d'une variable par Harding et Pagan– Mensuelle.....	42
12.1	Test : Comparer l'ensemble des corrélations haussières avec les corrélations baissières.....	43
12.1.1	Résultat	43
13.	Interprétation 1:	45
14.	Interprétation 2 :	46
14.1	Synthèse :	48
15.	Conclusion	50
	Annexe 1 Entreprises sélectionnées	54
	Annexe 2 Tableau des corrélations pour chaque phase haussière et baissière	60
	Annexe 3 Test d'autorégression.....	62
	Annexe 3 Méthode statistique du calcul sur plusieurs corrélations	66

Liste des matrices

Matrice 1 : Matrices de corrélations de l'ensemble des phases haussières et baissières	22
Matrice 2 : Matrices des tests des corrélations des phases haussières et baissières	25
Matrice 3 : Matrices du test d'augmentation et de la diminution des corrélations des trois phases haussières	27
Matrice 4 : Matrices du test d'augmentation et de diminution de la corrélation des trois phases baissières.....	28
Matrice 5 : Matrices des corrélations de l'ensemble des phases haussières et baissiers	34
Matrice 6 : Matrices des corrélations des phases haussières et baissiers	35
Matrice 7 : Matrices des corrélations des phases haussières et baissiers	37
Matrice 8 : Matrices des corrélations des cycles haussières et baissières.....	39

Liste des Figures

Figure 1 ; Frontière efficiente de Markovitz.....	2
Figure 2 : Les différentes corrélations	8
Figure 3 : Corrélation des titres Novartis et Nestlé entre le 11.10.1988 et le 25.02.2013	9
Figure 4 : Rentabilité journalière moyenne des titres Novartis et Nestlé entre le 11.10.1988 et le 25.02.2013.....	10
Figure 5 : Nombre de titres côtés depuis la création du SMI.....	11
Figure 6 : Illustration de la méthodologie de classement	13
Figure 7 : Pondération total des actions sélectionnées.....	16
Figure 8 : Les titres.....	17
Figure 9 : Cycles financiers selon la méthode annuelle sur le prix du SMI.....	21
Figure 10 : Tendance des corrélations dans l'ensemble des cycles	26
Figure 11 : Tendance des corrélations des phases haussières	28
Figure 12 : Tendance des corrélations des phases baissières	29
Figure 13 : Le nombre de matrice et le nombre de données selon les cycles.....	29
Figure 14 : Courbes polynomiales selon les cycles	31
Figure 15 : Cycles financiers selon la méthode trimestrielle sur le prix du SMI	33
Figure 16 : Test des corrélations dans l'ensemble des cycles	35
Figure 17 : Cycles financiers selon la méthode mensuelle sur le prix du SMI	38
Figure 18 : Test des corrélations dans l'ensemble des cycles	40
Figure 19 : Perspective selon l'investisseur	45
Figure 20 : Perspective pour l'investisseur court terme	46
Figure 21 : Pondération d'actifs financiers selon la théorie du portefeuille de marché	47
Figure 22 : Frontière efficiente selon la tendance	47
Figure 23 : Tableau de différents indicateurs.....	48
Figure 24 : Lois normale selon la tendance	49

Introduction

Les modèles financiers utilisent principalement deux paramètres pour optimiser l'investissement. Le premier correspond à la variance qui évalue le risque et le second concerne l'espérance qui prend en compte la performance attendue des titres.

La corrélation est le troisième paramètre retenu lorsque l'investisseur décide d'augmenter ses placements à plus d'une position. Ainsi, nous parlons de diversification des risques. L'histoire montre que le fait de diversifier les portefeuilles a été introduite en 1365 par Oresme dans le « Traité des monnaies » comme une action qui permet de diminuer les risques en possédant différentes monnaies.

Aujourd'hui, la diversification s'est étendue au sein de nombreux domaines d'activités et apporte beaucoup de bénéfice dans la gestion d'entreprise car elle permet de diviser les risques encourus. Dans le monde de la finance, les initiés placent l'outil de la corrélation comme étant primordiale dans l'allocation d'un portefeuille. Ce mémoire étudie les comportements des corrélations afin de pouvoir déterminer s'il existe des tendances réelles pendant et durant les cycles.

Dans le premier chapitre, nous allons introduire les notions théoriques obligatoires à la compréhension de ce travail telles que le portefeuille de Markovitz.

Le second chapitre introduit les différentes critiques émises par certains financiers qui ont remis en question l'utilisation de certaines variables telles que la corrélation dans le monde de la finance. Ces auteurs nous ont permis d'étudier le sujet traité dans ce mémoire.

Ensuite, nous allons expliquer les différents calculs qui permettent d'obtenir le coefficient de corrélation et le calcul du risque de portefeuille. Nous y traitons également leur interprétation dans ce chapitre.

Le chapitre suivant aborde la complexité de la composition du Swiss Market Index et les choix pris pour étudier le marché boursier suisse, c'est-à-dire, la prise en compte de douze actions suisses dans notre étude qui représentent plus de 70% du marché total.

Finalement, la dernière partie aborde les points de retournement des cycles financiers en s'appuyant sur différentes revues littéraires. Partant de ce constat, nous avons pu étudier les corrélations durant et pendant ces cycles.

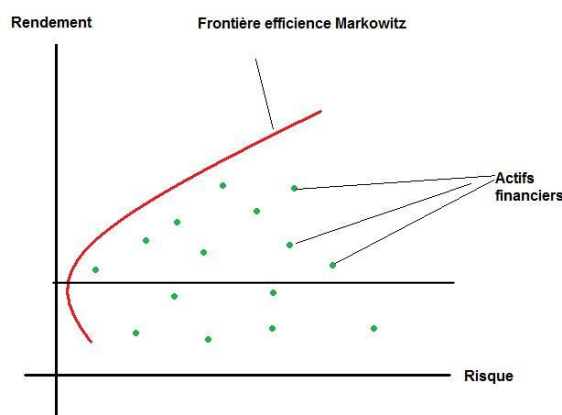
1. Théorie moderne du portefeuille

La théorie moderne du portefeuille est un modèle mathématique de diversification efficient et qui permet d'optimiser la rentabilité en fonction d'un certain niveau de risque.

Partant du postulat que l'individu est rationnel, averse au risque et que le marché est efficient, Harry Markowitz¹ démontre comment optimiser la performance d'un portefeuille en s'appuyant sur deux paramètres fondamentaux qui sont la variance et le rendement. Il ajoute que lorsque les actifs sont regroupés, il est possible de diminuer le risque spécifique de l'action. Ainsi, il introduit la notion de la diversification dans la finance.

L'effet de diversification mesure la dépendance de chaque actif avec le portefeuille. Mise à part pour une corrélation égale à un, la combinaison d'actifs entre eux permet de diminuer la variance du portefeuille. De ces constats, il trace une frontière efficiente de portefeuilles optimisés.

Figure 1
Frontière efficiente de Markowitz



Source : <http://s2.e-monsite.com/2009/11/11/10083678frontiere-efficiente-markowitz-jpg.jpg>

Le graphique des rentabilités par rapport aux risques ci-dessus, montre la frontière d'efficience de Markowitz. Les points représentés sont des portefeuilles d'actifs financiers selon leur risque et leur rentabilité. Les portefeuilles se situant sur le tracé rouge en dessus de la ligne sont efficaces car il n'en existe pas d'autres plus performants.

¹ Harry Markowitz est un économiste américain qui a introduit la théorie moderne du portefeuille en 1952.

Les travaux de Markovitz modifient profondément la façon de concevoir les problèmes financiers. En effet, Il affirme que l'investissement doit être évalué dans l'ensemble du portefeuille et non pas individuellement.

En s'appuyant sur cette théorie de base, Sharpe, Mossin, Ross et encore bien d'autres ont créé des modèles tels que le MEDAF² qui aujourd'hui constituent le noyau de la théorie classique du portefeuille. Pour souligner l'importance de cette théorie en finance, Harry Markovitz ainsi que ses confrères Merton Miller et William Sharpe partagent un prix Nobel pour ce qui est devenu une des plus grandes théories de sélection de portefeuille.

1.2. Critiques

Ces dernières années, de nombreuses critiques ont été écrites en raison de la quantité importante de crises vécues, ce qui remet en question la théorie moderne du portefeuille. Nassim Nicholas Taleb³ souligne même l'absurdité de la finance dont tout se repose sur des observations historiques des cours pour émettre des hypothèses sur l'évolution future du prix des actifs.

La théorie moderne du portefeuille, faisant l'hypothèse que $X \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$, nie la possibilité de faible probabilité à fort impact. La loi normale dicte que 90% des valeurs doivent se trouver entre -1.64 et 1.64 écart-type de la moyenne, et même à 95% entre -1.96 et 1.96 écart-type. En réalité, nous constatons un kurtosis supérieur à 3 et un skewness inférieur à 0, ce qui est une indication de non normalité.

Ces valeurs se sont révélées totalement erronées lors des dernières crises. Nous pouvons prendre l'exemple du Dow Jones qui a enregistré 48 variations supérieures à 7% depuis 2000. Selon la loi de Gauss, cette configuration ne devait arriver qu'une fois tous les 300'000 ans. Ainsi, certains économistes soulignent la forte sous-estimation des événements improbables dictés par la loi de la distribution.

² Le MEDAF est un modèle d'évaluation d'actifs financiers. Il est basé sur le fait que seul le risque non diversifiable est rémunéré. Ainsi, la rentabilité exigée d'un investisseur est égale au taux sans risque majoré d'une prime de risque.

³ Nassim Nicholas Taleb est un écrivain et philosophe spécialiste en mathématiques financières. Professeur de l'ingénierie du risque à l'université de New York, il publie deux essais sur le thème de l'impact extrême de certains événements survenus ces dernières années.

Il faut rappeler que la loi normale continue est une des lois de probabilité pour modéliser des événements aléatoires lors de nombreuses expériences. Rappelons que Gauss a utilisé cette loi pour modéliser des observations en astronomie.

Ainsi, les critiques mettent en avant l'outil moderne du portefeuille comme étant dépassé et obsolète. De plus, nous devons également souligner deux interprétations qui pourraient aller à l'encontre des critiques édictées. La première concerne le fait que les valeurs sont interprétées après leur événement, c'est-à-dire que Nassim Taleb a expliqué les valeurs « ex-post ». Deuxièmement, les critiques ont été écrites comme s'il n'existait qu'une moyenne et qu'un écart-type pour décrire une distribution.

Les notions de base financières utilisent la corrélation pour observer le risque du portefeuille en augmentant le nombre de titres. Toutefois, les erreurs d'interprétation nous ont poussé à les analyser dans ce travail.

2. Les risques de marché

Les fluctuations dépendent de plusieurs fonctions que ce soit l'évolution de l'économie, le sentiment des investisseurs sur l'avenir ou encore les décisions politiques. Ces incertitudes sont exprimées par le risque de dispersion des rentabilités autour de la rentabilité moyenne qui peut être interprétée comme la volatilité.

Ainsi, plus la dispersion est grande, plus le risque est élevé. Nous pouvons la mesurer en utilisant la somme des carrés des écarts entre les rentabilités.

Nous distinguons trois catégories distinctes du risque de marché. Nous allons maintenant étudier ces différents risques.

2.1 Le risque spécifique

Le risque spécifique correspond aux incertitudes de l'actif et donc à l'activité propre de l'entreprise. Il suffit que la société connaisse une période néfaste pour être confrontée à un tel risque. Par exemple, une chute des ventes due à une gestion inefficace ou à un incident dans une usine.

Le risque spécifique est également appelé risque intrinsèque ou risque idiosyncrasique. Sur la base de la théorie moderne du portefeuille, ce risque peut être fortement réduit par l'augmentation de titres dans le portefeuille. Ainsi, nous pouvons considérer qu'il n'est pas un facteur rémunérateur.

2.2 Le risque systémique

Le risque systémique correspond à la probabilité d'une paralysie totale du système financier globale. Ce risque concerne tous les acteurs du marché. Ainsi, les entreprises sont toutes touchées par le phénomène en question quel que soit le secteur d'activité. La crise financière de 2007 en est un bon exemple.

2.3 Le risque systématique

Le risque systématique est exprimé par le coefficient Bêta ainsi que l'excédent de rendement du marché, en d'autres mots, la prime de risque. Cette dernière est le facteur principal de rémunération dans un portefeuille composé d'actions. Selon le CAPM, ce risque est la corrélation entre la volatilité d'une action et celle de l'ensemble du marché.

Le risque de portefeuille peut être illustré par la formule ci-dessous :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \omega_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j>1}^n \omega_i \cdot \omega_j \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j \cdot \rho_{i,j}$$

Lorsque la corrélation est égale à 1, il ne reste plus que le calcul de la pondération des risques des actions individuelles. Ainsi, on parle de diversification lorsque la liaison des deux actions étudiées permet de diminuer le risque.

Si $\rho_{12}=1$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \omega_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j>1}^n \omega_i \cdot \omega_j \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j = \left(\sum_{i=1}^n \omega_i \cdot \sigma_i \right)^2$$

(1)

3. Liaison de deux variables

L'étude des liaisons permet de déterminer s'il existe une relation entre X et Y et d'en caractériser la forme, c'est-à-dire, si elle est positivement ou négativement linéaire. L'analyse graphique est une bonne manière d'observer les proximités de deux variables.

En outre, il est possible de quantifier ces liaisons de manière à mettre en évidence le sens et l'intensité de ces dernières. La mesure de la covariance nous permet de mesurer la tendance des deux variables de façon synchrone et non autour de leur propre moyenne. Cependant, elle n'est pas une mesure qui permet de comparer deux résultats.⁴ Par exemple, une covariance à 120 et une autre à 200 ne sont significativement pas comparables. C'est pourquoi, la mesure du coefficient de corrélation s'avère être plus adaptée. Elle propose, contrairement à la covariance, une échelle normée appartenant à l'intervalle [-1 ;1].

synchrone

3.1 Coefficient de corrélation de Pearson

Le coefficient de corrélation de Pearson est une normalisation de la covariance.

La formule :

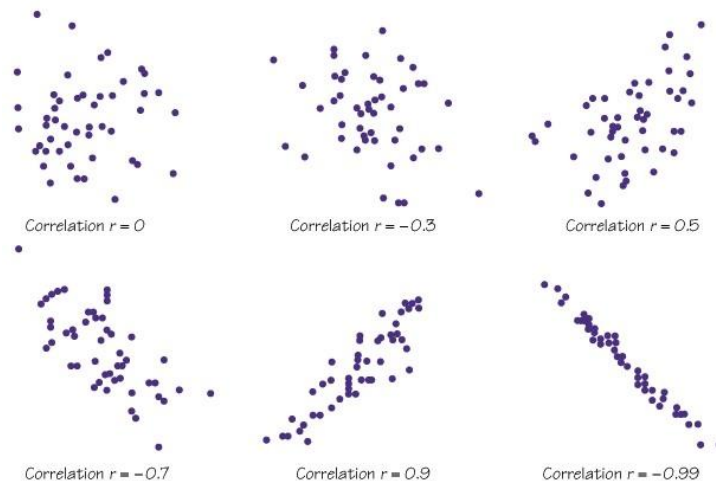
$$r_p = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

La formule ci-dessus exprime la covariance (numérateur) divisé par le produit de l'écart-type des deux variables étudiées. Le coefficient de corrélation permet de figer le résultat dans l'intervalle de -1 et 1 ce qui permet une bonne visualisation de la dépendance.

⁴ $-\infty < COV(.) < +\infty$ La covariance est une mesure non normée.

La figure 2, ci-dessous, explique les différents résultats obtenus par l'étude de corrélations de deux variables.

Figure 2
Les différentes corrélations



Source : <http://knottwiki.wikispaces.com/Linear+Regression...New+Version>

Comme nous pouvons le constater sur le premier graphique, la corrélation est égale à zéro s'il n'existe aucune relation entre les deux variables étudiées. Le troisième graphique montre une corrélation égale à -0.5 ce qui signifie qu'il existe une certaine relation. Toutefois, il subsiste encore beaucoup de dispersion. Le dernier graphique, de résultat -0.99, affiche une relation forte entre la variation des deux variables. Le coefficient cherche à mesurer à quel point la variation de la mesure X explique la variation de la mesure Y.

Nous avons illustré le concept en prenant le cours des actions Novartis et Nestlé entre le 11 octobre 1988 et le 25 février 2013 et avons calculé leur rentabilité journalière. La figure 3 montre la composition d'un portefeuille avec la pondération de deux actifs côtés et la corrélation existante entre les deux actifs.

Figure 3
Corrélation des titres Novartis et Nestlé entre le 11.10.1988 et le
25.02.2013

	Coefficient de corrélation		1
	Ecart-type	Pondération	Risque
Novartis	1.8366%	50%	0.92%
Nestlé	1.8231%	50%	0.91%
Ecart-type			1.8299%

	Coefficient de corrélation		0.73
	Ecart-type	Pondération	Risque
Novartis	1.8366%	50%	
Nestlé	1.8231%	50%	
Ecart-type			1.7019%

Les tableaux ci-dessus indiquent les risques de portefeuille avec et sans dépendances fortes entre les deux actions. Dans le premier tableau, nous constatons que lorsqu'il y a une variation commune des actions, le risque correspond à la somme des écart-types pondérés. Le second tableau montre que lorsque nous sommes en présence d'une corrélation différente de 1, il est possible de diminuer le risque du portefeuille.

Dans l'exemple ci-dessus, le coefficient de corrélation de l'action Novartis avec l'action Nestlé est de 0.73. Ainsi, nous avons un risque qui a diminué de 0.128%.⁵

En conclusion, la corrélation prend toute son importance lorsqu'elle est incluse dans le calcul du risque du portefeuille.

Dans la théorie moderne du portefeuille, nous faisons également appel à l'espérance de rentabilité qui est exprimée par la formule ci-dessous.

$$\mu_p = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot \mu_i$$

⁵ 1.8299%-1.7019% = 0.128%

(3)

A contrario de la formule du risque du portefeuille, la rentabilité n'est qu'une moyenne pondérée des performances individuelles.

Figure 4
Rentabilité journalière moyenne des titres Novartis et Nestlé entre le
11.10.1988 et le 25.02.2013

	Rendement des actions	Pondération	Rendement
Novartis	0.0327%	50%	0.0163%
Nestlé	0.0356%	50%	0.0178%
Rendement du portefeuille			0.0341%

La figure 4 désigne le rendement des actions journalier moyen de Novartis et Nestlé entre le 11.10.1988 et le 25.02.2013. Le rendement moyen du portefeuille journalier est de 0.0341%.

A partir de ces variables, le monde de la finance émet de nombreuses hypothèses supposées statistiquement correctes.

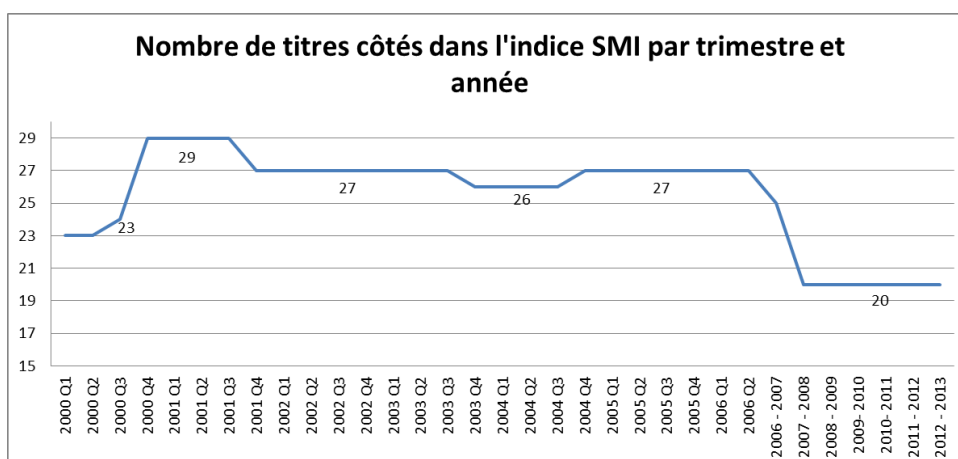
Les dernières crises financières ont démontré que les outils modernes de portefeuille sont obsolètes. C'est pourquoi, dans ce travail, nous allons comprendre s'il est subtil d'utiliser une corrélation fixe dans le temps. Pour cela, nous avons décidé d'étudier les tendances des corrélations sur le marché suisse. Nous avons basé notre étude sur l'indice phare de la bourse suisse, le Swiss Market Index (SMI).

Cet indice est proposé depuis 1988 par le groupe SIX qui gère une infrastructure boursière compétitive pour la place financière suisse et pour des clients à l'étranger.

4. Swiss Market Index

La SIX Swiss Exchange est le résultat de nombreuses fusions depuis le XXème siècle. Le nom de Schweizer Börse / Swiss Exchange / Bourse suisse / Borsasvizzera est donné en 1993 après la fusion des villes de Bâle, Zurich et Genève. En 1995, elle lance le négoce électronique qui permet l'augmentation significative d'informations financières consultables. Le SMI a été calculé pour la première fois le 30 juin 1988 avec une base de 1500 points et était composé de 24 actions. Aujourd'hui, le SMI comprend un total de 20 actions. Si l'on compare les actions cotées à la création de l'indice et la composition d'aujourd'hui, nous remarquons que 42 actions cotées ont été supprimé de l'indice jusqu'en 2009.

Figure 5
Nombre de titres côtés depuis la création du SMI



La figure 5 montre l'évolution depuis 2000 du nombre d'actions cotées dans le SMI. Nous remarquons que la direction générale de la SWX, en s'appuyant sur les recommandations de la Commission des indices, a décidé trimestriellement jusqu'en 2006 et annuellement à partir de 2007 de modifier selon des critères la composition du SMI. Nous constatons quatre genres de modifications qui expliquent cette rotation importante. Tout d'abord, un regroupement d'actions cotées dans le SMI en raison de restrictions réglementaires. Par exemple, l'action UBS I a laissé la place à UBS N en 1997.

Deuxièmement, une nouvelle réglementation émise pour diminuer le nombre d'actions. Par exemple, la suppression des actions SGS N, Givaudan N, CIBA SC N, Lonza N et Swatch group N en 2007 pour imposer un nombre fixe d'actions dans le SMI à 20.

Puis, la disparition de certaines entreprises qui étaient cotées dans le SMI. Par exemple, l'action Serono qui a été vendu en 2007. Finalement, l'action ne respecte plus les conditions de participation au SMI.

4.1 Classement

Le classement des titres cotés dans le SMI dépendent de la pondération de leur capitalisation dans le SPI⁶ selon les titres échangés sur le marché et de la pondération du chiffre d'affaires réalisé dans ce même indice. Ces deux critères, calculés à part égale, établissent le classement du SMI.

4.2 Condition de participation

Afin de faire partie de l'indice, le titre doit se trouver au moins au 18ème rang de la liste de sélection. Quand le titre se situe entre le 19ème et le 22ème rang, il peut être soit admis soit exclu si un autre titre remplit les conditions. Lorsque le titre se situe au 23ème rang, il est directement exclu de l'indice.

Nous pouvons illustrer l'exercice en prenant l'exemple du titre Nestlé qui se classe en première position depuis 2007.

La capitalisation boursière de Nestlé est de 195 milliards CHF contre une capitalisation boursière suisse (SPI) de 916 milliards CHF. La pondération représente 21.34%.

De plus, le chiffre d'affaires du titre est évalué à 16 milliards CHF contre 124 milliards CHF pour le marché suisse (SPI). La pondération représente 12.99%

Le classement est établi en réalisant la moyenne de ces deux pondérations. C'est-à-dire la moyenne de 12.99% et de 21.34% qui se monte à 17.1676%.

⁶ Le SPI est un indice qui englobe presque la totalité des titres de participation des sociétés négociés auprès du SIX Swiss Exchange et ayant leur siège en Suisse ou dans la Principauté du Lichtenstein

Figure 6
Illustration de la méthodologie de classement

Candidate Rank SMI	Stock name	Free Float Market Value (en milliards)	% of SPI	On Order Book Turnover (en milliards)	% of SPI	Average of Market Value and Turnover % of SPI
	Swiss Performance index SPI	916	100%	124		100%
1	Nestlé N	195	21.34%	16	12.99%	17.17%
2	Novartis N	147	16.11%	13	11%	13.56%

De plus, le SMI est l'indice d'actions le plus important de Suisse avec une représentation de 85% de la capitalisation flottante du pays. Il est composé des 20 plus importants titres du marché boursier suisse depuis le 27 septembre 2007.

Nous avons décidé de nous focaliser sur le SMI car il représente l'indice de référence pour de nombreuses décisions politiques et économiques du pays.

Le SMI est calculé selon la méthode de Laspeyres. La valeur journalière de l'indice est calculée en divisant la somme des capitalisations boursières de toutes les valeurs composant l'indice par un diviseur.

L'indice des prix de Laspeyres est une formule utilisée pour mesurer l'évolution des prix. Elle permet de savoir ce que coûterait à l'heure actuelle un panier de biens et de produits achetés par les consommateurs durant la période de référence. Il s'agit d'un indice à pondération s'appuyant sur le panier de biens et de services utilisés pendant la période de référence et sur la pondération donnée à chacun d'eux. Un tel indice est également appelé «indice à pondération constante».

5. Base de données

5.1 Récolte des données

Au cours de ce travail, nous avons décidé d'extraire les données boursières à travers la plateforme DataStream. Les autres outils tels que 3000X Reuters ou encore Yahoo finance ne permettaient pas d'extraire plus de 10 ans d'historique. Nous avons téléchargé un complément qui permet de travailler directement dans le logiciel Excel et autorise l'importation des données boursières des compagnies sur une certaine période.

5.2 Le nombre de donnée disponible pour certaines actions

Nous avons dû enlever de nombreux titres qui ne disposaient pas de suffisamment de données pour étudier les corrélations. Une fois les titres supprimés, nous avons maximisé le nombre de données restant. Le but était d'arriver à une quantité de données la plus grande possible tout en respectant les critères que nous avons définis auparavant, c'est-à-dire que la pondération des actions sélectionnées ne devait pas être en dessous de 73% pour obtenir une représentation correcte du SMI.

5.3 Réinvestissement des dividendes

Les dividendes sont des flux financiers qui rémunèrent un investisseur qui aurait contribué aux capitaux propres de l'entreprise. Cette rétribution est la plupart du temps versée à partir du bénéfice net de l'exercice. Les dividendes doivent être compris dans le cours journalier du titre en raison du flux qui en découle. Nous avons donc importé les données sous une forme qui comprend le réinvestissement de dividendes.

5.4 Split

Un split est une opération effectuée par les dirigeants afin de rendre la valeur unitaire de l'action plus faible. Ainsi, il multiplie le nombre d'actions et permet d'en faciliter l'acquisition par de petits actionnaires. Par exemple, le split d'un titre coté à 100 CHF, est de 50 CHF chacun après l'opération de division du titre en deux actions.

Cette démarche change la valeur cotée de l'action. Ainsi, tout comme les dividendes, les split doivent également être pris en compte. Nous avons trouvé la solution dans le logiciel DataStream. Ce dernier offre la possibilité d'importer les données avec le réinvestissement des dividendes ainsi que les opérations split.

5.5 Total Return Index

Le Total Return Index est une option qui permet de prendre en compte les deux problématiques traitées auparavant. La méthode consiste à ajouter une augmentation de $\frac{1}{260}$ du dividende au prix journalier. Pour appuyer le fait que l'on utilise cette mesure, l'association pour l'investissement Management & Recherche l'utilise pour comparer les performances de rendement.⁷

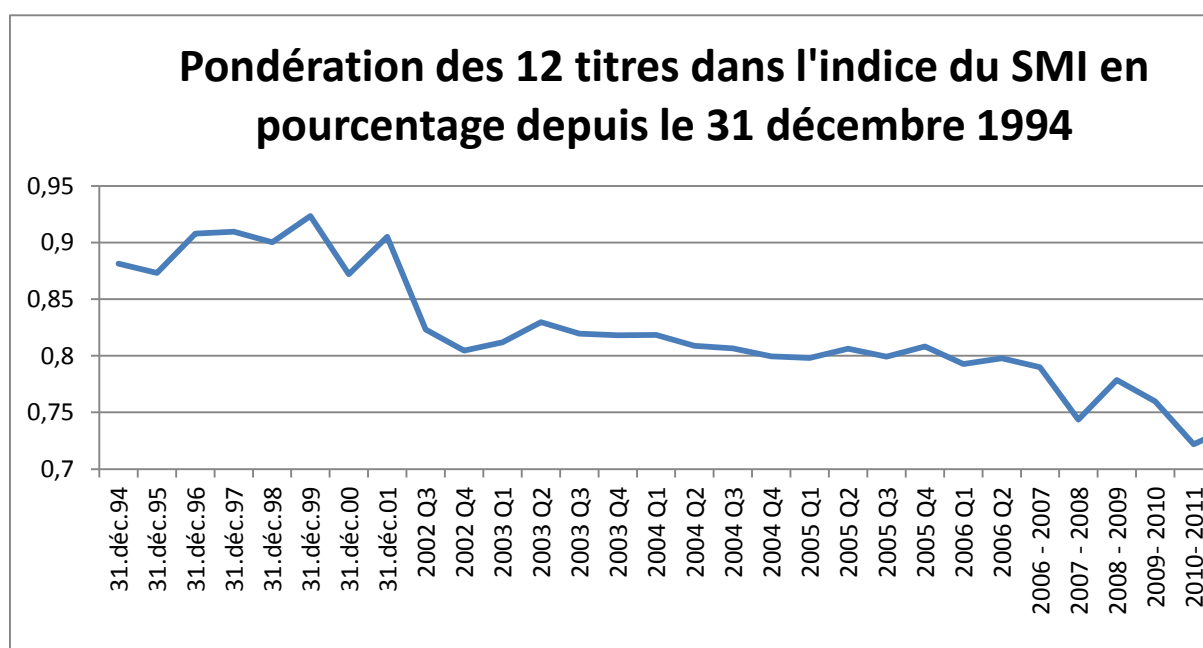
⁷ http://www.ehow.com/how_10042697_calculate-total-return-indices.html

6. Sélection des titres

Dans la construction de notre base de données, nous avons sélectionné 12 titres qui ont fait ou qui font toujours partie de l'indice. Ceci afin d'éviter de prendre des capitalisations qui performant plus que la majorité des titres suisses et ainsi de délaissier ceux qui ont disparu en raison de leur manquement aux critères d'appartenance.

A partir des trois problématiques traitées, nous avons sélectionné les 12 titres du SMI dans un intervalle de temps du 11.10.1988 au 28.02.2013 qui respectent les critères préétablis. Nous avons 6'360 données pour chaque action. Ainsi, nous avons un tableau composant 82'680 données.

Figure 7
Pondération total des actions sélectionnées



La figure 7 indique la pondération des 12 actions sélectionnées. Nous remarquons que le point le plus bas a été atteint en 2011 avec 73% de la représentation du SMI.

Figure 8
Les titres

N°	Actions
1	Novartis
2	Nestlé
3	UBS
4	Roche
5	Crédit Suisse
6	Adecco
7	Zurich Insurance
8	Richemont
9	Swatch Groupe
10	Holcim
11	Swiss Re
12	ABB

Une minorité des actions ne sont plus présentes dans le SMI en raison de restructuration de l'indice. Toutes les actions sélectionnées mise à part Adecco et Richemont ont été cotés dans le SMI dès la création de l'indice. De plus, certaines ont changé de noms plusieurs fois. Nous avons également un exemple récent avec le titre Zurich Financial qui est devenu en avril 2012 Zurich Insurance.

Les changements de nom ne nous facilitent pas la tâche quant à la création de la base de données car elle peut nous induire en erreur. C'est pourquoi, nous avons retracé l'histoire des actions sélectionnées afin d'éviter de prendre en compte des actions qui n'ont pas fait parties du SMI.⁸

Au cours des recherches, nous avons également constaté que les entreprise Novartis, Nestlé et Swatch possédaient deux actions cotées. Ces dernières ont ou possèdent des actions de types nominative et/ou au porteur⁹. Dans la création de notre base de données, nous avons dû faire des choix. Par exemple, nous avons pris en compte les actions enregistrées pour Novartis et Nestlé et les actions au porteur pour Swatch Group.¹⁰

⁸ Cf. Annexe 1

⁹ Il existe deux types d'actions : Les actions nominatives et les actions dites au porteur. La première est libellée au nom du propriétaire contrairement à l'autre qui ne l'est pas. La seconde permet de garantir l'anonymat et transmettre les titres de propriété hors Bourse ou en Bourse.

¹⁰ Cf p.117, rapport annuel de Novartis 2012

7. La rentabilité

La rentabilité correspond aux mesures de performance d'un titre ou d'un portefeuille. Nous utilisons la plupart du temps le taux de rentabilité qui correspond aux flux de revenus lié à un investissement.

$$Rentabilité = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

(4)

La rentabilité financière est exprimée par le rendement sur une certaine période. Dans ce travail, nous avons extrait les données de façon journalière.

Dans la construction de notre base de données, nous avons réajusté les cours en supprimant 154 jours depuis 1988 qui correspondaient à des journées hors clôture.

8. Points de retournement dans les cycles

Dans cette partie, nous allons utiliser la base de données créée pour analyser les corrélations. Toutefois, il nous faut auparavant dater les points de retournement pour distinguer les phases haussières des phases baissières.

8.1 Un cycle financier

Les cycles financiers représentent les écarts des prix autour de leur moyen d'équilibre. C'est une séquence de pics et de creux qui se traduit régulièrement par une augmentation des actifs suivie de leur diminution. Les cycles financiers ont une fréquence beaucoup plus faible et une amplitude plus importante que les cycles économiques. Dans ce travail, nous définissons un pic comme un point de retournement d'un marché haussier et un creux comme un point de retournement d'un marché baissier.

L'origine de ces cycles peut être due soit à des chocs exogènes selon les néoclassiques soit à des chocs endogènes selon les keynésiens. Les premiers soutiennent que le marché nécessite un réajustement plus ou moins brutal alors que les seconds prônent l'aspect irrationnel du comportement humain. Toutefois, dans ce travail, nous n'allons pas aller plus loin quant à l'explication des cycles.

8.2 Etude littéraire pour déterminer les cycles financiers

Par le passé, de nombreuses études sur les points de retournement étaient basés sur les données des cycles économiques. Bien qu'il existe une riche littérature sur le développement des marchés financiers, la compréhension de leurs cycles sont encore limités.

En théorie, le prix des actions reflètent le rendement futur attendu de la compagnie. Ainsi, la corrélation entre les prix et l'économie doit être élevée.

Toutefois, de récentes études ont montré qu'il n'était pas suffisant de prendre seulement en compte le PIB. Les cycles financiers se sont révélés être plus longs que les cycles économiques¹¹ et il existe un décalage important entre les deux. C'est pourquoi, nous ne prenons pas en compte les dates des cycles économiques.

Les travaux de Fischer dans les années 1930 ont poussé les recherches sur l'importance des tendances financières pour l'économie réelle. Il existe trois genres de littérature pour dater les cycles. Elles convergent toutes selon la méthode d'Harding et Pagan concernant le processus de datation. Cependant, la première méthode prend en compte d'avantage de variables.

9. Méthode de trois variables par Harding et Pagan

Les récentes recherches de Claudio Borio (2012), de Mathias Drehmann (2012), de Jon Arni Traustason (2009) et de Stijn Claessens (2011) se basent sur des études économiques afin de dater les points de retournement des cycles financiers. Parmi ces auteurs, nous avons deux tendances semblables mais qui diffèrent quant à la manière de dater.

Claudio Borio et Mathias Drehmann s'appuient sur des travaux de Burns et Mitchell (1946) pour identifier les changements de cycle. Ils se concentrent sur les trois variables suivantes : Le crédit, le logement et le prix des actions. Ils observent la quantité de crédit qui correspond aux créances totales des banques de dépôts, les prix immobiliers qui se réfèrent aux indices de prix des habitations ainsi que les cours des

¹¹ Interaction entre cycles réels, cycles boursier et taux d'intérêt : fait stylisés, Revue de la stabilité financière, S. Avouyi-Dovi, J. Matherobn, Centre de recherche de la banque de France, p.80

actions. Utilisant une combinaison des trois variables et l'algorithme d'Harding et Pagan, ils parviennent à dater les cycles de retournement.¹²

Toutefois, nous avons été obligés d'écarter cette méthode car les revues littéraires n'expliquent pas la procédure de calcul. L'information fournie par ces études ne nous permet pas de poursuivre dans cette voie sans ajouter un biais important à notre travail.

C'est pourquoi, nous nous sommes penchés sur d'autres revues littéraires qui ne prenaient en compte qu'une seule variable au lieu des trois, c'est-à-dire le prix des actifs financiers.

10. Méthode d'une variable par Harding et Pagan - Annuelle

La seconde méthode a été développée par G.Chakrabarti et Ayhan Kose qui empruntent la méthode largement employée dans la littérature des cycles économiques. Ils utilisent la définition dite classique des cycles qui fournit une procédure simple pour identifier les points de retournement. Cette méthode s'appuie sur l'algorithme développé par Harding et Pagan en 2002 pour identifier les changements de cycle. Un retournement a lieu lorsque le prix est soit au maximum soit au minimum dans une période donnée.

10.1 Points de retournement selon la méthode de la recherche sur un maximum et minimum semestrielle

Les points de retournement ont été trouvés selon une simple rétrospection du prix des actions suisses qui révèlent trois pics et deux creux entre 1998 et 2012 selon l'étude de G.Chakrabarti publié en 2012. Toutefois, nous avons réussi à dupliquer la méthode par une recherche des maximales et des minimales en prenant en compte une année.

Illustration de l'utilisation de la fonction :

IF(AND(SMALL(plage;1)=valeur étudiée ;SMALL(plage;1)=valeur étudiée);date;"")

(5)

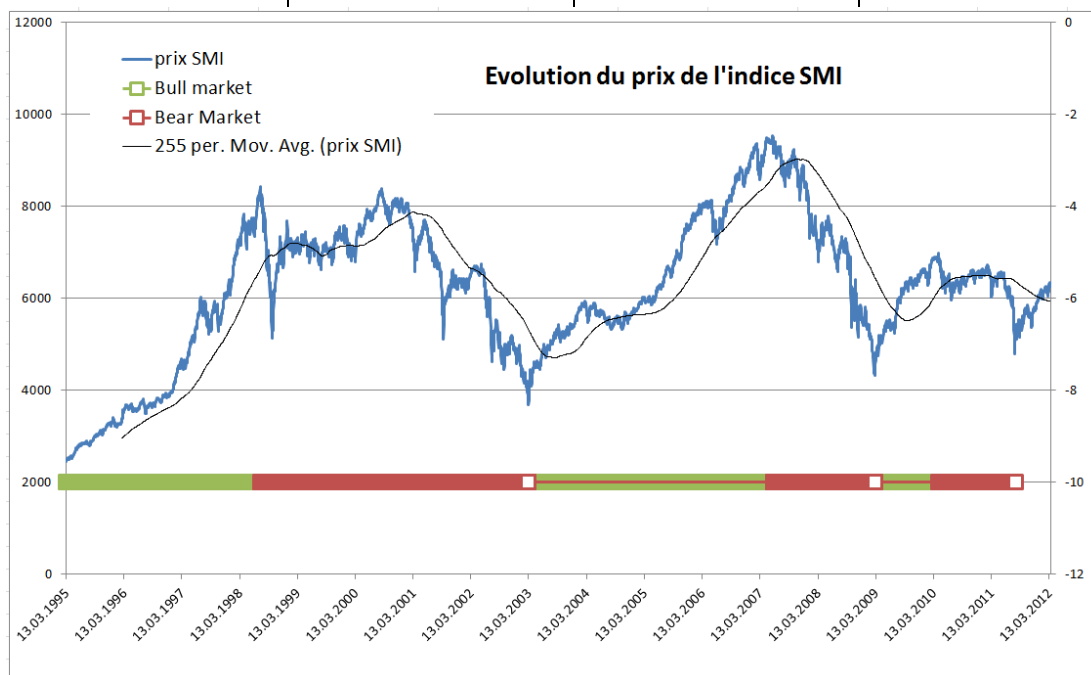
¹² L'algorithme permet de trouver des points de retournement en se basant sur les valeurs maximales et minimales dans une période données.

La fonction affiche la valeur minimale lorsque les conditions sont remplies. La fonction « SMALL » détecte la plus petite valeur dans la plage sélectionnée. Nous avons remplacé cette fonction « SMALL » par « LARGE » pour trouver un pic

Ainsi, nous avons pu ajouter un creux qui nous a beaucoup aidé pour comparer les différents cycles.

Figure 9
Cycles financiers selon la méthode annuelle sur le prix du SMI

Creux	Pics
13.03.1995	21.07.1998
12.03.2003	01.06.2007
09.03.2009	15.04.2010
10.08.11	



Le tableau ci-dessus montre l'évolution du prix de l'indice suisse du SMI depuis le 13 mars 1995. La ligne épaisse verte montre les phases haussières et la ligne épaisse rouge indique les phases baissières. Nous avons également ajouté une moyenne mobile à 255 (valeur maximum dans Excel) afin de simplifier la lecture du graphique.

10.2 Test : Comparer l'ensemble des corrélation haussiers avec les corrélations baissières

Le premier test confirme la véracité des propos des économistes qui affirment que les corrélations des phases baissiers sont plus élevées que celles des phases haussiers. En effet, nous avons décidé de calculer les corrélations dans l'ensemble des deux différents cycles dans le but de les comparer.

Une fois les données des phases haussiers et baissiers séparés, nous avons assemblé la totalité des rendements journaliers de chaque cycle. Ainsi, nous avons créé deux tableaux de corrélations.

Matrice 1
Matrices de corrélations de l'ensemble des phases haussières et baissières.

[illegible]

La Matrice 1 affiche les corrélations des actions entre l'ensemble des phases

haussières et baissiers. Toutefois, nous devons procéder à plusieurs tests statistiques afin de pouvoir constater s'il existe des corrélations plus importantes lors des phases baissières et inversement car nos corrélations ont été effectués sur des échantillons.

10.2.1 Tests statistiques

Un test de significativité est une démarche qui permet soit de rejeter une hypothèse statistique soit de l'accepter. Nous émettons une hypothèse nulle (H_0) et alternative (H_1) en fonction du jeu de données. A partir des calculs de l'échantillonnage, le test permet d'avancer des conclusions sur l'ensemble des données (population) en leur rattachant un risque de se tromper.

Une autre façon de comprendre un test d'hypothèse est le suivant : Il s'agit de distinguer les valeurs qui sont grandes par un effet du hasard de celle qui sont suffisamment grande pour ne pas l'être par hasard.

En statistique, le risque de première espèce, noté α , est la probabilité de rejeter H_0 alors qu' H_0 est vrai. En pratique, on choisit un alpha de l'ordre de 10%, 5% ou encore de 1%. Par exemple, si l'alpha est de 5%, on accepte de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle 5 fois sur 100. En d'autres termes, on accepte de se tromper pour les 5% des valeurs extrêmes. Pour effectuer le test, on calcule la p-valeur, c'est à dire la probabilité d'observer des valeurs plus extrêmes sous l'hypothèse H_0 . Si la p-valeur est plus grande qu'alpha, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle.

Dans ce travail, nous allons principalement fixer un seuil de signification de 5% pour des tests unilatéraux et 2.5% pour des tests bilatéraux.

Toutefois, l'étude des corrélations ajoute une problématique sérieuse dans sa modélisation à la loi normale. En effet, le coefficient de corrélation est une mesure normée. Contrairement aux mesures de la loi normale qui n'est pas limité à ses extrémités, le coefficient est limitée entre deux valeurs : $[-1 ; 1]$.

10.2.1.1 Transformation de Fisher

Introduit en 1925 par Ronald Aylmer Fisher et George W. Snedecor, la transformation de Fisher permet l'étude des corrélations multiples et comparatives. Cette transformation change un coefficient de corrélation en une valeur z statistique distribué selon une loi normale.

$$\hat{z} = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \hat{r}}{1 - \hat{r}}$$

Méthode

L'estimateur de r correspond au coefficient de corrélation de la base de données étudiée. Après avoir convertit la valeur r en une valeur Z, la statistique de formule $Z = Z_1 - Z_2$ est approximativement de distribution normale. De plus, nous devons également calculer l'écart-type.

Méthode

$$V[D] = \frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}$$

Les valeurs n correspondent au nombre d'observations dans les deux échantillons pour estimer r1 et r2. Par exemple, la matrice des corrélations des phases haussières, qui est dans le tableau X, est basée sur 2755 observations.

Une fois les valeurs calculées, nous pouvons procéder à la statistique de test grâce au logiciel Excel qui nous permet de compiler les formules.

Méthode sur Excel :

`NORMSDIST(-(FISHER(r1)-FISHER(r2))/((1/n1-3)+(1/(n2-3)))^0.5)`

La formule « Normsdist » correspond à la loi normale standard. Il s'agit d'une fonction de moyenne zéro et d'écart-type un qui nous permet de retransformer la formule de Fisher en une loi normale.

Statistique de test :

- $H_0 : p_1 = p_2$
- $H_1 : p_1 \neq p_2$

H_0 est rejeté si la p-valeur est plus petite que 5%.

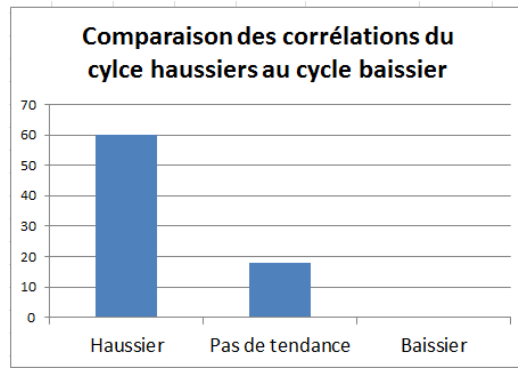
10.2.2 Résultat

Matrice 2
Matrices des tests des corrélations des phases haussières et baissières

	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN	0.0%												
S:UBSN	0.0%	0.1%							Matrice du test haussier de la corrélation				
S:ROG	0.0%	0.2%	0.0%										
S:CSGN	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%									
S:SREN	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%								
S:ZURN	0.1%	0.9%	1.6%	0.0%	0.0%	4.6%							
S:ABB	47.0%	28.9%	12.1%	4.2%	0.0%	1.1%	52.0%						
S:ADEN	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%					
S:CFR	0.0%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	86.8%	0.0%				
S:HOLN	23.5%	14.1%	82.9%	45.0%	1.1%	6.9%	90.0%	88.8%	0.2%	94.5%			
S:UHRN	0.5%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	10.3%	0.4%	55.2%	0.0%	0.2%	77.4%		
SWISSMI	2.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	40.8%	0.0%	0.0%	72.7%	0.1%	
	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN	100%												
S:UBSN	100%	100%							Matrice du test baissier de la corrélation				
S:ROG	100%	100%	100%										
S:CSGN	100%	100%	100%	100%									
S:SREN	100%	100%	100%	100%	100%								
S:ZURN	100%	99%	98%	100%	100%	95%							
S:ABB	53%	71%	88%	96%	100%	99%	48%						
S:ADEN	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%					
S:CFR	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	13%	100%				
S:HOLN	76%	86%	17%	55%	99%	93%	10%	11%	100%	6%			
S:UHRN	99%	98%	100%	100%	100%	90%	100%	45%	100%	100%	23%		
SWISSMI	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	59%	100%	100%	27%	100%	

Les matrices ci-dessus affichent les résultats des tests de Fisher. Lorsque la cellule de la matrice affiche une valeur supérieur à 5%, le test est rejeté, c'est-à-dire que la corrélation ne suit pas de tendance. Dans la première matrice, les cellules qui ne sont pas colorées signifient que le test, qui stipule que la corrélation augmente de l'ensemble des phases baissières à l'ensemble des phases haussières, est rejeté. Dans la seconde matrice, les cellules colorées effectuent le test inverse, c'est-à-dire de la diminution de la corrélation de l'ensemble des phases haussières à l'ensemble des phases baissières. Ces deux tests nous permettent de déduire les corrélations n'ayant aucune tendance.

Figure 10
Tendance des corrélations dans l'ensemble des cycles



La figure 10 est une illustration des tests effectués ci-dessus. Nous pouvons remarquer que 60 corrélations sont plus importantes dans les phases baissières qu'haussières. Nous pouvons également souligner qu'il n'existe aucune corrélation plus petite lors des phases baissières que lors des phases haussières.

10.3 Test : Tendance des corrélations au cours du temps

Le second test de la méthode annuelle s'intéresse plus particulièrement à l'évolution des tendances dans le temps, c'est-à-dire à la l'orientation de la corrélation au cours de tous les phases haussières. Nous allons comparer les corrélations d'une période à une autre.

Par exemple, nous allons examiner les coefficients de corrélation du premier phase haussière entre le 13.03.1995 au 21.07.1998 et du second phase haussière du 12.03.2003 au 01.06.2007. Puis, nous allons réitérer l'expérience du second cycle au dernier phase haussière du 09.03.2009 au 15.04.2010. Finalement, nous allons observer s'il existe une évolution de la tendance à travers les cycles.

Premièrement, nous allons construire pour chaque cycle 6 matrices que nous pouvons retrouver en annexe 2¹³.

Deuxièmement, nous avons effectué les tests statistiques sur les trois périodes haussières ainsi que sur les trois périodes baissières.

¹³ Annexe 2

10.3.1 Résultat

Matrice 3

Matrice du test d'augmentation de la diminution des corrélations des trois phases haussières

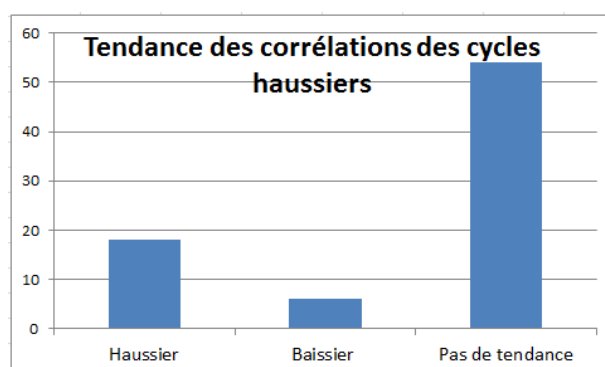
	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN													
S:UBSN	100.000%												
S:ROG									Matrice du test de l'augmentation de la corrélation dans les cycles haussiers				
S:CSGN			93.328%										
S:SREN			13.282%		24.171%								
S:ZURN			33.816%		91.290%	50.923%							
S:ABB													
S:ADEN			1.746%		12.390%	8.194%	16.633%	0.000%					
S:CFR	99.914%	82.772%	22.260%	97.067%	10.275%	0.001%	3.158%	0.000%	0.028%				
S:HOLN	99.993%		0.244%		7.477%	0.010%	0.400%	0.000%	0.000%	0.073%			
S:UHRN			67.360%		68.372%	4.131%	71.083%		1.263%	0.000%	2.961%		
SWISSMI			99.995%		68.216%		96.836%		4.188%	2.897%	10.649%	91.709%	

	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN													
S:UBSN													
S:ROG		63.205%							Matrice du test de diminution de la corrélation dans les cycles haussiers				
S:CSGN													
S:SREN		1.897%		0.143%									
S:ZURN		0.115%											
S:ABB	1.737%	33.037%		5.736%									
S:ADEN													
S:CFR													
S:HOLN													
S:UHRN													
SWISSMI	0.000%	8.098%		0.500%				100.000%					

Les matrices ci-dessus affichent les résultats du deuxième test. Dans la première matrice, les cellules vides signifient que le premier test a éliminé l'hypothèse, cela signifie que la corrélation n'augmente pas de la première période à la seconde période. Les cellules colorées rejettent l'hypothèse lors du deuxième test. Ainsi, la première matrice ne fait apparaître que 18 corrélations qui augmentent dans le temps.

Dans la seconde matrice, l'interprétation est similaire à la première. Toutefois, cela concerne la diminution des corrélations au cours des phases haussières. Nous pouvons constater que 6 corrélations ont tendance à diminuer.

Figure 11
Tendance des corrélations des phases haussières



La Figure 13 dénote qu'une majorité de corrélations ne suit pas de tendance. Toutefois, il est important de relever que plus de 30% augmentent ou diminuent au fil du temps.

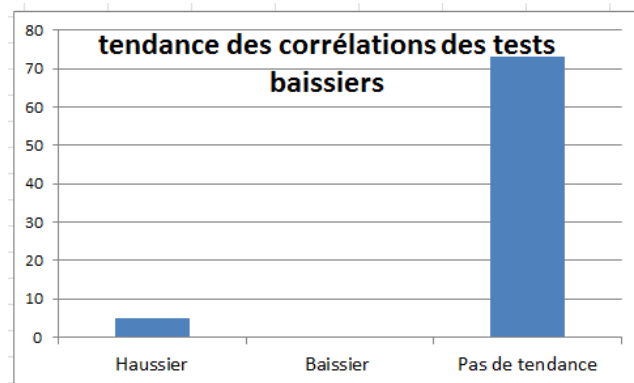
Matrice 4
Matrice du test d'augmentation et de diminution de la corrélation des trois phases baissières

	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN													
S:UBSN													
S:ROG	81.452%												
S:CSGN			52.408%										
S:SREN			58.018%		52.473%								
S:ZURN			48.625%		74.973%	6.199%							
S:ABB	0.525%	84.515%	52.165%		85.331%	6.637%	5.454%						
S:ADEN	12.792%	89.339%	30.445%		64.798%	2.871%	33.750%	60.400%					
S:CFR		50.337%	11.427%		42.361%	11.861%	6.187%	15.674%	10.777%				
S:HOLN	0.750%	46.243%	48.152%		71.940%	10.648%	39.605%	60.956%	25.300%	23.604%			
S:UHRN		92.646%	85.118%		98.997%	59.974%	66.288%	97.022%	90.069%	0.000%	86.042%		
SWISSMI								20.500%	48.725%	0.228%	7.904%	62.682%	

	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN													
S:UBSN	88.696%	69.376%											
S:ROG			97.533%										
S:CSGN				75.196%									
S:SREN	97.854%	65.086%		99.848%									
S:ZURN				99.982%									
S:ABB													
S:ADEN													
S:CFR				99.855%									
S:HOLN													
S:UHRN													
SWISSMI	90.949%		65.072%	97.543%									

Les matrices ci-dessus sont les mêmes que celles interprétées à la page précédente. Nous constatons qu'une plus grande majorité des corrélations testées dans les phases baissières n'ont pas de tendances contrairement aux phases haussières. En effet, 5 corrélations suivent une tendance en augmentation lors des phases haussières alors qu'aucune ne diminue.

Figure 12
Tendance des corrélations des phases baissières



La Figure 12 montre une absence presque totale de tendance dans les phases baissières contrairement aux résultats des phases haussières. En effet, il est intéressant de constater que 30% suivent une tendance dans les phases haussières et que seulement 6% suivent une tendance dans les phases baissières.

10.4 Test : Tendance des corrélations pendant les cycles

Le prochain test se focalise sur les différents comportements de la corrélation pendant les cycles. Nous avons divisé par tranches de 100 jours ou de 50 jours chaque cycle de notre base de données.¹⁴

Figure 13
Le nombre de matrice et le nombre de données selon les cycles

N° du cycle	Phase haussière	Nombre de données	Phase baissière	Nombre de données
1	9 (100)	877	12 (100)	1211
2	11 (100)	1103	9 (50)	461
3	6 (50)	289	6 (50)	337

La Figure 13 montre le nombre de matrices de 50 ou de 100 jours et chaque cycle financier. Par exemple, nous avons décomposé le premier phase haussière en 9

¹⁴ Lorsque le cycle affichait un minimum de 6 cycles, nous avons décidé de construire des matrices de corrélations de 50 jours au lieu de 100 jours.

matrices de 100 jours. Ensuite, nous avons effectué une moyenne matricielle pour analyser les corrélations dans chaque matrice.¹⁵

Premièrement, nous avons utilisé l'utilitaire d'analyse Excel qui permet de décomposer les comportements des corrélations dans les différents cycles. La première fonction utilisée était les tests de régression qui fournissaient des données intéressantes pour l'analyse des corrélations.

Toutefois, les résultats n'ont pas été convaincants dans leur interprétation.¹⁶ La génération de processus autorégressif n'a pas indiqué de tendance linéaire. En effet, ce dernier affichait des coefficients de détermination élevés.¹⁷

C'est pourquoi, nous nous sommes tournés vers d'autres options de courbes de tendance qui affichent des qualités d'ajustement des estimations plus correctes.

Ainsi, nous avons repéré que les courbes correspondent plus justement à une équation polynomiale.

Equation polynomiale

L'équation polynomiale du second degré est exprimée en mathématiques sous la forme suivante :

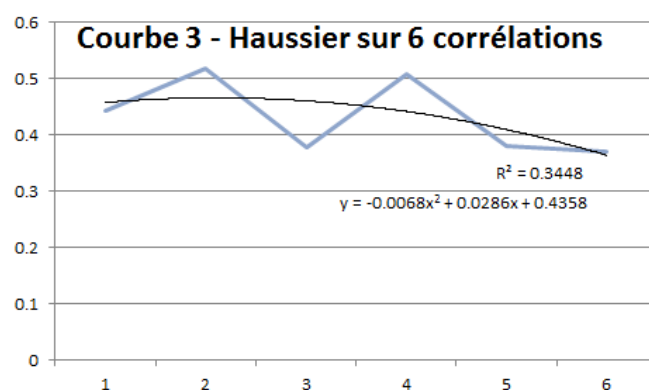
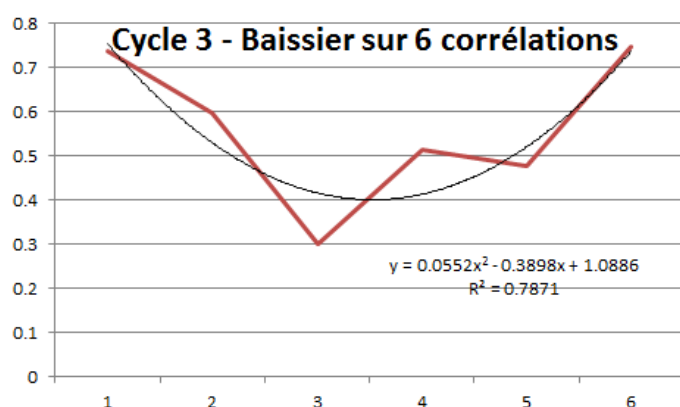
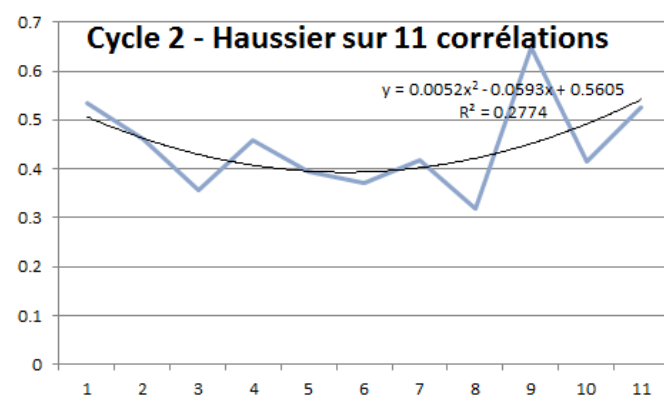
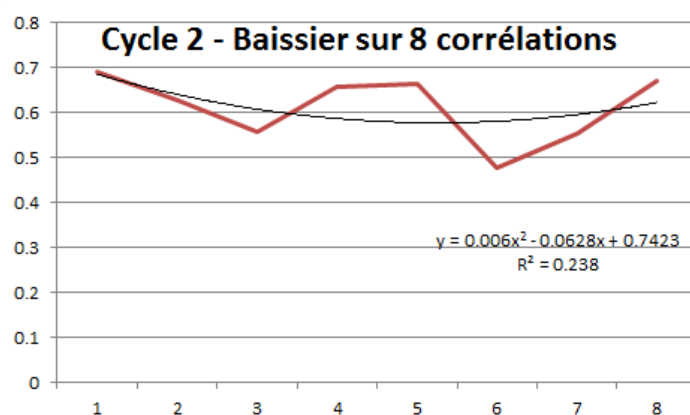
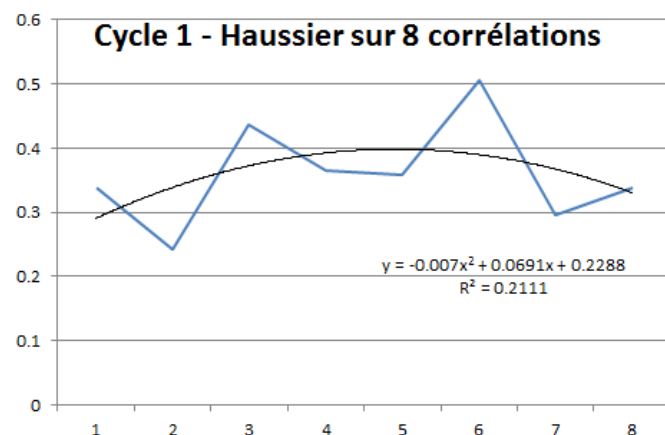
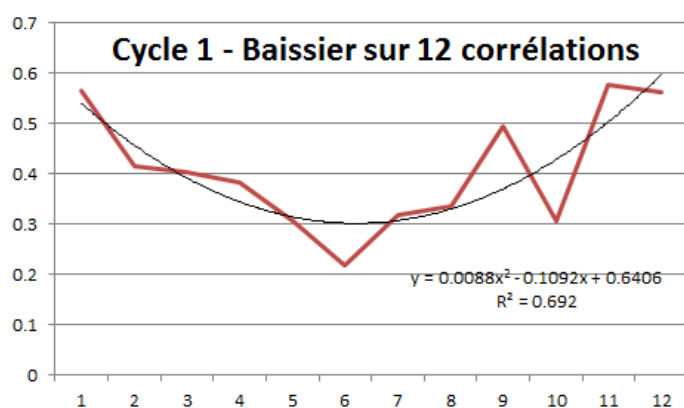
$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad (6)$$

¹⁵ La moyenne arithmétique matricielle nous permet de trouver la corrélation moyenne à l'instant t. Elle fournit une seule valeur qui peut être facilement comparé aux autres corrélations.

¹⁶ Cf. annexe 4

¹⁷ Le coefficient de détermination est une mesure de la qualité de l'ajustement des estimations de l'équation de régression. Plus il est élevé, plus l'ajustement est bon. La valeur, exprimée en pourcentage, est interprétée comme suit : 70% de la variabilité de la corrélation est expliquée par la formule.

Figure 14
Courbes polynomiales selon les cycles



Les cycles des corrélations baissières montrent des courbes polynomiales d'ordre 2 convexes. Le premier et le troisième cycle ont des coefficients d'ajustement élevés de 0.69 et de 0.78 contrairement au second cycle qui n'est que de 0.24. Toutefois, nous pouvons interpréter que les corrélations sont plus élevées au début et à la fin du phase baissière. Concernant les phases haussières, il est plus difficile d'interpréter les résultats.

10.5 Synthèse du test annuel

Les résultats du premier test ont prouvé que les corrélations dans l'ensemble des phases baissières étaient plus importantes que lors des phases haussières. Ainsi, les titres deviennent plus dépendants pendant les crises financières. Toutefois, cette conclusion s'est faite en prenant en compte la méthode annuelle qui permettait de trouver les points de retournement. Nous avons décidé d'exécuter le même test en prenant en compte la méthode semestrielle.

Le résultat du second test, sur les corrélations au cours du temps, a montré que les tendances de corrélations dans les phases haussières étaient plus importantes (30%) que dans les phases baissières (6%). De plus, nous pouvons constater que l'absence de tendance prévaut dans les deux types de cycles.

Le troisième test souligne des corrélations plus élevées au début et à la fin d'une phase baissière. Ainsi, selon les résultats obtenus, les actions sont plus dépendantes lors du début et de la fin d'une phase baissière.

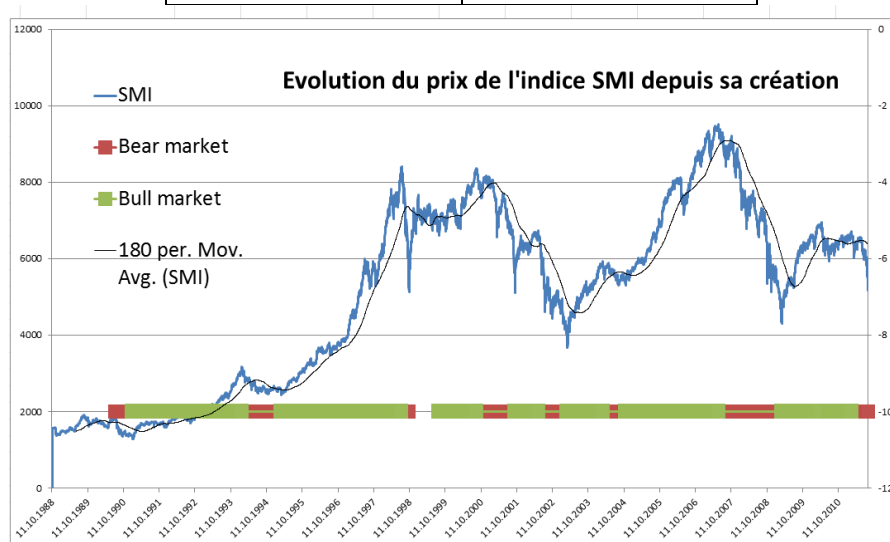
11. Méthode d'une variable par Harding et Pagan – Trimestrielle

Cette troisième méthode permet d'observer les points de retournement au niveau trimestriel par rapport à la méthode précédente qui était annuelle. La littérature explique qu'un pic a lieu lorsque les deux trimestres qui précèdent et qui suivent sont plus petits que la valeur correspondant à la valeur étudiée. Nous avons également utilisé la formule citée auparavant (5) pour trouver les changements de cycle.

Figure 15

Cycles financiers selon la méthode trimestrielle sur le prix du SMI

Creux	Pics
14.01.1991	13.07.1990
13.03.1995	31.01.1994
10.08.1999	21.07.1998
21.09.2001	23.08.2000
12.03.2003	17.05.2002
25.10.2004	04.03.2004
09.03.2009	01.06.2007
05.07.2010	15.04.2010
10.08.2011	18.02.2011



Le graphique ci-dessus montre l'évolution du prix du SMI. Nous avons affiché les périodes des tendances haussières en vert et baissières en rouge. Afin de faciliter la lecture du graphique, nous avons ajouté une moyenne mobile à 2 trimestres. Nous avons pu observer 9 phases baissières et 8 haussiers depuis le 13.07.1990 jusqu'au 10.08.2011.

11.1 Test : Comparer l'ensemble des corrélations haussières avec les corrélations baissières

Le premier test à partir de cette méthode de datation trimestrielle vient compléter le test déjà effectué dans la méthode annuelle. Nous allons assembler toutes les données des phases haussières (1787 données) avec les données des phases baissières (3507).

Matrice 5

Matrices de corrélations de l'ensemble des phases haussières et baissiers

	S:NOVN(RI)	S:NESN(RI)	S:UBSN(RI)	S:ROG(RI)	S:CSGN(RI)	S:SREN(RI)	S:ZURN(RI)	S:ABB(RI)	S:ADEN(RI)	S:CFR(RI)	S:HOLN(RI)	S:UHRN(RI)	SWISSMI(RI)	
S:NOVN(RI)														
S:NESN(RI)	0.57								Matrice des corrélations des cycles haussiers selon la méthode trimestrielle					Nombre de données
S:UBSN(RI)	0.41	0.42												
S:ROG(RI)	0.64	0.57	0.44											
S:CSGN(RI)	0.47	0.46	0.76	0.48										1787
S:SREN(RI)	0.46	0.49	0.64	0.45	0.65									
S:ZURN(RI)	0.47	0.47	0.59	0.49	0.66	0.64								
S:ABB(RI)	0.33	0.39	0.47	0.39	0.52	0.48	0.49							
S:ADEN(RI)	0.36	0.40	0.51	0.41	0.56	0.48	0.55	0.48						
S:CFR(RI)	0.39	0.42	0.50	0.39	0.52	0.49	0.50	0.42	0.45					
S:HOLN(RI)	0.34	0.37	0.50	0.31	0.49	0.50	0.45	0.43	0.43	0.42				
S:UHRN(RI)	0.40	0.47	0.53	0.44	0.54	0.48	0.52	0.46	0.52	0.57	0.42			
SWISSMI(RI)	0.76	0.75	0.76	0.74	0.81	0.73	0.75	0.59	0.64	0.63	0.56	0.65		
	S:NOVN(RI)	S:NESN(RI)	S:UBSN(RI)	S:ROG(RI)	S:CSGN(RI)	S:SREN(RI)	S:ZURN(RI)	S:ABB(RI)	S:ADEN(RI)	S:CFR(RI)	S:HOLN(RI)	S:UHRN(RI)	SWISSMI(RI)	
S:NOVN(RI)														
S:NESN(RI)	0.45								Matrice des corrélations des cycles baissiers selon la méthode triemstrielle					Nombre de données
S:UBSN(RI)	0.34	0.35												
S:ROG(RI)	0.47	0.45	0.36											
S:CSGN(RI)	0.37	0.36	0.59	0.40										3507
S:SREN(RI)	0.33	0.35	0.52	0.33	0.53									
S:ZURN(RI)	0.38	0.38	0.52	0.39	0.52	0.55								
S:ABB(RI)	0.28	0.31	0.40	0.31	0.41	0.36	0.44							
S:ADEN(RI)	0.22	0.21	0.30	0.20	0.30	0.26	0.30	0.29						
S:CFR(RI)	0.27	0.26	0.35	0.25	0.35	0.32	0.36	0.33	0.21					
S:HOLN(RI)	0.18	0.20	0.33	0.21	0.29	0.28	0.27	0.28	0.18	0.26				
S:UHRN(RI)	0.30	0.32	0.39	0.32	0.40	0.37	0.37	0.36	0.29	0.36	0.26			
SWISSMI(RI)	0.73	0.67	0.69	0.67	0.72	0.62	0.68	0.54	0.41	0.48	0.39	0.53		

Les matrices ci-dessus affichent les corrélations de l'ensemble des phases haussières et baissiers. Nous allons procéder aux tests statistiques afin de savoir quelles sont les tendances.

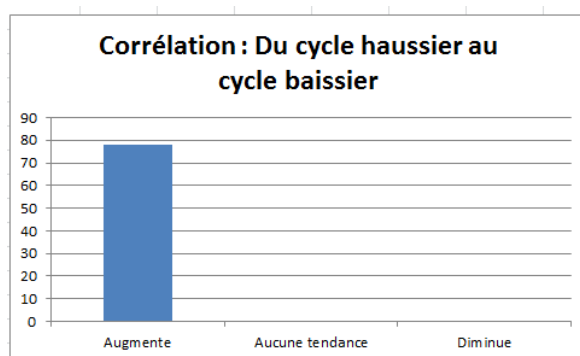
11.1.1 Résultat

Matrice 6
Matrices des corrélations des phases haussières et baissières

	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN	100.000%												
S:UBSN	99.917%	99.881%											
S:ROG	100.000%	100.000%	99.922%										
S:CSGN	99.999%	99.999%	100.000%	99.942%									
S:SREN	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%								
S:ZURN	99.997%	99.994%	99.980%	99.999%	100.000%	100.000%							
S:ABB	98.633%	99.920%	99.926%	99.881%	100.000%	100.000%	98.967%						
S:ADEN	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%					
S:CFR	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	99.990%	100.000%				
S:HOLN	100.000%	100.000%	100.000%	99.993%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%			
S:UHRN	99.999%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	99.999%	100.000%	100.000%	100.000%		
SWISSMI	99.739%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	99.734%	100.000%	100.000%	100.000%	100.000%	
	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN	0.000%												
S:UBSN	0.083%	0.119%											
S:ROG	0.000%	0.000%	0.078%										
S:CSGN	0.001%	0.001%	0.000%	0.058%									
S:SREN	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%								
S:ZURN	0.003%	0.006%	0.020%	0.001%	0.000%	0.000%							
S:ABB	1.367%	0.080%	0.074%	0.119%	0.000%	0.000%	1.033%						
S:ADEN	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%					
S:CFR	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.010%	0.000%				
S:HOLN	0.000%	0.000%	0.000%	0.007%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%			
S:UHRN	0.001%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.001%	0.000%	0.000%	0.000%		
SWISSMI	0.261%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.266%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	

L'interprétation est similaire à celle étudiée dans le chapitre précédent. Nous pouvons constater sur les deux tableaux ci-dessous que les corrélations dans l'ensemble des phases baissières sont plus fortes que dans les phases haussières et cela sans exception.

Figure 16
Test des corrélations dans l'ensemble des cycles



Nous pouvons constater dans la figure 16 que les corrélations sont à 100% plus élevées dans l'ensemble des phases baissières que dans l'ensemble des phases haussières. Selon la méthode annuelle, il y avait 60 corrélations avec une corrélation plus forte lors des phases baissières et 18 qui ne montraient pas de tendance. Lors du

test des deux trimestres, nous constatons que toutes les corrélations sont plus élevées lors des phases baissières.

11.2 Test : Tendence des corrélations au cours du temps

La méthode trimestrielle fait apparaître 8 phases haussières et 9 phases baissières. Le test que l'on a effectué sur les 3 phases haussières et baissiers selon la méthode annuelle ont permis aisément de comparer une période à une autre. En raison du nombre important de périodes, la tendance s'élimine dans le temps. En effet, nous constatons une disparition totale de tendance en comparant chaque cycle. Par exemple, il n'y a plus du tout de corrélations après la 4ème matrice lors des tests baissiers et la 6ème matrice lors des tests haussiers.

C'est pourquoi, nous allons procéder à un autre test pour analyser les tendances des corrélations au cours du temps. Nous allons tenter de savoir s'il existe une égalité de corrélations dans le temps pour chaque cycle.

Formulation des hypothèses nulle et alternative.¹⁸

- $H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 \dots = \rho$
- $H_a : \text{« Un des coefficients au moins s'écarte des autres »}.$

L'hypothèse nulle exprime une égalité des corrélations durant les cycles du même type.

La statistique de test s'écrit :

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^K (n_k - 3) \hat{z}_k^2 - \frac{[\sum_{k=1}^K (n_k - 3) \hat{z}_k]^2}{\sum_{k=1}^K (n_k - 3)} \quad (6)$$

où n_k est l'échantillon servi pour mesurer la corrélation r_k ; z_k est la transformation de Fisher de r_k .

¹⁸ RIKOTOMALALA Ricco, Analyse de la corrélation, Etude des dépendances – Variables quantitatives, Université de Lyon 2, Janvier 2012, p.21.

Sous l'hypothèse de H_0 , la statistique suit une loi de $X^2(k-1)$ à $k-1$ degré de liberté ou k correspond au nombre de corrélations observées. On rejette H_0 lorsque D est plus grand que $x_{1-\alpha}$. Sinon, on accepte H_0 . La première corrélation entre Nestlé et Novartis est détaillée en annexe.¹⁹

La lecture de la table du khi2 telles que $P(k > x) = p$, nous aide à répondre au test. En effet, il y a 8 cycles testés dans ce chapitre. Ainsi, la valeur dans la table du khi2 de la ligne du même échantillon selon son degré d'erreur indique le chiffre de référence, c'est-à-dire que nous allons observer lorsque le résultat est inférieur à 15.51 pour valider l'hypothèse nulle.

Matrice 7
Matrices des corrélations des cycles haussières et baissières

	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN(RI)	S:ROG(RI)	S:CSGN(RI)	S:SREN(RI)	S:ZURN(RI)	S:ABB(RI)	S:ADEN(RI)	S:CFR(RI)	S:HOLN(RI)	S:UHRN(RI)
S:NOVN												
S:NESN	26.6940344											
S:UBSN	59.8186164	28.8820631										
S:ROG	61.1573033	89.5802129	69.8648959									
S:CSGN	28.3397144	26.9706025	119.860868	48.1189917								
S:SREN	52.7458396	23.0431332	63.7733882	54.6507134	19.7396564							
S:ZURN	39.2274454	31.90341	30.4427991	54.1824585	21.5428329	39.6353489						
S:ABB	43.1164739	55.4677202	43.2492523	71.4379104	20.3951725	30.6739517	25.0311643					
S:ADEN	14.0999295	8.16686531	84.2254325	6.83563816	104.293801	86.9558297	81.964998	103.246896				
S:CFR	18.4319392	28.9338091	156.503555	14.9819453	120.121414	79.5083519	117.673318	138.245838	167.035047			
S:HOLN	65.8693436	58.2921065	179.53911	46.8142348	118.635352	135.898489	177.103951	151.356453	178.959625	217.924973		
S:UHRN	27.7268605	19.1902835	70.6628912	26.4781009	36.7691294	38.5757564	36.3419443	55.8945066	88.3972555	300.883077	132.930413	
SWISSMI(RI)	N/A	13.2520166	113.450953	46.1698036	32.8594797	17.8032424	16.1766572	36.9736244	83.6285255	161.128017	192.999654	38.1923617

	S:NOVN(RI)	S:NESN(RI)	S:UBSN(RI)	S:ROG(RI)	S:CSGN(RI)	S:SREN(RI)	S:ZURN(RI)	S:ABB(RI)	S:ADEN(RI)	S:CFR(RI)	S:HOLN(RI)	S:UHRN(RI)
S:NOVN(RI)												
S:NESN(RI)	26.44881112											
S:UBSN(RI)	63.15680097	63.76859375										
S:ROG(RI)	35.98704333	80.58502514	96.20061891									
S:CSGN(RI)	22.30679161	44.37422727	90.96383821	48.51194049								
S:SREN(RI)	50.15839891	36.35784768	123.627779	164.1579562	49.72264319							
S:ZURN(RI)	49.5105471	61.61408969	49.67206755	45.64792966	56.37400741	97.50359523						
S:ABB(RI)	79.86949463	89.77984129	92.10828142	127.7924607	65.75770261	88.96895837	88.45553793					
S:ADEN(RI)	60.54165387	49.15689667	81.67569204	96.09872346	62.00836272	72.11731601	92.46938505	116.3645156				
S:CFR(RI)	70.62731813	64.73997085	110.6064672	76.34986257	70.51877153	91.70305021	93.79458332	120.6949056	97.37455814			
S:HOLN(RI)	60.70439324	44.24699402	133.8488257	73.95183346	132.9482261	91.41886907	159.0138604	182.6218262	178.9446787	169.9271022		
S:UHRN(RI)	47.5046804	65.75238579	82.86847568	60.08350021	65.75928615	76.04838763	76.18903144	123.4591105	116.4810113	263.5426838	181.9681404	
	N/A	75.66255928	78.63499966	69.36495457	9.932262287	56.20358032	178.4971403	206.4998572	178.8418953	211.0593882	227.2011238	167.5740874

Les matrices ci-dessus montrent les résultats de tests. Les cellules blanches rejettent H_0 . Ainsi, nous pouvons remarquer qu'une petite minorité de corrélations accepte une égalité de corrélations au cours du temps.

Nous constatons qu'une seule corrélation affiche le fait que nous pouvons accepter une égalité pendant les 8 phases haussières.

¹⁹ Cf. annexe 6

11.3 Synthèse des résultats :

Le premier test de la méthode trimestrielle confirme que les corrélations pendant les phases baissières sont plus importantes que celles des phases haussières. Ce résultat a confirmé le résultat trouvé selon la méthode annuelle.

En raison du nombre important de matrices à comparer, nous n'avons pas pu effectuer les tests qui comparent les corrélations d'une période à une autre. Ainsi, nous avons exécuté un autre test qui prouve que la corrélation varie au cours des cycles financiers.

12. Méthode d'une variable par Harding et Pagan– Mensuelle

La méthode de la datation de points de retournement bimensuelle est également expliquée dans la littérature. Nous sommes en présence d'un pic lorsque le prix des deux mois qui suivent et qui précèdent le jour sont plus petits que le prix étudiés. Ainsi, cette méthode permet d'obtenir plus de phases haussières (18) comme baissiers (19).

Figure 17

Cycles financiers selon la méthode mensuelle sur le prix du SMI

Creux	Pics
27.10.1994	27.12.1994
13.03.1995	01.07.1996
4.07.1996	08.07.1997
29.08.1997	21.07.1998
05.10.1998	03.05.1999
10.08.1999	30.12.1999
13.03.2000	23.08.2000
16.10.2000	05.12.2000
22.03.2001	23.05.2001
06.02.2002	16.05.2002
12.03.2003	05.05.2004
13.08.2004	09.05.2006
14.03.2007	01.06.2007
16.08.2007	11.10.2007
17.03.2008	19.05.2008
09.03.2009	15.04.2010
16.03.2011	16.05.2011
10.08.2011	16.03.2012
04.06.2012	

12.1 Test : Comparer l'ensemble des corrélations haussières avec les corrélations baissières

Nous allons assembler toutes les données des phases haussières (2692 données) avec les données des phases baissières (1239 données) afin de comparer ce test avec les autres premiers tests des méthodes annuelles et trimestrielles.

12.1.1 Résultat

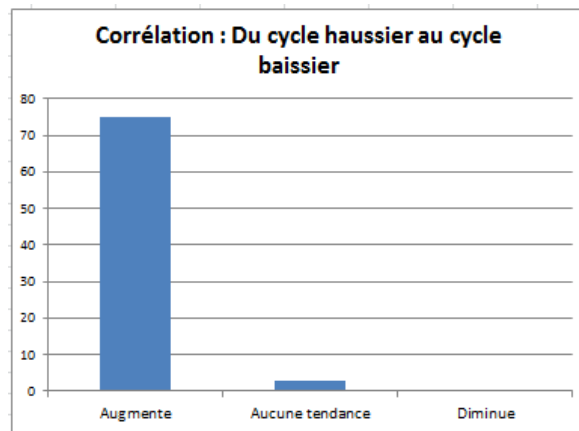
Matrice 8
Matrices des corrélations des cycles haussières et baissières

	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN	0.00%												
S:UBSN	0.16%	0.01%											
S:ROG	0.00%	0.00%	0.09%										
S:CSGN	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%									
S:SREN	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%								
S:ZURN	1.85%	1.10%	3.28%	0.02%	0.01%	34.80%							
S:ABB	0.15%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.15%						
S:ADEN	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%					
S:CFR	0.43%	0.00%	0.12%	0.28%	0.33%	0.29%	1.81%	0.00%	0.00%				
S:HOLN	0.00%	0.00%	0.01%	5.21%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.02%			
S:UHRN	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%		
SWISSMI	0.02%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	19.25%	0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	
	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI
S:NESN	100.00%												
S:UBSN	99.84%	99.99%											
S:ROG	100.00%	100.00%	99.91%										
S:CSGN	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%									
S:SREN	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.96%								
S:ZURN	98.15%	98.90%	96.72%	99.98%	99.99%	65.20%							
S:ABB	99.85%	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	99.85%						
S:ADEN	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%					
S:CFR	99.57%	100.00%	99.88%	99.72%	99.67%	99.71%	98.19%	100.00%	100.00%				
S:HOLN	100.00%	100.00%	99.99%	94.79%	100.00%	100.00%	99.97%	100.00%	100.00%	99.98%			
S:UHRN	99.94%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.85%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.92%	50.00%	
SWISSMI	99.98%	100.00%	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	80.75%	100.00%	100.00%	99.94%	100.00%	100.00%	

L'interprétation des matrices ci-dessus est similaire à celles étudiées auparavant. La première matrice teste l'augmentation de la corrélation dans l'ensemble des phases baissières alors que la seconde matrice teste sa diminution. Nous constatons que mise à part pour trois valeurs, toutes les actions sont plus corrélées lors des phases baissières.

Figure 18

Test des corrélations dans l'ensemble des cycles

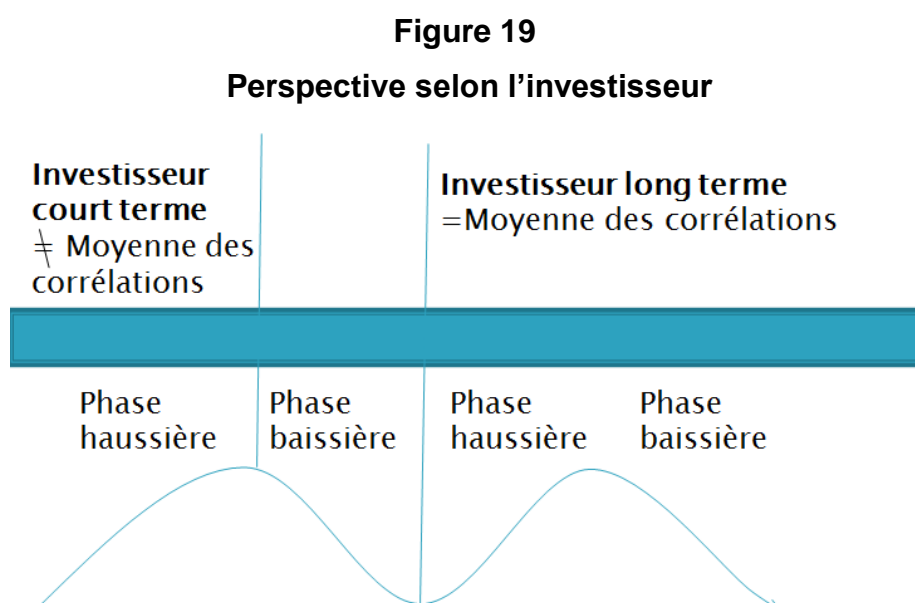


La figure 18 indique des résultats semblables aux tests déjà effectués. Nous remarquons que la quasi-totalité des corrélations de l'ensemble des phases baissières sont supérieurs à l'ensemble des phases haussières.

13. Interprétation 1:

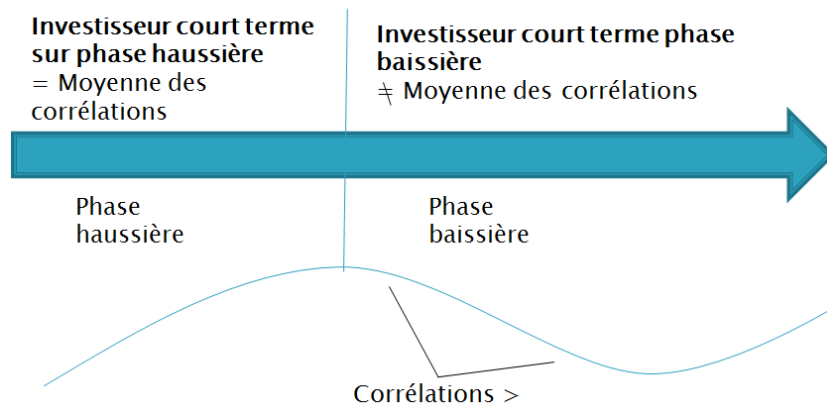
La première interprétation des résultats concerne les perspectives pour un investisseur. Nous avons pu observer au cours de notre étude que les corrélations diffèrent selon les phases. Ainsi, l'investisseur sur le court terme (moins d'un cycle complet) n'aura pas la même mesure du risque qu'un investisseur sur le long terme (plus d'un cycle complet).

En effet, nous avons pu observer que les corrélations étaient plus dépendantes lors des tendances baissières que les tendances haussières.



La figure ci-dessus montre la perspective d'investissement court terme et long terme. Il est possible d'effectuer une moyenne des corrélations (corrélation historique) lorsque l'investissement se fait sur plus qu'un cycle complet. Si ce n'est pas le cas, il doit prendre en compte la corrélation existante selon la phase où il investit. De plus, nos résultats ont montré une différenciation de corrélations lors des phases baissières. En effet, cette dernière était plus dépendante au début et à la fin de la phase baissière.

Figure 20
Perspective pour l'investisseur court terme



La figure ci-dessus indique une différence pour l'investisseur selon la tendance. Ainsi, nous pouvons constater qu'il est possible d'effectuer une moyenne des corrélations dans n'importe quelle phase de hausse mais qu'il est impossible de le faire dans une phase baissière.

14. Interprétation 2 :

Ce mémoire a débuté grâce aux doutes de nombreux mathématiciens et financiers telles que Nassim Nicolas Taleb qui expliquaient que les mesures s'appuyant sur la loi normale étaient dépassées et obsolètes. Au cours de notre travail, nous avons pu observer des corrélations changeantes selon la tendance. Cette mesure a montré la distinction des mesures du risque entre une phase haussière et une phase baissière. C'est pourquoi, dans cette seconde interprétation, nous avons essayé de comprendre les raisons du changement de pondérations des portefeuilles efficients.

Les résultats ont montré qu'en présence de la frontière efficiente de Markovitz, les pondérations des actions changent selon la tendance. En effet, les 12 actions du SMI du 13.03.1995 au 10.08.2011 ont confirmé que les actions défensives représentaient une pondération plus importante lors des phases baissières.

Défensif :

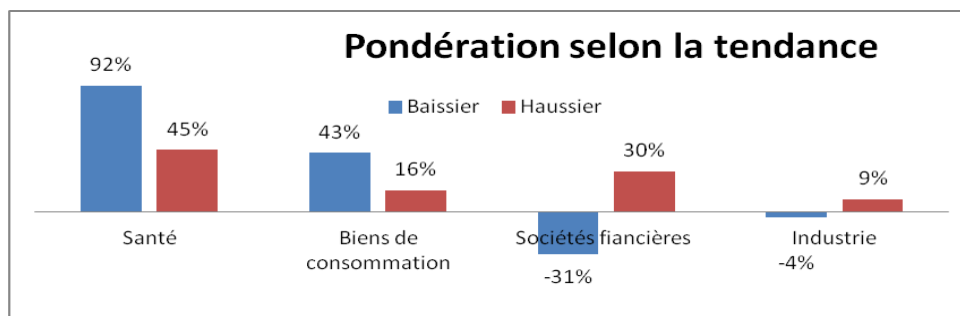
- Santé
- Biens de consommation

Expansif :

- Sociétés financières
- Industrie

Figure 21

Pondération d'actifs financiers selon la théorie du portefeuille de marché

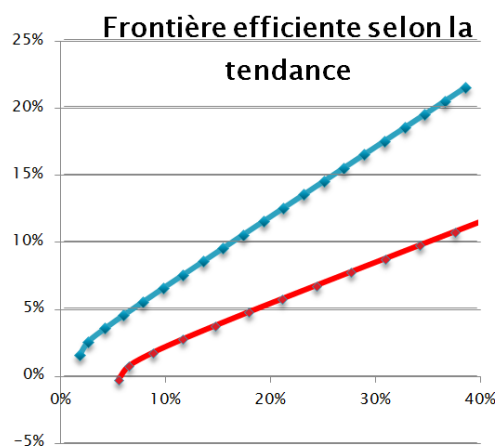


En phases baissière, les actions défensives surpondèrent. Le secteur de la santé, symbolisé par Novartis et Roche, représente 92% du portefeuille alors que les sociétés financière sont logiquement « shorté ».

Ce constat peut nous amener à nous poser la question à savoir si la corrélation intervient de façon importante lors de la détermination des pondérations.

Figure 22 :

Frontière efficiente selon la tendance



Le graphique ci-dessus montre deux frontières de Markovitz. Nous pouvons observer que la frontière de l'ensemble des données financières des tendances haussière affiché en bleu est bien différence de celle des données des tendances baissières en rouge. Ce qui nous amène à nous poser la question quant à la provenance de cette différence.

C'est pourquoi, nous avons étudié différents paramètres pouvant être la cause de ce changement majeur.

Figure 23**Tableau de différents indicateurs**

Par secteur	Santé	Biens de consommation	Sociétés financières	Industrie	
Phase haussière	45.27%	15.86%	29.81%	9.07%	Pondération du portefeuille
Phase baissière	92.33%	43.01%	-31.00%	-4.34%	
Phase haussière	0.312	0.368	0.381	0.347	Corrélation
Phase baissière	0.404	0.438	0.469	0.408	
	1.296	1.191	1.230	1.177	
Phase haussière	0.11%	0.14%	0.18%	0.13%	rendement moyen
Phase baissière	-0.05%	-0.02%	-0.12%	-0.06%	

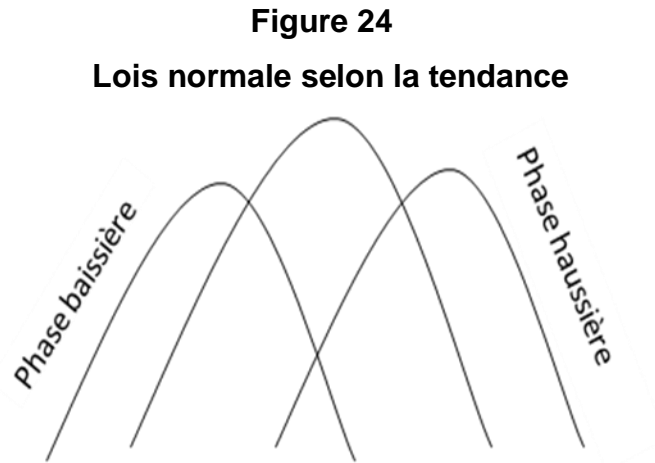
Nous constatons dans le tableau ci-dessus que le changement de régime est expliquée en grande partie par la différence du rendement moyen selon la tendance. Cependant, la perte de diversification dans les phases baissières contribuent également à ce bouleversement. Par exemple, nous constatons que la pondération des sociétés financières changement brutalement selon la phase ou l'on se trouve. Le rendement de ce secteur est supérieur lors des phases haussières ce qui explique une surpondération. Toutefois, la corrélation des sociétés financières connaît une augmentation plus importante par rapport aux autres.

14.1 Synthèse :

Nassim Nicolas Taleb a longtemps soutenu dans ces discours que la loi normale n'était pas adaptée à la mesure du risque dans le monde de la finance. Les derniers événements lui ont donné raisons. En effet, les nombreuses chutes boursières apparues ces dernières années montrent que les probabilités n'ont pas prédit la réalité. C'est-à-dire que les événements supposés arrivés une fois tout les 300'000 ans sont apparues quelques fois depuis les années 2000.

Toutefois, notre étude a montré qu'il n'était pas juste de considérer la loi normale dans l'ensemble des données financières existantes. La loi de Gauss peut être divisée par périodes. Nous l'avons montré dans les phases haussières et les phases baissières.

Les corrélations sont totalement plus dépendantes lors des phases baissières que lors des phases haussières. Ainsi, nous sommes confrontés deux moments différents avec une moyenne et un écart-type différent.



Ainsi, s'il l'on considère deux moments selon les phases, les probabilités faibles des événements extrêmes présents lors de l'ensemble des données deviennent des probabilités plus courantes. Les résultats du test sur les tendances à une autre ont supprimé le fait qu'il pouvait exister plusieurs moments selon les tendances. En effet, nous avons constaté que les corrélations étaient égales d'une phase baissière [haussière] à une autre phase baissière [haussière].

15. Conclusion

Cette étude montre le comportement véritable de la corrélation dans les cycles et au cours des cycles financiers. Les recherches littéraires ont permis de comprendre, d'une part, les méthodes de datation des points de retournement et d'autre part, les différents calculs des corrélations dans les cycles. Nous avons également dû transformer une base de données qui se devait être la plus juste possible dans notre étude. De plus, nous avons ajouté des critères afin de représenter au mieux l'indice du SMI par la prise en compte de seulement 12 actions qui avaient comme fonction de représenter le marché suisse.

A part ces problématiques, nous avons pu émettre des constats pertinents quant au comportement des corrélations étudiées. En effet, nos tests quant à la comparaison de l'ensemble des phases haussières avec l'ensemble des phases baissières ont montré que les actions étaient plus corrélées dans les phases baissières. En effet, les tests par la méthode annuelle, trimestrielle et mensuelle ont affiché des résultats qui confirmaient ce qu'on pensait dans le monde de la finance. Toutefois, nous l'avons prouvé en s'appuyant sur des tests statistiques.

Nous avons également testé des évolutions de corrélations dans le temps d'un cycle financier à un autre selon la méthode annuelle. Nous en avons conclu que la majorité des corrélations n'affichaient aucune tendance distincte. En effet, le test a montré que plus de 70% des corrélations n'avaient pas de tendance au cours des phases haussières. Le pourcentage était encore plus important au cours des phases baissières avec plus de 90%.

Un des autres tests consistait à savoir s'il existait des corrélations égales au cours du temps. Nous l'avons testé selon la méthode trimestrielle. Le résultat a été révélateur. En effet, 95% des parités rejetaient l'idée même d'une égalité de corrélation.

Les dernières observations se focalisaient sur le comportement même des corrélations au cours du cycle financier. Nous avons voulu étudier les variations des corrélations durant une phase haussière et une phase baissière. L'étude de régression a montré une absence de tendance linéaire. Toutefois, nous avons remarqué des courbes polynomiales flagrantes. Ce qui a montré une similarité dans les extrémités des cycles.

En effet, les corrélations peuvent être plus prononcées lors du début et de la fin du cycle qu'au milieu de sa période.

Ces constats nous ont amené à nous mettre à la place d'investisseurs. Nous avons constaté que les perspectives d'investissement peuvent changer les mesures de risques prises en compte.

De plus, les tests et les observations effectuées tout au long de ce travail, nous ont permis d'étudier les doutes partagés par certains professionnelles de la finance. Nous pouvons citer notamment Nassim Nicholas Taleb qui s'est illustré avec la publication de son œuvre sur les cygnes noir. Ces événements qui arrivent rarement mais qui causent d'importants dégâts.

Nous avons pu démontré que la méthode utilisé, c'est-à-dire d'assembler les données financières sans distinguer les tendances vérifie les propos de Nassim Nicholas Taleb. Toutefois, lorsque l'on sépare les données des deux tendances, nous trouvons deux moments différents avec un rendement et un écart-type différent.

Ainsi, il est peut être temps de remettre en question certains paramètres qui ne reflètent pas les véritables risques comme nous l'avons pu le voir dans ce travail avec la corrélation.

Bibliographie

Supports papier :

AVOUYI-DOVI .S, MATHEROBN J., Interaction entre cycles réels, cycles boursier et taux d'intérêt : fait stylisés, Revenue de la stabilité financière, Centre de recherche de la banque de France, pp.80.

BORIO, Claudio, BIS Working Papers, N°395, the financial cycle and macroeconomics: What have we learnt ?, Bank For international Settlement, Décembre 2012. pp. 3-5.

DREHMANN Mathias, BORIO Claudio, TSATSARONIS Kostas, BIS Working Papers, N°380, Characterising the financial cycle: don't lose sight of the medium term!, Bank for International Settlement, Jun 2012, 3-6

DUC François, Asset management, introduction à la statistique du portefeuille, 2012, pp. 37-45

CANDELON B., GAULIER G., HURLIN C., Extreme Financial cycles, University Maastricht, Auguste 2012, pp.2-3.

CHAKRABARTI G., SEN C, Chapter 2, Stock market Cycle and Volatility Regime Switch, 2012, pp.8-16.

CLAESSENS Stijn, AYHAM KOSE M., E. TERRONES Marco, IMF working Paper, Financial Cycles: What? How? When?, avril 2011, pp.5-7.

CLAESSENS Stijn, AYHAM KOSE M., E. TERRONES Marco, IMF working Paper, How Do Business and Financial Cycles Interact ?, International Monetarx Fund, avril 2011, pp.7-10.

DATASTREAM, Introduction manual, avril 2012, pp.3-10.

PONCET Patrice et PORTAIT Rolan, Chapitre 28, La théorie moderne du portefeuille : théorie et applications, Groupe Eyrolles, 2009.

REGLEMENT DE L'INDICE, Règlement famille d'indices SMI, août 2012, pp.1-10.

RIKOTOMALALA Ricco, Analyse de la corrélation, Etude des dépendances – Variables quantitatives, Université de Lyon 2, Janvier 2012, pp.9-20.

STIJ Claessens, AYHAN KOSE M., E. TORRONES Marco, Le tourbillon des marchés financiers, Finance & Développement, 2011, pp.31-33.

TALEB Nassim Nicholas, Le Cygne Noir : La puissance de l'imprévisible, 2008.

TRAUSTASON Jon Arni, Predicting Turning Points, Department of Mathematics, UPPSALA UNIVERSITET, September 2009, pp.6-8.

Supports électronique :

SIX SWISS EXCHANGE. Site de la bourse Suisse – SIX swiss exchange [en ligne]. <http://www.six-swiss-exchange.com/index.html> (consulté le 3 janvier 2013)

Réseau social. Ln : Wikipédia [en ligne]. Dernière modification de cette page le 17 février 2012. http://fr.wikipedia.org/wiki/Discussion:Th%C3%A9orie_moderne_du_portefeuille (consulté le 10 janvier 2013)

Réseau social. Ln : Wikipédia [en ligne]. Dernière modification de cette page le 21 novembre 2011 http://en.wikipedia.org/wiki/Total_return_index (consulté le 10 janvier 2013)

Réseau social. Ln : Wikipédia [en ligne]. Dernière modification de cette page le 25 mars 2009 https://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle_%C3%A9conomique (consulté le 10 janvier 2013)

REUTERS. Site de données financières. [en ligne] http://thomsonreuters.com/products_services/financial/financial_products/a-z/datastream/ (consulté le 6 janvier 2013)

TRADINGSCHOOL. Site du glossaire de la bourse [en ligne] <http://www.trading-school.eu/glossaire-bourse/fiche-Theorie-du-portefeuille-de-Markowitz-350> (consulté le 18 janvier 2013)

VERNIMMEN.NET. [en ligne] http://www.lesechos.fr/finance-marches/vernimmen/definition_risque-systemique.html (consulté le 25 février 2013)

EXCEL : Microsoft Office [en ligne] <http://office.microsoft.com/fr-ch/excel-help/pearson-HP005209210.aspx> . (consulté le 30 février 2013)

<http://www.voxeu.org/article/macroeconomics-and-financial-cycle-hamlet-without-prince>

AYHAN M. Kose, [en ligne] <http://www.voxeu.org/article/understanding-financial-cycles-0> (consulté le 5 mars 2013)

TAYLOR Timothy, [en ligne] <http://conversableeconomist.blogspot.ch/2013/02/the-financial-cycle-theory-and.html> (consulté le 30 février 2013)

Annexe 1

Entreprises sélectionnées

Novartis

Le titre Novartis est une fusion de l'entreprise Ciba-Geigy, elle-même issue d'une fusion en 1970, et Sandoz du 7 mars 1996. Les deux géants suisses de la chimie et des sciences de la vie représentaient ensemble 26.33%% le 31 décembre 1996 sur l'indice vedette de la suisse. Lors de nos recherches, nous avons constaté qu'il existe deux actions cotées : Novartis N qui est une action enregistrée et Novartis I qui est une action au porteur. Nous avons choisi de prendre en compte l'action nominative (enregistrée) car le logiciel Datastream fournit plus de données financières.

Nous devons également souligner que l'entreprise Novartis a acheté 20% du capital action (les actions enregistrées) de Roche en 2001. Ces participations ont augmenté en 2002 avec 33%. Ce qui correspond à 6% du capital total de sa consœur Roche.

L'action Novartis I a été supprimée au cours de l'année 1999.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1996	31 décembre 1999
Entreprises cotées au SMI	Ciba Geigy I	Ciba Geigy I	Ciba Geigy I	Novartis N	Novartis N
	Ciba Geigy N	Ciba Geigy N	Ciba Geigy N	Novartis I	
	Sandoz N	Sandoz N	Sandoz N		
	Sandoz PS				
Suppression		Sandoz PS		Ciba Geigy I	Novartis I
				Ciba Geigy N	
				Sandoz N	

Nestlé

Nous avons constaté que l'entreprise Nestlé détenait également des actions au porteur jusqu'en 1993. Toutefois, contrairement à UBS, elles ont été supprimées de l'indice du SMI le 7 juin 1993.

Il existait l'action Nestlé I, action au porteur, et l'action Nestlé N, action enregistrée. Nous avons pris en compte la seconde car, à défaut d'avoir une cotation complète dans la base de données, est encore présente dans le SMI.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1996	31 décembre 1999
Entreprises cotés au SMI	Nestlé N	Nestlé N	Nestlé N	Nestlé N	Nestlé N

UBS

En 1998, l'action SBG I et SBG PS sont cotées au SMI. Au cours de l'année 1990, l'action SBG PS est supprimée de l'indice. Le 1 juillet 1998, l'Union bancaire Suisse et la société des banques Suisses fusionnent. Elle devient la SBG avant d'être nommée UBS en 1997.

Nous sommes également en présence d'actions au porteur, UBS I. Nous prenons tout de même l'action UBS N pour les mêmes raisons que l'action Nestlé.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1996	31 décembre 1997	31 décembre 1998
Entreprises cotés au SMI	SBG I	SBG I	SBG I	SBG I	UBS I	UBS N
		SBG N	SBG N	SBG N	UBS N	
Mouvement		Introduction de SBG N		Nouvelle appellation		UBS I

Roche GS

A la création de l'indice, l'action était inscrite sous l'appellation Hoffmann-La-Roche GS. Le titre change de nom au cours de l'année 1991 par Roche GS. Contrairement aux autres, il n'existe qu'une action cotée.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1998
Entreprises cotés au SMI	Roche GS	Roche GS	Roche GS	Roche GS

Crédit Suisse

L'action du Crédit Suisse a connu deux titres cotés dans le SMI soit Scheiz. Kreditansalt I en 1988 puis nommé en 1989 CS Holding I et CS Holding N en 1994 et nommé CS group N en 30 janvier 1997. Le second titre a remplacé le premier titre coté dans l'indice vedette suisse.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1996	31 décembre 1997	31 décembre 1998
Entreprises cotés au SMI	CS Holding I	CS Holding I				
		CS Holding N	CS Holding N	CS Group N	CS Group N	CS Group N
Mouvement		CS Holding I : suppression				

SwissRe

L'entreprise SwissRe était représentée dans l'indice par le nom Ruckversicherung PS en 1988. Elle est passée en Rueckv Ps en 1991 et Rueky N en 1993 pour être finalement nommée SwissRe le 1er mars 1999.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1999	31 décembre 2000	31 décembre 2001
Entreprises côtés au SMI	Ruecky N	Rueckv N	SwissRe	SwissRe	SwissRe
Modification		Changement de nom			

Zurich Insurance N

L'entreprise Zurich Insurance détenait tout d'abord l'action Zurich I depuis la création du SMI. Elle a ajouté le titre Zurich N le 1 décembre 1994 et supprimé Zurich I le 3 juillet 1995.

Depuis, l'action a changé de nombreuses fois de nom. Elle est passée de ZuerichAllied N à Zurich Financial jusqu'à Zurich Insurance en 2012.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1998	31 décembre 2000	31 décembre 2012
Entreprises côtés au SMI	Zurich I	Zurich I				
		Zurich N	Zurich N	ZuerichAllied N	Zurich Financial	Zurich Insurance
Modification	Introduction de Zurich N			Changement de nom		
		Suppression de Zurich I				

ABB

Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessous, l'entreprise ABB a connu plusieurs modifications de l'intitulé de son titre. En effet, depuis la création, l'entreprise était nommée BB I puis en 1993 est devenue BB I N100 jusqu'en 1996 ou elle été nommé ABB.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1996	31 décembre 1998	31 décembre 2002
Entreprises cotés au SMI	BB I N100	BB I N100	BB I N100	BB I N100		
					ABB AG	
						ABB LTS N10
Modification				Changement de nom		

Swatch Group

Comme dans le cas de Neslé et Novartis, Swatch Group détient des actions au porteur, Swatch I et des actions enregistrées Swatch N. initialement nommée SMH I et SMH N, l'entreprise change de nom au cours de l'année 1995.

Nous avons pris en compte Swatch I car elle fournit des données financières plus complètes que l'action enregistrée.

Date	31 décembre 1993	31 décembre 1994	31 décembre 1995	31 décembre 1998	31 décembre 2007
Entreprises cotés au SMI		SMH I	SMH I	Swatch I	Swatch I
		SMH N10	SMH N10	Swatch N	
Modification	Introduction de l'action Swatch			Suppression de Swatch N	

Adecco

L'entreprise Adecco a fait son apparition le 1 juillet 1999 dans le SMI. Elle n'a jamais changé de nom.

Date	31 décembre 1999	31 décembre 2012	L'entreprise Adecco a fait son apparition dans la valeur vedette suisse le 1 juillet 1999. Sous l'appellation Adecco N.
Entreprises cotés au SMI	Adecco N	Adecco N	

Richemont

Introduit le 2 octobre 2000 dans l'indice, elle n'a également pas changé de nom.

Date	31 décembre 2000	31 décembre 2012	L'entreprise a été introduite le 2 octobre 2000 au sein du SMI.
Entreprises cotés au SMI	Richemont	Richemont	

Annexe 2

Tableau des corrélations pour chaque phase haussière et baissière

1	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI	
S:NOVN														
S:NESN	0.46													
S:UBSN	0.36	0.38												
S:ROG	0.44	0.52	0.36											
S:CSGN	0.40	0.40	0.46	0.38										
S:SREN	0.41	0.44	0.39	0.44	0.51									
S:ZURN	0.43	0.48	0.46	0.44	0.49	0.52								
S:ABB	0.43	0.49	0.39	0.46	0.38	0.41	0.48							
S:ADEN	0.23	0.22	0.20	0.20	0.14	0.16	0.19	0.21						
S:CFR	0.25	0.25	0.19	0.20	0.25	0.24	0.25	0.35	0.09					
S:HOLN	0.22	0.29	0.23	0.28	0.20	0.17	0.21	0.27	0.08	0.20				
S:UHRN	0.36	0.39	0.28	0.35	0.36	0.32	0.35	0.45	0.21	0.27	0.22			
SWISSMI	0.80	0.72	0.62	0.72	0.67	0.65	0.68	0.64	0.28	0.33	0.34	0.52		
Matrice des corrélations du 13.03.1995 au 21.07.1998														
														Nombre de données
														877
2	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI	
S:NOVN														
S:NESN	0.41													
S:UBSN	0.48	0.42												
S:ROG	0.50	0.36	0.42											
S:CSGN	0.44	0.39	0.70	0.38										
S:SREN	0.42	0.36	0.58	0.33	0.58									
S:ZURN	0.44	0.40	0.60	0.40	0.61	0.65								
S:ABB	0.29	0.30	0.44	0.29	0.42	0.36	0.46							
S:ADEN	0.26	0.26	0.43	0.22	0.43	0.42	0.43	0.36						
S:CFR	0.38	0.37	0.54	0.33	0.50	0.40	0.49	0.43	0.38					
S:HOLN	0.38	0.32	0.51	0.34	0.44	0.40	0.48	0.43	0.37	0.48				
S:UHRN	0.39	0.41	0.55	0.35	0.50	0.46	0.50	0.42	0.42	0.56	0.45			
SWISSMI	0.75	0.66	0.82	0.66	0.77	0.68	0.73	0.55	0.50	0.63	0.60	0.64		
Matrice des corrélations du 12.03.2003 au 01.06.2007														
														Nombre de donnée
														1103
3	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI	
S:NOVN														
S:NESN	0.34													
S:UBSN	0.11	0.21												
S:ROG	0.34	0.38	0.16											
S:CSGN	0.20	0.23	0.65	0.28										
S:SREN	0.10	0.24	0.63	0.14	0.61									
S:ZURN	0.17	0.22	0.61	0.21	0.55	0.65								
S:ABB	0.16	0.27	0.62	0.19	0.56	0.60	0.60							
S:ADEN	0.12	0.18	0.53	0.14	0.49	0.50	0.48	0.60						
S:CFR	0.19	0.31	0.57	0.21	0.56	0.61	0.58	0.68	0.56					
S:HOLN	0.14	0.22	0.64	0.11	0.52	0.59	0.61	0.66	0.61	0.63				
S:UHRN	0.08	0.26	0.53	0.18	0.47	0.54	0.47	0.56	0.53	0.76	0.55			
SWISSMI	0.49	0.61	0.72	0.56	0.76	0.66	0.67	0.73	0.58	0.70	0.65	0.59		
Matrice des corrélations du 09.03.2009 au 15.04.2010														
														Nombre de donnée
														269

1	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI	
S:NOVN														
S:NESN	0.54							Matrice des corrélations du 21.07.1998 au 12.03.2003						
S:UBSN	0.50	0.47												Nombre de données
S:ROG	0.57	0.51	0.53											1212
S:CSGN	0.47	0.45	0.75	0.53										
S:SREN	0.53	0.52	0.57	0.51	0.60									
S:ZURN	0.46	0.44	0.58	0.52	0.63	0.62								
S:ABB	0.25	0.28	0.40	0.34	0.45	0.41	0.42							
S:ADEN	0.30	0.30	0.50	0.38	0.52	0.44	0.49	0.38						
S:CFR	0.36	0.32	0.43	0.41	0.47	0.40	0.47	0.29	0.36					
S:HOLN	0.22	0.23	0.28	0.22	0.29	0.31	0.26	0.24	0.25	0.19				
S:UHRN	0.37	0.37	0.48	0.42	0.48	0.41	0.46	0.32	0.43	0.41	0.21			
SWISSMI	0.77	0.72	0.82	0.75	0.81	0.76	0.73	0.50	0.56	0.54	0.34	0.58		
2	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI	
S:NOVN														
S:NESN	0.55							Matrice des corrélations du 01.06.2007 au 09.03.2009						
S:UBSN	0.31	0.36												Nombre de données
S:ROG	0.65	0.49	0.33											462
S:CSGN	0.45	0.48	0.79	0.42										
S:SREN	0.35	0.45	0.68	0.37	0.68									
S:ZURN	0.44	0.49	0.69	0.41	0.74	0.73								
S:ABB	0.39	0.52	0.65	0.41	0.71	0.62	0.67							
S:ADEN	0.42	0.50	0.62	0.37	0.67	0.57	0.67	0.73						
S:CFR	0.34	0.45	0.52	0.26	0.55	0.53	0.54	0.64	0.59					
S:HOLN	0.32	0.47	0.65	0.31	0.68	0.61	0.68	0.73	0.67	0.60				
S:UHRN	0.37	0.51	0.63	0.35	0.67	0.58	0.62	0.73	0.70	0.71	0.67			
SWISSMI	0.72	0.76	0.75	0.69	0.82	0.72	0.79	0.80	0.76	0.64	0.71	0.73		
3	S:NOVN	S:NESN	S:UBSN	S:ROG	S:CSGN	S:SREN	S:ZURN	S:ABB	S:ADEN	S:CFR	S:HOLN	S:UHRN	SWISSMI	
S:NOVN														
S:NESN	0.59							Matrice des corrélations du 15.04.2010 au 10.08.2011						
S:UBSN	0.39	0.40												Nombre de données
S:ROG	0.61	0.53	0.45											289
S:CSGN	0.37	0.34	0.79	0.46										
S:SREN	0.48	0.47	0.67	0.55	0.68									
S:ZURN	0.55	0.53	0.69	0.61	0.72	0.78								
S:ABB	0.54	0.46	0.64	0.54	0.67	0.68	0.73							
S:ADEN	0.49	0.43	0.65	0.49	0.66	0.66	0.68	0.72						
S:CFR	0.48	0.45	0.58	0.45	0.56	0.59	0.62	0.68	0.65					
S:HOLN	0.48	0.48	0.65	0.46	0.66	0.66	0.69	0.72	0.70	0.64				
S:UHRN	0.46	0.43	0.58	0.43	0.56	0.56	0.60	0.66	0.65	0.85	0.63			
SWISSMI	0.77	0.74	0.76	0.76	0.73	0.78	0.84	0.82	0.76	0.75	0.76	0.72		

Annexe 3

Test d'autorégression

Le modèle d'Autorégressive décrit un processus linéaire qui dépend des valeurs passées. Il est défini selon la formule suivante grandement utilisé dans les « Time series analyses ».

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} + \varepsilon_t$$

X_t = Corrélation au temps t

X_{t-1} = Corrélation au temps $t-1$

B = pente

C = l'ordonnée à l'origine

ε_t = bruit blanc, ce qui n'est pas expliqué.

La fonction exprime une linéarité par rapport à la valeur future. Dans nos tests, nous avons pris en compte une seule valeur passée. C'est à dire la moyenne de la corrélation qui précède la corrélation recherchée. Ce test va nous permettre d'exprimer s'il existe une régression linéaire.

Ainsi, grâce à la moyenne matricielle de 100 jours ou de 50 jours, nous avons construit plusieurs bases en fonction des cycles.

Illustration : 1er phase haussière selon la méthode annuelle

Matrice de 100 jours	Corrélation moyenne
1	0.3377
2	0.2417
3	0.4358
4	0.366
5	0.3595
6	0.5056
7	0.2966
8	0.338

Dans le premier phase haussière selon la méthode annuelle, nous avons 8 moyennes matricielles. En s'appuyant sur ces valeurs, nous construisons un tableau afin de calculer une linéarité selon la méthode de l'auto régression.

Illustration : Tableau de l'au régression

Corrélation au temps t-1	Corrélation au temps (t)
0.3377	0.2417
0.2417	0.4358
0.4358	0.366
0.366	0.3595
0.3595	0.5056
0.5056	0.2966
0.2966	0.338

Cette base de données nous permet d'utiliser la fonction utilitaire d'Excel qui fournit un rapport détaillé sur une régression linéaire plausible.

Ainsi, les résultats nous montrent qu'il est impossible d'expliquer une linéarité dans chaque phase haussière. En effet, nous pouvons interpréter les valeurs comme suit :

La droite de régression des corrélations du premier cycle est expliquée par la formule ci-dessus à 9% en comptant une probabilité d'avoir faux à 49%. (100-51).

RAPPORT DÉTAILLÉ DES CYCLES BAISSIERS

Statistiques de la régression

	Cycle 1 - 100	Cycle 2 - 50	Cycle 3 - 50
Coefficient de détermination multiple	0.30	0.26	0.08
Coefficient de détermination R ²	0.09	0.07	0.01
Coefficient de détermination R ²	-0.01	-0.09	-0.32
Erreur-type	0.11	0.09	0.19
Observations	11	8	5

		Coefficient s	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Cycle 1	Constante	0.28	0.13	2.14	0.06
	Variable X 1	0.29	0.32	0.93	0.38

		Coefficient s	Standard Error	t Stat	P-value
Cycle 2	Intercept	1.11	1.05	1.06	0.40
	X Variable 1	-0.88	1.70	-0.52	0.66

		Coefficient s	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Cycle 3	Constante	0.57	0.32	1.79	0.17
	Variable X 1	-0.08	0.59	-0.14	0.90

RAPPORT DÉTAILLÉ DES CYCLES HAUSSIERS

<i>Statistiques de la régression</i>			
	<i>Cycle 1 - 100</i>	<i>Cycle 2 - 100</i>	<i>Cycle 3 - 50</i>
Coefficient de détermination multiple	0.31	0.33	0.41
Coefficient de détermination R ²	0.09	0.11	0.17
Coefficient de détermination R ²	-0.09	0.00	-0.11
Erreur-type	0.09	0.10	0.08
Observations	7.00	10.00	5.00

		Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Cycle 1	Constante	0.47	0.16	2.99	0.03
	Variable X 1	-0.31	0.43	-0.72	0.51
Cycle 2	Constante	0.58	0.15	3.93	0.00
	Variable X 1	-0.33	0.33	-0.99	0.35
Cycle 3	Intercept	0.64	0.27	2.39	0.10
	X Variable 1	-0.46	0.59	-0.78	0.49

Ces tableaux ne permettent pas de distinguer une relation linéaire. Nous indiquons en jaune les chiffres significatifs pour notre étude sur la régression.

Par exemple, le premier phase baissière peut être expliqué à 9% et par 62% de confiance par l'équation suivante.

Annexe 3

Méthode statistique du calcul sur plusieurs corrélations

cycles haussier	nombre d'observation	Corrélation		Fisher	Fisher^2	(n-3)*fisher	(n-3)*fisher^2
		n-3	Novartis/Nestlé				
1	132	129	0.704344991	0.87587144	0.767150783	112.987416	98.962451
2	291	288	0.661003169	0.79459313	0.631378242	228.842821	181.836934
3	55	52	0.705628447	0.87842308	0.771627104	45.678	40.1246094
4	283	280	0.488492792	0.53407883	0.285240196	149.542072	79.867255
5	214	211	0.565914534	0.64149193	0.411511895	135.354797	86.8290099
6	168	165	0.464592168	0.50315167	0.253161603	83.0200256	41.7716645
7	462	459	0.547840037	0.61528985	0.378581596	282.41804	173.768953
8	58	55	0.605688346	0.70208311	0.492920695	38.6145711	27.1106382
9	124	121	0.677516152	0.82450822	0.67981381	99.765495	82.257471
		1760					
					somme	1383501.11	
		test x2	812-(1383501.11/1760)		somme au carré	812.528985	
		Si test x2 > x1-a à (n-1) degré de liberté					
		On rejette Ho					
		Alors une des corrélations s'ecarte					

Tableau du test x2 pour les 9 phases haussières. Nous remarquons que tous les chiffres sont supérieurs à 15.51. (X2 table). Nous avons détaillé le calcul pour la première corrélation testé de la matrice. C'est-à-dire de la parité Novartis/Nestlé. Il a suffi de réitérer l'expérience pour chaque corrélation afin de compléter la matrice des résultats.