



Mémoire présenté le :

pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuariers

Par : **Karim Mekouar**

Titre : **Stratégie d'allocation tactique par arbitrage statistique**

Confidentialité : NON OUI (Durée : 1 an 2 ans)

Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus

Membre présents du jury de l'Institut des Actuariers

Entreprise :

Nom : Caisse des dépôts et Consignation

Signature :

Membres présents du jury de l'ISFA

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Jean-Tristan Parodi

Signature :

Invité :

Nom :

Signature :

Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion de documents actuariels (après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)
Signature du responsable entreprise

Signature du candidat

Secrétariat

Bibliothèque :

CONFIDENTIALITE

Le présent document contient des informations confidentielles qui ne doivent pas être divulguées à des personnes, quelles que soit leur statut, autres que celles devant participer à l'évaluation du présent mémoire. Les évaluateurs et tuteurs pourront procéder à la copie et la reproduction de tout ou partie des éléments du présent document pour les seuls besoins pédagogiques.

RESUME

L'allocation d'actifs se divise en deux domaines :

- l'allocation stratégique, qui vise le long terme
- et l'allocation tactique, qui cherche à profiter des opportunités offertes par les tendances de marchés sur de courtes périodes de temps.

Dans le domaine de la gestion indicielle ou la gestion actions, des modèles quantitatifs sont mis en place car ils permettent d'évaluer, sans biais humain, les valeurs à acheter et à vendre. Ces modèles traitent un grand nombre d'informations financières puis les combinent pour déterminer les positions à prendre. Chaque modèle est backtesté afin d'être validé.

Ayant montré de bons résultats en backtest, le modèle développé dans ce mémoire a servi de socle pour la création d'une poche d'allocation tactique de 100M €, gérée depuis mars 2014. Cette poche a pour but de diversifier et de dynamiser le portefeuille global, par de fréquentes prises de position.

Dans un marché boursier de plus en plus instable et imprévisible suite à la crise de 2008, dont les répercussions courent jusqu'à aujourd'hui, les fonds quantitatifs représentent un challenge intéressant à relever et un vaste domaine de recherche à expédier.

Mots clés : Gestion d'actifs, allocation tactique, backtesting, benchmark, arbitrage, stratégies d'investissement, position *long/flat/short*, surperformance, classification supervisée.

ABSTRACT

Asset management is composed of strategic allocation, which is set up for long-term perspective, and tactical allocation, which seize market's opportunities over a short period of time.

In this field, quantitative models help managers to pick stock they should buy or sell, without human bias. These models deal with a lot of financial information and combine them to select the long or short position for the next period. Then, they are back-tested for validation.

Providing good results in the backtest, the model developed serves as a base for a 100M € quantitative equity fund started in March 2014. This fund was first set up to diversify and galvanize the whole portfolio by frequently changing position on the market.

Since the financial crisis of 2008, markets are more and more volatile and unpredictable. In this way, as an alternative to classic asset management, quantitative funds represent a real challenge.

Key words: Asset management, tactical allocation, backtesting, benchmark, arbitration, investment strategies, long/flat/short position, outperformance and supervised classification.

LEXIQUE

S&P500 : indice boursier basé sur 500 grandes sociétés cotées sur les bourses américaines.

Topix : indice boursier de la bourse de Tokyo.

MSCI EM : MSCI Marchés Émergents (MSCI Emerging Markets Index en anglais) est un indice boursier mesurant la performance des marchés boursiers de pays à économie émergente.

Stoxx 600 : indice boursier basé sur 600 grandes entreprises européennes.

Benchmark : indice de référence représentatif du marché considéré.

Ratio de Sharpe : Le ratio de Sharpe est le quotient de l'excès de rentabilité par rapport au taux sans risque divisé par le risque total du portefeuille. Il permet de comparer les stratégies.

Maximum Drawdown : La perte maximale historique.

Tracking error : La tracking error représente l'écart type de la série des différences entre les rendements d'un portefeuille et les rendements de l'indice de référence (benchmark). C'est une mesure de risque utilisée en gestion d'actifs dans les portefeuilles indiciels ou portefeuilles se comparant à un indice de référence (benchmark).

Tracker : Un Index Tracker, ou fonds indiciel coté, ou OPCVM indiciels ou en anglais Exchange Traded Fund (ETF), est un type de placement collectif en valeurs mobilières, reproduisant un indice boursier, et négociable en bourse.

OPCVM (Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières) : entité qui gère un portefeuille dont les fonds investis sont placés en valeurs mobilières.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble des collaborateurs de la direction financière de la Caisse des dépôts et consignation pour leur accueil.

Je tiens à remercier plus particulièrement M. Jean-Tristan Parodi, responsable de l'équipe multi-gestion actions et alternatives, pour m'avoir accompagné tout au long de cette année d'alternance. Les conseils de M. Parodi, sa disponibilité et la liberté de réalisation offerte dans l'exécution des missions m'ont fortement aidé et me seront utiles à l'avenir.

Et également M. Fabrice Zamboni, collaborateur du service, pour ses conseils avisés et sa bonne humeur.

Je remercie M. Areski Cousin, mon tuteur ISFA, pour son encadrement et sa disponibilité.

Enfin, je tiens à remercier ma famille qui m'a toujours soutenu tout au long de ma scolarité.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	8
A. La gestion traditionnelle	8
B. La gestion alternative	8
C. Les indices S&P 500, Topix et MSCI EM	10
D. L'allocation tactique	10
E. Backtesting.....	11
INDICATEURS.....	12
A. Le Trend-Following	12
B. Le RSI (relative Strength Index).....	17
C. La Prime de risque implicite.....	18
D. L'indicateur Sentiment	22
E. Le PMI (Purshasing Managers Index).....	28
F. Le BPA (Bénéfices Par Action)	33
II. ALLOCATION TACTIQUE.....	36
A. Prémisses	36
B. La méthode de scoring	38
C. La classification supervisée	41
D. Combinaison des indicateurs par réseaux de neurones.....	48
CONCLUSION	54
BIBLIOGRAPHIE.....	55
ANNEXE	56
A. Discrimination émergents	56
B. Note Equity vs Equity	60
C. Etude PMI pays émergents	64
D. Etudes EPS Japon, pays émergents et Europe.....	67

INTRODUCTION

A. La gestion traditionnelle

La gestion traditionnelle vise à investir dans un type d'actif financier défini et à comparer la performance du fond à un actif de référence tel qu'un indice. Cette gestion est souvent appelée "benchmarkés".

L'orientation du marché de référence jouera donc un rôle prépondérant dans de tels fonds, qu'ils soient gérés de manière "passive" ou indicielle, ou bien de manière "active" à travers des stratégies de stock picking par exemple.

Les fonds de gestion traditionnelle peuvent être investis en actions, obligations ou titres monétaires et l'on peut dégager quatre grandes familles de fonds de ce type de gestion :

- Les fonds actions : investis en action, comme leur nom l'indique, ces fonds peuvent être spécialisés sur les grosses capitalisations - "small caps", sur des zones géographiques (émergents, Europe, Asie-Pacifique...) ou encore sur des secteurs (nouvelles technologies, santé...). Leur benchmark correspond donc généralement à un indice de référence (par exemple CAC 40 pour un fonds investi en actions françaises).
- Les fonds obligataires : ces fonds, principalement investis en obligations "corporate", peuvent offrir différents niveaux de risque/rendement selon la proportion de leurs placements en obligation "junk" ou "senior". Ils peuvent également être spécialisés sur certaines zones géographiques ou devises de référence.
- Les fonds monétaires : ces fonds qui présentent un risque nul (mis à part le risque de change) sont investis principalement en obligations d'état. Ils offrent donc un rendement proche du taux minimal d'un pays et servent principalement aux entreprises et aux particuliers pour placer leur trésorerie à court terme. Leur benchmark correspond généralement au taux de référence d'un pays ou devise, par exemple l'EONIA ou EURIBOR pour la zone euro.
- Les fonds diversifiés : les fonds de ce type sont investis dans les différentes classes d'actifs citées ci-dessus. Leur risque/rendement variera donc selon la proportion des différentes classes d'actifs au sein du portefeuille du gérant.

B. La gestion alternative

La gestion alternative est un mode de gestion de portefeuille appliqué par certains fonds d'investissement dits « fonds alternatifs ». Ce sont des investissements souvent considérés comme risqués parce qu'utilisant parfois un effet de levier important, alors qu'ils tendent au contraire à éliminer le risque de marché.

Les Hedge Funds peuvent investir dans des actions mais aussi dans des obligations, des devises, dans les matières premières. Les outils particuliers dont ils disposent sont notamment :

- La vente à découvert (short hedging) : vendre des titres que l'on ne détient pas, en espérant les racheter moins chers ultérieurement. Ceci représente un risque important en cas de hausse du marché.
- L'effet de levier (leverage) : emprunter pour augmenter la taille effective du fonds.

- Le recours aux produits dérivés : options, futures ou forwards, soit dans un but spéculatif, soit au contraire pour couvrir le portefeuille.

Les fonds alternatifs sont généralement classés par type de stratégies :

- **Sélection de titres (long short Equity)** : investissement avec une position globale plutôt acheteuse (long bias), plutôt vendeuse (short bias), ou neutre (market neutral) selon les vues du gérant.
- **Global macro** : investissement sur les marchés internationaux (devises, indices, courbes de taux, matières premières) pour tirer profit des évolutions de l'économie globale.
- **Arbitrage sur produits de taux (fixed income arbitrage)** : cherche à tirer profit des variations de la courbe des taux (titres d'Etat, futures et swaps de taux).
- **Arbitrage de convertible (convertible arbitrage)** : investissement dans les obligations convertibles.
- **Situations spéciales (event driven et merger arbitrage)** : recherche des opportunités générées par des événements intervenant dans la vie des entreprises : filialisation, fusions-acquisitions (OPA, OPE)...
- **Distressed** : investissement dans des entreprises en difficultés.

La poche de multigestion alternative est organisée selon une architecture cœur/satellite. L'architecture cœur/satellite sur cette poche consiste à segmenter le portefeuille en deux parties:

- **une partie cœur** dont la caractéristique est de fournir une exposition à la gestion alternative en général. Il n'est pas possible de parler de gestion indicielle car il n'existe pas d'indice universellement accepté comme étant représentatif de la gestion alternative. A la place, un indice est utilisé à titre de référence : Crédit Suisse Trémont. Cet indice est utilisé comme benchmark stratégique, notamment pour ce qui est de sa composition par sous-stratégie. Elle reflète en effet un univers de plus de 5000 fonds, jugé représentatif de l'industrie. L'objectif du cœur est de permettre d'être exposé aux facteurs de risque de la gestion alternative dans son ensemble. Les véhicules utilisés pour cette poche sont des fonds de fonds alternatifs multi stratégies, des trackers de beta alternatif.
- **une partie dite satellite**, composée de fonds alternatifs spécialisés sur un nombre plus limité de stratégies et dont l'objet est de générer un surcroît de performance par rapport à l'indice de la poche.

Cette architecture permet de contrôler le risque spécifique à un fonds en le diversifiant via des fonds de fonds. Elle permet d'obtenir un profil de risque et de rendement qui est celui de la gestion alternative sans disposer des ressources importantes nécessaires à l'analyse et au suivi d'un grand nombre de fonds mono stratégie. Elle permet enfin de se faire plus facilement une idée des anticipations du marché quant aux principales sous-stratégies alternatives et de mieux connaître les principaux fonds utilisés.

C. Les indices S&P 500, Topix et MSCI EM

Le S&P 500 (SPX) est un indice boursier basé sur 500 grandes sociétés cotées sur les bourses américaines. L'indice est possédé et géré par Standard & Poor's, l'une des trois principales sociétés de notation financière.

L'indice S&P 500 a été créé en 1950. Il a détrôné le Dow Jones Industrial Average comme indice le plus représentatif du marché boursier américain parce qu'il est composé d'un plus grand nombre de compagnies et que sa valeur tient compte de leur capitalisation boursière. De son côté, le Dow Jones Industrial Average est basé sur seulement 30 compagnies. La pondération des valeurs au sein du Dow ne s'effectue ni en fonction des capitalisations boursières, ni du flottant, mais en fonction des cours de bourse. Une variation d'un dollar dans la valeur de la plus petite compagnie de l'indice a le même impact sur l'indice qu'une variation d'un dollar dans la valeur de la plus grosse compagnie.

Le Topix (Tokyo Stock Price Index) est l'un des plus importants indice boursier du marché japonais Tokyo Stock Exchange (TSE) avec le Nikkei 225. L'indice regroupe les entreprises les plus importantes de la place financière, il est calculé et publié par TSE. Au 1^{er} février 2011, l'indice comptait 1669 entreprises listées comme les plus importantes du marché japonais et sa valeur boursière s'élevait à 197,4 billions de Yen (équivalent à 1 300 Mds d'euro).

Entre Octobre 2005 et juin 2006, une transition dans la composition de l'indice Topix a été effectuée. La pondération des entreprises dans l'indice ne dépend plus de la capitalisation boursière mais de la valeur flottante de l'entreprise. Ce changement a eu un impact significatif sur la composition de l'indice car la plupart des entreprises japonaises ont des actions détenues par des holdings ou par le management.

L'entreprise MSCI a lancé en 1988 le premier indice sur les marchés émergents. Depuis son lancement, les marchés émergents sont devenus un acteur principal dans le portefeuille global. En 1988, 10 pays étaient représentés dans l'indice et ce dernier représentait moins de 1% de la capitalisation mondiale, aujourd'hui l'indice MSCI Emerging markets couvre plus de 800 titres différents sur 23 places boursières et sa capitalisation boursière est autour de 11% de la capitalisation boursière mondiale.

Une classification des pays est faite tous les ans au mois de juin à partir du développement économique, de la taille des marchés, de la liquidité et d'autres critères afin de déterminer la pondération du pays dans l'indice MSCI EM.

D. L'allocation tactique

Les stratégies d'allocation tactique ont pour but de surperformer un indice ou un benchmark prédéfinie en anticipant les variations des marchés financiers à partir de modèles quantitatifs.

Le gérant du portefeuille se base sur différents indicateurs de marché (les signaux) qui présentent des informations macro ou micro économiques et un modèle de prédiction du marché à partir de ces signaux. Le but étant de prédire au mieux l'évolution du cours afin de déterminer la position long/short pour la période suivante.

Ce mémoire présente une stratégie d'allocation tactique développée au sein de l'équipe multi-gestion actions et alternatives de la Caisse des Dépotes et Consignation à Paris dans le but de surperformer les marchés boursiers américains, japonais et émergents en suivant leurs indices phares respectifs: S&P 500, Topix et MSCI EM.

La stratégie utilisera un ensemble d'indicateurs qui seront traités de manière différentes afin d'en tirer la meilleure information. On commencera par présenter succinctement l'ensemble de ces indicateurs, leurs spécificités et leurs limites puis ensuite on présentera les méthodes adoptées pour regrouper ces indicateurs et prédire l'évolution des 3 indices.

E. Backtesting

Le *backtesting* consiste en un test de validation du modèle sur un historique de données. Nous faisons donc tourner le modèle en nous plaçant à différentes dates du passé (à intervalles réguliers) pour calculer les scores à ces dates précises, et nous observons, parallèlement, les performances des actions notées par le modèle, suivant une stratégie d'achat et de vente définie au préalable.

Les indicateurs utilisés tels que les primes de risque par pays, le PMI ou les EPS sont disponibles sur un très long historique, sur Bloomberg et Factse. Les cours de chacun des indices, qui permettent le calcul de la tendance et du RSI, et les différents indices servant au calcul de l'indicateur de sentiment, sont également disponibles.

Cet historique important est une base solide pour les backtest qui seront réalisés, il comprend différents scénarios qui ont eu lieu sur les 25 dernières années et qui seront utiles pour prédire l'évolution des cours sur le moyen long terme.

INDICATEURS

Dans tout modèle de gestion, des indicateurs sont utilisés pour mettre en place le modèle. Le choix de ces indicateurs revient au gérant du portefeuille ainsi qu'à la pertinence de ces derniers par rapport aux actifs utilisés.

Pour notre modèle d'allocation tactique, nous avons choisi de diversifier les indicateurs en utilisant des informations à la fois macro et micro économiques et aussi un indicateur de sentiment.

Nous présenterons dans ce qui suit, de manière succincte, les six indicateurs étudiés et mis en place.

A. Le Trend-Following

a. Introduction

Il y a deux cents ans, David Ricardo (grand économiste anglais ayant fait fortune en faisant de la spéculation boursière) précisait que pour savoir « laisser courir ses gains » et « couper ses pertes » il fallait voir de près l'indicateur de tendance. Le suivi de tendance, utilisé depuis des décennies par les traders, reste un indicateur phare des marchés boursiers et son utilisation par la plupart des opérateurs du marché fait de lui un indicateur dont il faut tenir compte.

Mathématiquement, la tendance est une régression linéaire du cours de l'actif par rapport aux temps.

$$S = \alpha * T + \varepsilon$$

α étant la pente de régression et ε l'erreur.

Une pente positive est un signe de tendance haussière alors qu'une pente négative est un signe de tendance baissière. Si la pente est nulle (généralement on dit qu'il n'y a pas de pente ou qu'elle est nulle quand la régression n'est pas robuste) alors l'actif n'a pas de tendance.

1. Tendance haussière :



La tendance haussière peut se matérialiser par une ligne de support oblique touchant au moins deux plus bas de plus en plus hauts.

2. Tendance baissière :



Une tendance baissière peut se matérialiser par une ligne de résistance oblique touchant au moins deux plus hauts de moins en moins hauts.

3. Tendance neutre :

On parle de tendance neutre lorsqu'on constate une stagnation des cours.

b. Calcul de la tendance et applications

Les données de base, quotidiennes, ont été extraites de Bloomberg pour chaque indice.

Pour calculer la tendance d'un indice, nous effectuons pour chaque jour i de cotation, à partir du 121^{ème} jour, 11 régressions linéaires :

- Cours du jour i à $i-19$ en fonction du temps.
- Cours du jour i à $i-29$ en fonction du temps.
- Cours du jour i à $i-39$ en fonction du temps.
- ...
- Cours du jour i à $i-119$ en fonction du temps.

Si parmi ces 11 régressions au moins six d'entre-elles ont un R^2 supérieur à 0.5, alors nous considérons qu'il y a une tendance, et nous retenons la pente de la régression ayant un R^2 supérieur à 0.5 et ayant la plage de temps la plus longue après l'avoir normalisée avec le premier cours de l'indice et annualisée.

Ainsi, un indicateur positif sera le signe d'une tendance à la hausse tandis qu'un indicateur négatif sera le signe d'une tendance à la baisse. Ces indicateurs ont été calculés sur chacun des trois indices compris dans l'univers d'investissement : S&P500, TOPIX et MSCI Emerging.

1. S&P 500 TR

- 6338 dates au départ.
- 2865 dates avec une tendance (45.20% des cas).

Plage de temps	Nombre d'occurrences
70	65
80	89
90	105
100	109
110	135
120	2362

2. TOPIX TR

- 5937 dates au départ.
- 2754 dates avec une tendance (46.39% des cas).

Plage de temps	Nombre d'occurrences
70	100
80	142
90	143
100	143
110	160
120	1974

3. MSCI EMERGING TR

- 3166 dates au départ.
- 1700 dates avec tendance (53.69% des cas).

Plage de temps	Nombre d'occurrences
70	48
80	52
90	66
100	89
110	101
120	1344

L'indicateur de Trend-Following étant calculé pour chacun des trois indices, nous chercherons ensuite à mettre en place une stratégie long/short à partir de ce signal afin de battre chacun des trois indices.

c. Stratégies long/flat

Une fois l'indicateur de suivi tendance calculé, on déterminera un seuil de rebalancement, c'est-à-dire que nous nous placerons en position longue sur le marché en question si l'indicateur de Trend-Following est au-dessus de ce seuil, et en position short si l'indicateur est en-dessous.

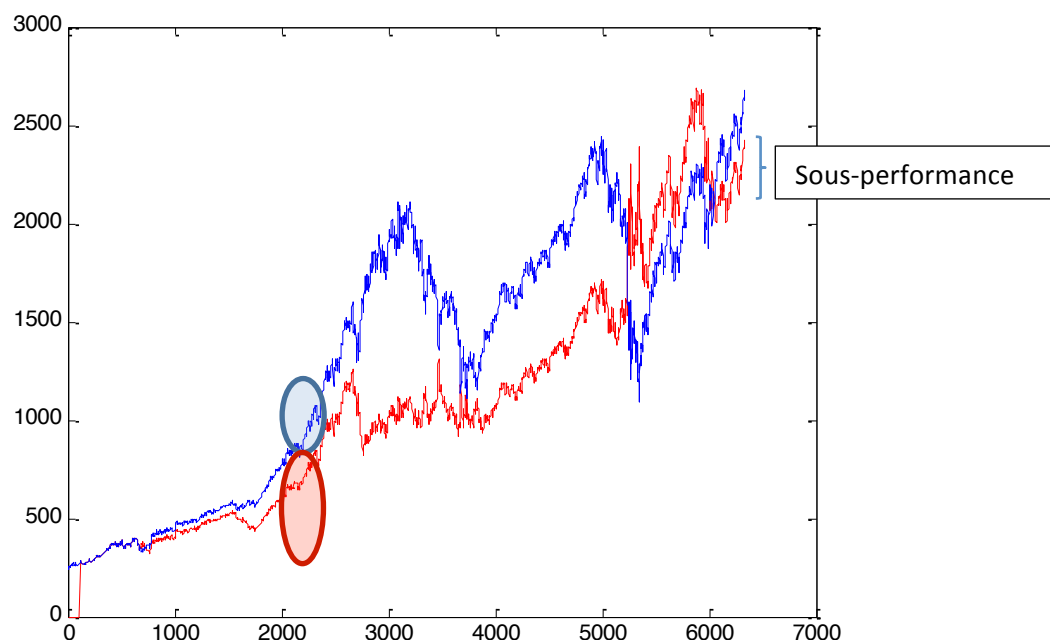
Une optimisation sur l'historique du seuil en maximisant le rendement ou le ratio de Sharpe pose un problème de sur-apprentissage « overfitting » c'est-à-dire que le modèle sera parfaitement adapté à l'historique étudié sans aucune certitude qu'il continuera à bien fonctionner pour les données futures. Pour cette raison nous choisirons le seuil qualitativement et donc pour une stratégie de tendance, le seuil 0, puis nous adapterons notre stratégie pour obtenir un modèle stable et performant.

1. Stratégie 1 : Stratégie binaire

Dans ce cas-là, la stratégie est la suivante :

Pour chaque date i , si une pente est disponible, nous mettons le portefeuille en position 100% long si elle est positive, 100% short si elle est négative.

Tant qu'il n'y a pas de nouvelle pente disponible pour les dates suivantes, nous gardons la même position. Ci-dessous la stratégie appliquée au S&P 500 TR :



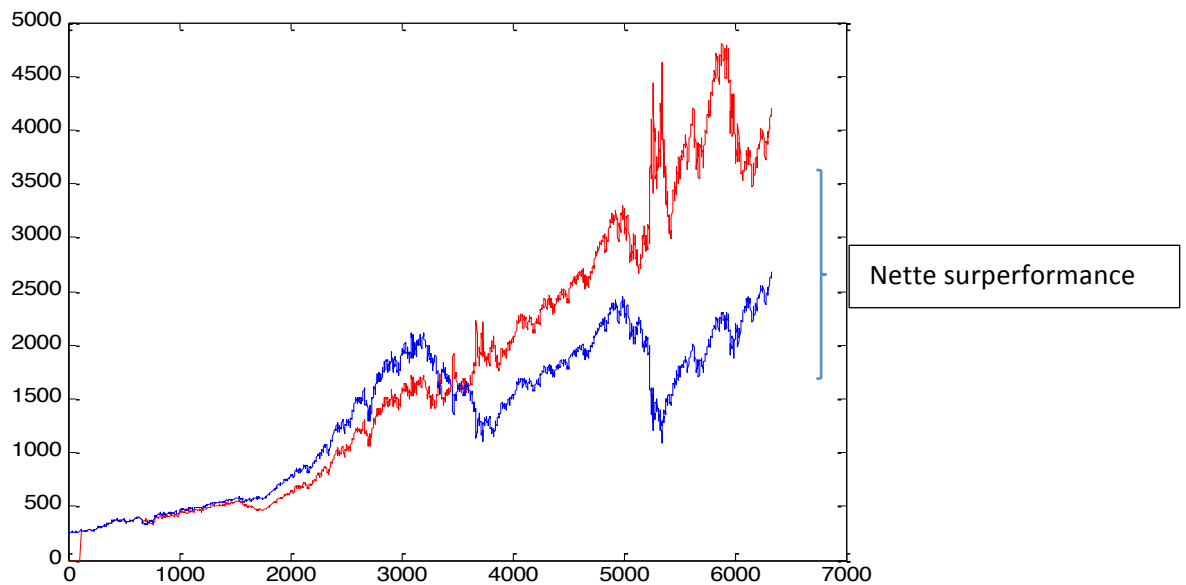
	Stratégie	Indice
Ratio de Sharpe	0,36	0.41
Maximum Drawdown	-35.45%	-56.23%

Cette stratégie permet d'éviter les fortes baisses, mais elle ne surperforme pas l'indice et le portefeuille peut accuser de lourdes pertes à cause d'une pente isolée. La stratégie 2 tente de corriger ces problèmes.

2. Stratégie 2 : Stratégie binaire avec utilisation de plusieurs pentes

Dans ce cas, nous gardons des positions 100% long/100% short, mais nous ne changeons de position que si nous avons plusieurs pentes de même signe pendant N dates consécutives. Cela permet d'ignorer des pentes isolées et d'éviter des pertes dues à un changement de position à cause d'une seule date.

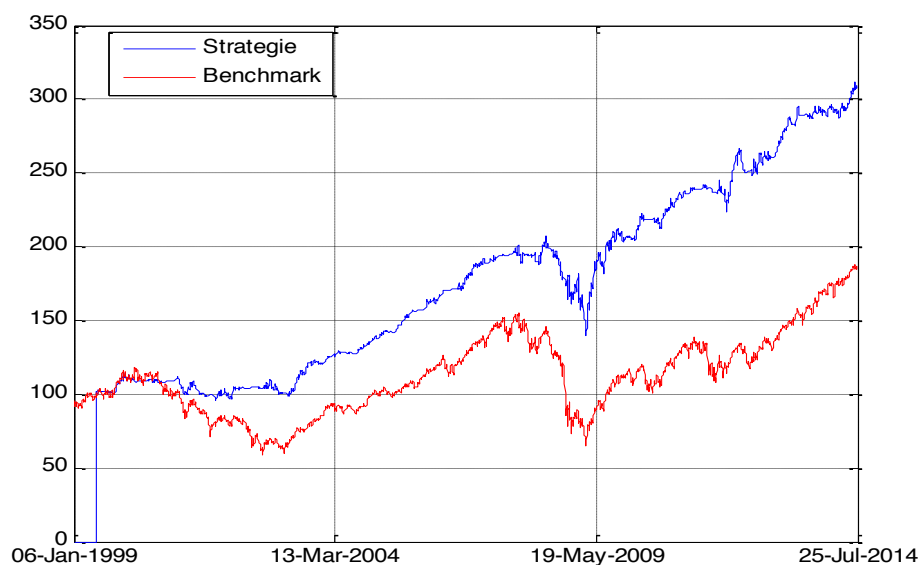
Ci-dessous l'application de cette stratégie au S&P 500 TR avec N = 5 jours :



	Stratégie	Indice
Ratio de Sharpe	1,12	0.41
Maximum Drawdown	-32,28%	-56.23%

Cette stratégie permet de surperformer nettement l'indice (+5.5% par an en moyenne) et d'éviter les crises.

Nous backtestons ensuite la stratégie long/flat sur le portefeuille, partant d'un montant nominal de 100 composé d'un tiers S&P 500, un tiers Topix et un tiers MSCI EM. Les positions neutres seront capitalisées par le taux Eonia. **Nous tracerons** sur le même graphique le benchmark associé.



	Stratégie	Indice
Ratio de Sharpe	1,68	0.56
Maximum Drawdown	-38,54%	-52,45%

d. Conclusion

Les méthodes de Trend-Following sont jugées par certains comme des techniques dépassées sauf que leur utilisation récurrente par la plupart des opérateurs et dans de nombreux modèles fait de cette méthode un outil incontournable à étudier afin de l'améliorer et de l'adapter à nos classes d'actifs et de l'inclure dans le modèle mis en place.

Valeur	Signal
TrendFollowing > 0	Présence d'une tendance haussière, signal d'achat
TrendFollowing < 0	Présence d'une tendance baissière, signal de vente

B. Le RSI (relative Strength Index)

a. Introduction

Proposé par J. Welles Wilder en 1978, le RSI (Relative Strength Index) est un indicateur avancé d'analyse technique. Utilisé conjointement à l'analyse de la tendance, il a vocation à :

- repérer la puissance d'un mouvement (indiquer si le mouvement s'essouffle);
- indiquer si nous sommes en situation de sur-achat ou de sur-vente.

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + \frac{H}{B}}$$

Où H représente la moyenne mobile exponentielle des hausses du cours/prix sur les 14 derniers jours et B , la valeur absolue de la moyenne mobile exponentielle des baisses du cours sur les 14 derniers jours.

La formule de la moyenne mobile exponentielle étant :

$$MME_t = \text{Prix}_t \times A + MME_{t-1} \times (1 - A)$$

Avec :

$$A = \frac{2}{1 + n}$$

Nous introduisons le RSI dans notre étude parce qu'il est sûrement, comme les points pivots, l'indicateur technique le plus utilisé par les traders. Bien qu'il ne démontre pas de grandes qualités, si X millions d'utilisateurs ont les yeux rivés sur le RSi alors il y aura un poids dans la

fluctuation des cours. Ainsi, nous utilisons cet indicateur car il est à même d'impacter fortement les cours.

b. Stratégie

La stratégie utilisée est basée sur les deux seuils généralement mis en place pour le RSI :

- Position long si le RSI < 30
- Position short si le RSI > 70
- Position de la période i-1 inchangée si le RSI est compris entre 30 et 70

c. Conclusion

L'analyse technique est un élément fondamental dans la détection des évolutions des marchés boursiers et sert de signal d'entrée ou de sortie. Nous citons plusieurs éléments d'analyses techniques comme les points pivots, les retracements de Fibonacci, les momentums... Nous avons choisi d'intégrer le RSI à notre modèle pour sa simplicité et son efficacité.

Valeur	Signal
RSI < 30	Signe de sur-vente, signal d'achat
RSI > 70	Signe de sur-achat, signal de vente

C. La Prime de risque implicite

a. Introduction

La prime de risque désigne un supplément de rendement exigé par un investisseur afin de compenser un niveau de risque supérieur à la moyenne.

Ce phénomène est basé sur le phénomène d'aversion au risque dans la psychologie humaine, où les investisseurs – tout comme les parieurs – tendent à préférer un gain faible avec une probabilité élevée à un gain élevé assorti d'une probabilité plus faible.

Ainsi, il y a une demande moins forte pour les actifs risqués que pour les actifs non risqués.

De ce fait, les investisseurs exigent en général, pour investir dans une entreprise (par l'achat d'actions ou d'autres titres financiers émis par des entreprises), que le rendement attendu soit supérieur à celui d'un placement non risqué, c'est-à-dire celui des emprunts d'État. Cette différence de taux, autrement dit ce revenu supplémentaire exigé, constitue la prime de risque. Le taux correspondant, qui est la somme du taux non risqué et de la prime de risque, est le taux risqué.

La prime de risque utilisée dans notre modèle est issue de Bloomberg. Nous utilisons le fait qu'une prime de risque relativement élevée indique une valorisation du marché faible alors qu'une prime de risque relativement faible est plutôt signe d'un marché cher.

Ces primes de risque ont été extraites de Bloomberg et sont calculées de la manière suivante :

$$\text{Prime de risque du Pays} = \text{rendement attendu du marché} - \text{taux sans risque}$$

Avec :

- *Rendement attendu du marché* : moyenne pondérée par les capitalisations des taux de rentabilité interne des membres d'un indice majeur représentatif du pays.
- *Taux sans risque* : Le taux d'intérêt des obligations d'Etat de maturité 10 ans.

Pour les Etats-Unis et le Japon, nous n'avons pas eu à retraiter les primes de risque extraites de Bloomberg, qui remontent respectivement à 2001 et 2005. En revanche, nous avons dû effectuer quelques calculs pour les pays émergents.

b. Prime de risque pays émergents

Pour calculer une « prime de risque Emergents », nous avons utilisé toutes les Country Risk Premium des pays qui composent l'indice MSCI Emerging, puis nous avons utilisé les poids de chacun des pays membres afin de déterminer une prime de risque.

Les poids des pays composant le MSCI Emerging ont été calculés à partir des informations données par le site du fonds indicier iShares MSCI Emerging Markets ETF.

Nos calculs ont abouti aux pondérations suivantes :

Pays	Poids
Chine	19,81%
Corée du Sud	16,24%
Brésil	10,20%
Taïwan	12,09%
Afrique du Sud	7,14%
Inde	6,40%
Russie	5,88%
Mexique	5,40%
Malaisie	3,92%
Indonésie	2,45%
Thaïlande	2,25%
Turquie	1,40%
Chili	1,50%
Pologne	1,71%
Colombie	0,97%
Philippines	0,93%
Pérou	0,45%
Rep. Tchèque	0,25%
Hongrie	0,26%
Egypte	0,22%
Grèce	0,50%

Ci-dessous la formule utilisée pour cette prime de risque :

$$\text{Prime de risque}_t = \frac{\sum_{i=1}^{21} \text{Poids du pays } i \text{ dans l'indice} \times \text{Prime de risque du pays } i \text{ en } t}{\sum_{i=1}^{21} \text{Poids du pays } i \text{ dans l'indice}}$$

c. Stratégies par indice

Sur chaque indice pris indépendamment, nous avons testé plusieurs stratégies utilisant ces informations :

- 1) Comparaison de la prime de risque un jour donné avec la moyenne mobile exponentielle EMA de période m jours (EMA_m) précédents des primes de risques.
 - a. On se place à une date $i - 1$.
 - b. Si la prime de risque en $i - 1$ est supérieure à EMA_m , alors on se met en position 100% long sur l'indice à la date i .
 - c. Sinon on se met en position 100% short à la date i .

- 2) Comparaison de la prime de risque un jour donné avec la moyenne mobile exponentielle EMA de période m jours (EMA_m) précédents des primes de risques avec au moins N jours où la tendance est conservée.
 - a. On se place à une date $i - 1$.
 - b. Si la prime de risque en $i - 1$ est supérieure à EMA_m et que cette inégalité est aussi vraie pour les $N - 1$ jours précédents, alors on se met en position 100% long sur l'indice à la date i .
 - c. Si la prime de risque en $i - 1$ est inférieure à EMA_m et que cette inégalité est aussi vraie pour les $N - 1$ jours précédents, alors on se met en position 100% short sur l'indice à la date i .
 - d. Sinon on conserve la position adoptée en $i - 1$.

- 3) Comparaison de la prime de risque un jour donné avec la moyenne mobile exponentielle EMA de période m jours (EMA_m) précédents des primes de risques plus p fois l'écart type sur m jours (σ).
 - a. On se place à une date $i - 1$.
 - b. Si la prime de risque en $i - 1$ est supérieure à $EMA_m + p \times \sigma$, alors on se met en position 100% long sur l'indice à la date i .
 - c. Si la prime de risque en $i - 1$ est inférieure à $EMA_m - p \times \sigma$, alors on se met en position 100% short sur l'indice à la date i .
 - d. Sinon on conserve la position adoptée en $i - 1$.

- 4) Comparaison de la moyenne mobile exponentielle EMA de période 10 jours (EMA_{10}) précédents des primes de risques avec la moyenne mobile exponentielle EMA de période m jours (EMA_m) précédents des primes de risques.
 - a. On se place à une date $i - 1$.
 - b. Si EMA_{10} est supérieure à EMA_m , alors on se met en position 100% long sur l'indice à la date i .
 - c. Sinon on se met en position 100% short à la date i .

- 5) Utilisation d'une *sliding scale* sur un intervalle centré sur la moyenne mobile.
- On se place à une date $i - 1$.
 - Si la prime de risque en $i - 1$ est supérieure à $EMA_m + p \times \sigma$, alors on se met en position 100% long sur l'indice à la date i .
 - Si la prime de risque en $i - 1$ est inférieure à $EMA_m - p \times \sigma$, alors on se met en position 100% short sur l'indice à la date i .
 - Sinon, on se met en position $100 \times \frac{\text{Prime de risque}_{i-1} - EMA_m}{p \times \sigma}$ long sur l'indice à la date i .

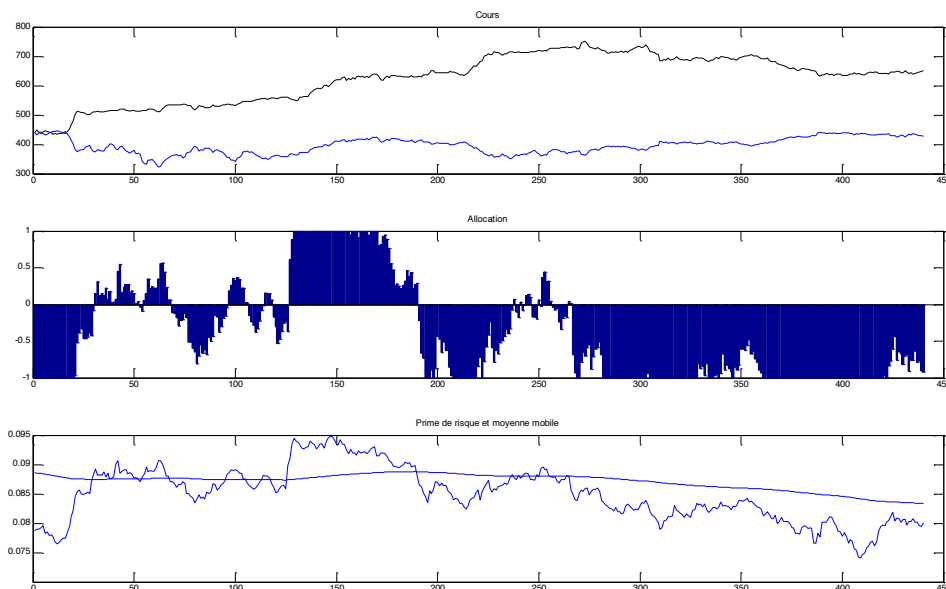
Nous avons testé ces stratégies en faisant varier m , p et N , puis nous avons décidé de sélectionner la dernière stratégie dont nous expliciterons les résultats ci-dessous.

d. Backtesting MSCI EM

Les résultats obtenus pour les paramètres de la stratégie sont :

- $m = 350$ et $p = 0.9$ pour le MSCI EMERGING TR.
- $m = 1400$ et $p = 1.8$ pour le TOPIX TR.
- $m = 2000$ et $p = 2$ pour le S&P 500 TR.

Nous traçons ensuite un backtest de la stratégie ainsi que l'évolution de l'indicateur prime de risque par rapport à la moyenne mobile et le tracé d'allocation sur le même graphique pour l'indice MSCI Emerging Market :



Nous visualisons sur le premier graphique la nette surperformance de la stratégie par rapport à l'indice sur le backtest. Le deuxième graphique présente l'allocation réalisée (achat, vente ou neutre) et le dernier retrace les courbes de prime de risque implicite et sa moyenne mobile.

Nous concluons que cette stratégie permet de surperformer l'indice de référence tout en maîtrisant la volatilité.

e. Conclusion

L'indicateur de prime de risque incorpore les 2 principales variables fondamentales qui expliquent en moyenne près de 45% des fluctuations boursières : les bénéfices prévisionnels et le taux d'intérêt.

Rappelons que la prime de risque mesure l'écart entre la rentabilité espérée d'un titre et le taux d'intérêt sans risque. L'utilisation que nous faisons de cet indicateur est toutefois différente de celle proposée par les analystes financiers. Plutôt que de s'en servir dans l'actualisation des flux futurs de trésorerie, et ainsi chercher à déterminer la valorisation d'un titre, nous utilisons la prime de risque comme un indicateur de sentiment du marché. Elle permet ainsi de déterminer si les investisseurs ont de l'appétit ou au contraire, éprouvent de l'aversion pour investir sur un titre donné.

Nous adopterons pour le modèle global un indicateur simplifié qui se résume à comparer la prime de risque à $EMA_m \pm p \times \sigma$

Valeur	Signal
Ecart important de la prime de risque par rapport à sa moyenne mobile > 0	Marché attractif, signal d'achat
Ecart important de la prime de risque par rapport à sa moyenne mobile < 0	Marché cher, signal de vente

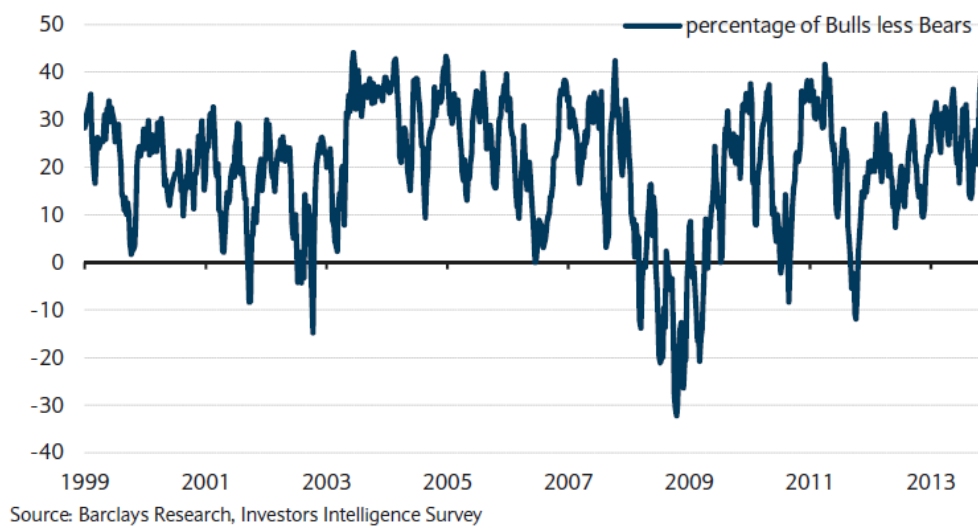
D. L'indicateur Sentiment

a. Introduction

La finance est loin d'être une science exacte, chaque investisseur ayant sa propre façon d'évaluer la valeur d'un titre et de décider s'il l'achètera ou le vendra (sans tenir compte d'autres considérations comme l'horizon de placement, le type d'investisseur, l'environnement réglementaire ou fiscal).

Dans une note de stratégie publiée par Barclays fin 2013, la banque évoquait un grand nombre d'investisseurs optimistes, illustré à travers une enquête faite auprès d'investisseurs américains mesurant la différence entre les optimistes (« bulls ») et les pessimistes (« bears »). Alors que le nombre d'optimistes dépassait de 13% le nombre de pessimistes à la fin août 2013, cet écart atteint aujourd'hui 40%, retrouvant ainsi son plus haut niveau historique comme l'illustre le graphique suivant. Un niveau d'optimisme qui coïncide avec des indices boursiers américains à des niveaux record.

Near-term sentiment has picked up significantly



D'autres enquêtes tentent de mesurer le sentiment des investisseurs par le biais des marchés d'options en rapportant le nombre de contrat pariant sur une hausse des indices (call) à ceux jouant sur une baisse (put).

Une autre manière d'évaluer le sentiment des investisseurs est de suivre un indicateur qui leur importe : celui de la volatilité (VIX aux Etats-Unis ou VSTOXX en Europe). Cet indicateur permet de déterminer leur degré d'aversion au risque. Les courtiers et banquiers conduisent également des enquêtes auprès des investisseurs pour déterminer leur positionnement et leur sentiment sur un certain nombre de thématiques, notamment quelle est la part de cash dans les portefeuilles ? Les investisseurs professionnels ont-ils plutôt tendance à sur/sous-pondérer telle ou telle classe d'actifs, tel secteur ?

b. Quelques exemples

1. L'indice de sentiment de l'AAII

L'indice de sentiment de l'AAII est une mesure hebdomadaire, effectuée depuis 1987, de l'avis des investisseurs sur la direction que prendra le marché pendant les six prochains mois. Les investisseurs qui pensent que le marché va monter sont recensés dans la catégorie « Bullish », ceux qui pensent qu'il va baisser sont inclus dans la catégorie « Bearish », et ceux qui n'ont pas d'opinion sont mis dans la catégorie « Neutral ».

L'indice de sentiment de l'AAII donne pour ces trois catégories la proportion d'investisseurs s'y identifiant.

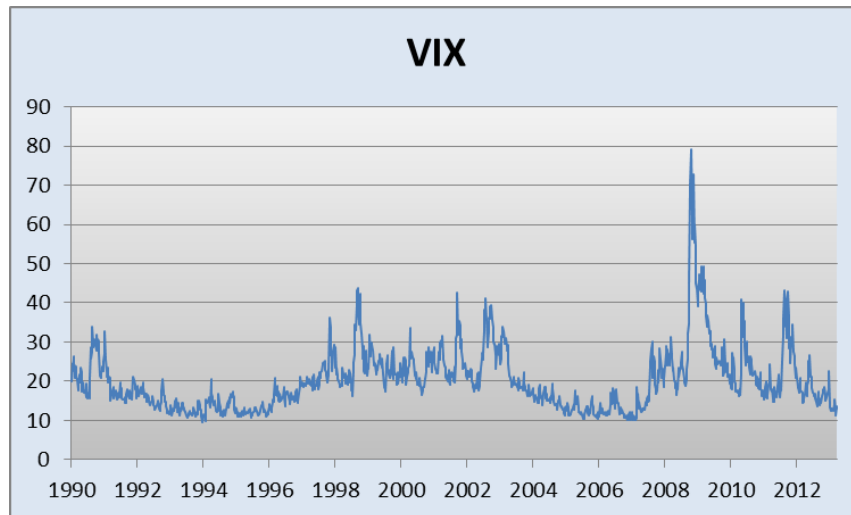
Par exemple nous avons, pour la période allant du 01/03/2014 au 22/03/2014, les pourcentages suivants :

Date	Bullish	Neutral	Bearish
01/03/2014	28,39	35,02	36,59
08/03/2014	31,06	30,43	38,51
15/03/2014	45,42	22,55	32,03
22/03/2014	38,94	27,72	33,33

2. Le VIX

Cet indice, calculé par le Chicago Board Options Exchange, estime la volatilité annualisée du S&P 500 sur le mois suivant à l'aide des volatilités des options d'achat et de vente sur les membres du S&P 500.

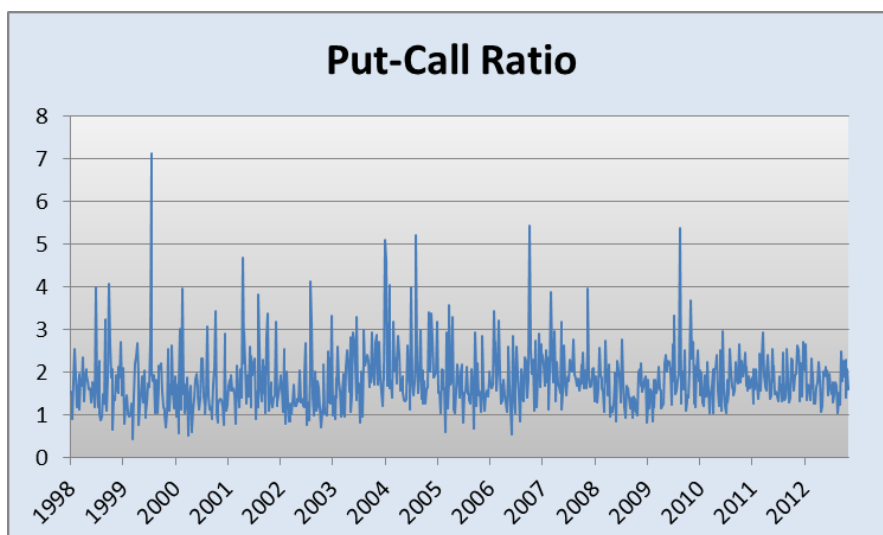
Plus l'indice est élevé, plus la volatilité du marché est importante.



3. Le put-call ratio du S&P 500

Cet indice mesure le rapport entre le volume de put et le volume de call sur les membres du S&P 500.

Plus le ratio est élevé, plus le risque l'est.



4. Indicateur Société générale

Le SG Sentiment Indicator est un indicateur lancé par la Société Générale. Il vise à mesurer un niveau moyen de risque global.

Il est construit à partir d'un panier de 12 indices représentatifs du stress des investisseurs. Les valeurs de ces indices ne sont pas utilisées directement par SG. Nous prenons une valeur par semaine puis nous leur appliquons une méthode de scoring déterminant le rang de la valeur de l'indice par rapport aux valeurs précédentes.

Les 12 indices :

- Volatilité action (VIX),
- Volatilité FX (average of G4 3M vol)
- Rates Vol (average of G4 1m1y and 1y5y swaptions)
- Swap Spread (average of G4 2y)
- Credit Spread (iTraxx)
- Gold to Gold Equity
- USD/JPY skew
- EUR/USD skew
- EUR/USD vol Term Structure
- EM Spreads
- Eurostoxx Vol
- EM FX Vol

G4 : USD, EUR, JPY, et GBP

La méthode de Scoring :

SG prend un historique de 30 jours ouvrés (de t à t-29). Le score vaut 1 si la valeur en t est la plus grande de l'historique et ainsi de suite. Le score 30 est affecté si la valeur de l'indice en t est la plus petite de l'historique.

Exemple (avec un historique de cinq jours) pour un indice donné :

t1-4	14,09	t2-4	14,72	t3-4	24,17
t1-3	16,79	t2-3	15,15	t3-3	25,16
t1-2	12,95	t2-2	16,95	t3-2	28,3
t1-1	14,64	t2-1	24,17	t3-1	29,99
t1	13,23	t2	25,16	t3	20,72
score	4	score	1	score	5

Nous remarquons que le choix de ces scores, qui sont utilisés pour le calcul de l'indice de sentiment, provoque une inversion de l'ordre des valeurs. En effet, si toutes les valeurs des indices du panier sont les plus grandes de l'historique, alors elles se verront affecter le score 1, et par conséquent la valeur de l'indice sera faible. Inversement des valeurs petites des indices du panier par rapport à leur historique se verront affecter des valeurs de scores élevées (proches de *LongueurHistorique*). Si c'est le cas pour tous les indices du panier, la valeur de l'indice de

sentiment sera élevée. Ainsi à un fort stress des marchés correspond une valeur de l'indice basse et à une situation stable correspond une valeur haute de l'indice.

L'agrégation des scores :

Le score est calculé pour chaque indice puis une moyenne simple est appliquée aux scores normalisés.

L'indice est ensuite calculé comme suit :

$$\text{SentimentIndicator}_t = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{\text{nombre d'indices}} \frac{\text{score}_t^i}{\text{LongueurHistorique}}$$

Nous remarquons que tous les indices ont le même poids dans le calcul du Sentiment Indicator et que les variables d'entrée sont centrées sur les pays développés.

c. Stratégie

Nous calculons le score de chaque indice du panier avant de calculer l'indice de sentiment. Une fois l'indicateur sentiment mis en place sur l'historique, nous élaborons une stratégie long/short selon un seuil alpha.

Pour déterminer le seuil alpha, nous utilisons une méthode d'optimisation sur une partie de l'historique, que nous validons à l'aide des données restantes de l'historique autrement appelées « out of sampling ». Nous faisons ensuite une moyenne des valeurs obtenues pour les 3 indices (S&P 500 TR, MSCI Emerging TR et TOPIX TR) et nous trouvons un alpha à 0,35.

Avec cette valeur, les stratégies à suivre sont les suivantes :

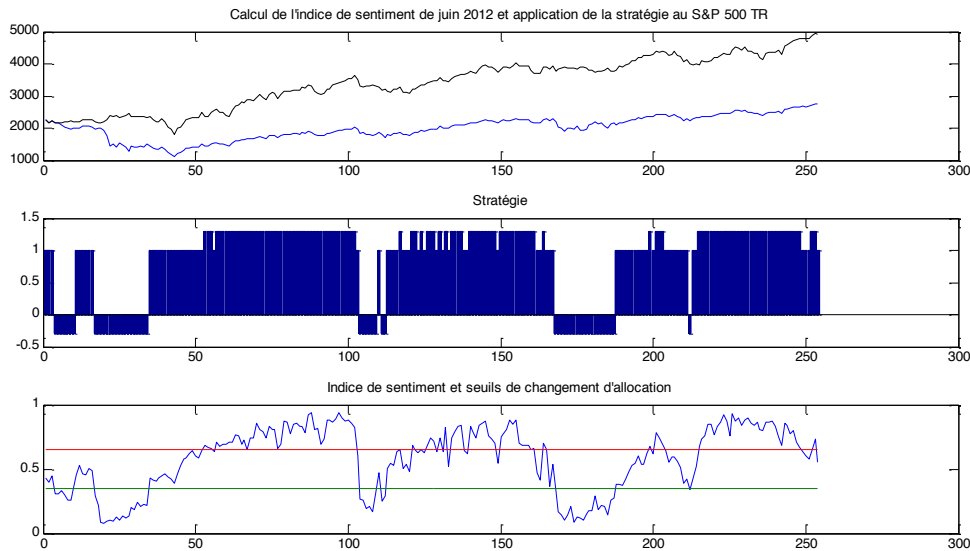
- Si l'indice de sentiment est inférieur à alpha, position 30% short
- S'il est compris entre alpha et 1-alpha, position 100% long
- Sinon position 130% long

NB : Nous avons trouvé nos données sur Bloomberg. Malheureusement nous n'avons pas trouvé d'historique aussi long que celui de la Société Générale et avons donc utilisé une matrice de données hebdomadaires allant du 22/09/2007 au 22/03/2014.

d. Backtest sur S&P 500

Nous choisissons d'appliquer un backtest de la stratégie long/short sur l'indice S&P500.

Nous traçons sur le même graphique l'évolution du cours du S&P500 sur la période ainsi que le résultat de la stratégie dans un premier temps. Nous traçons aussi les positions prises par la stratégie et enfin l'évolution dans le temps de l'indice de sentiment.



Sur le graphique ci-dessus, nous remarquons que l'indice sentiment se retrouve majoritairement entre les seuils 0,35 et 0,65.

Lorsque l'indice se trouve en dessous du seuil 0,35, il s'agit d'une zone de stress intense pour l'investisseur. Nous nous positionnons alors en 30% short, c'est-à-dire que nous plaçons 30% de notre portefeuille en vente à découvert d'un tracker du S&P 500 et le reste au taux EONIA. Nous pouvons observer sur le premier graphique (courbe noire, à partir de la semaine 20) que nous nous plaçons en position short alors que l'indice encaisse une baisse. Nous observons de nouveau ce phénomène entre les semaines 165 et 190, signifiant que notre stratégie anticipe bien l'évolution du cours S&P 500.

Inversement aux périodes de stress, les marchés peuvent rencontrer des périodes d'euphorie, marquées par d'importantes hausses des indices. La stratégie anticipe ces périodes par un dépassement de l'indice du seuil 0,65. Le marché est jugé détendu et nous décidons alors de nous exposer à 130% sur le marché. Nous remarquons sur le graphique du backtest que le portefeuille surperforme le benchmark sur ces périodes qui connaissent une hausse de l'indice et que globalement, sur la période de 78 mois consécutifs, la stratégie long/short basée sur l'indicateur de sentiment de la Société Générale a permis de surperformer l'indice de référence avec un ratio de Sharpe intéressant qui confirme l'intérêt de l'utilisation de ce signal.

e. Conclusion

La finance comportementale se base en grande partie sur le sentiment du marché. Régulièrement, des chiffres sont publiés par les brokers pour refléter la température sur les marchés mondiaux.

En France, comme aux Etats-Unis et sur les principales places financières mondiales, ces chiffres sont attendus par certains analystes avec beaucoup d'impatience. Aux Etats-Unis, les sondages réalisés par l'association américaine des investisseurs individuels reflètent le sentiment du marché américain : un sentiment haussier du marché américain a inévitablement des répercussions positives sur les indices américains et européens.

Cette étude nous a permis de mettre en place un indicateur de sentiment qui couvrira l'information comportementale dans le modèle globale.

Valeur	Signal
SoGeSentiment < 0.35	Stress intense, « panique », signal de vente
SoGeSentiment > 0.65	Marché détendu, « euphorie », signal d'achat

E. Le PMI (Purshasing Managers Index)

a. Introduction

Le PMI (Purshasing Managers Index) est calculé chaque mois à l'aide d'un sondage effectué auprès de responsables achat d'entreprises industrielles. Ce sondage, qui prend la forme d'un questionnaire, reflète leur point de vue sur la santé industrielle de leur pays. Pour chaque question, 3 réponses sont proposées : amélioration (réponse positive), pas de changement (réponse neutre), aggravation (réponse négative).

Nous déterminons ensuite les proportions des réponses positives (P_1) et neutres (P_2) puis nous effectuons un ajustement saisonnier. Après quoi, nous déterminons le PMI selon la méthode suivante :

$$\text{PMI} = 100 \left(P_1 + \frac{1}{2} P_2 \right)$$

Nous obtenons un indice qui varie entre 0 et 100 et qui s'interprète de la manière suivante :

- Si la valeur de l'indice est supérieure à 50, alors les responsables des achats des entreprises perçoivent en majorité une amélioration de la situation économique du pays.
- Si en revanche la valeur de l'indice est inférieure à 50, alors les responsables des achats perçoivent un déclin de la santé économique du pays.

Parmi les PMI les plus utilisés, nous pouvons citer :

- l'ISM Report On Business pour les États-Unis
- Tankan au Japon
- PMI Markit calculé par HSBC pour un les pays émergents

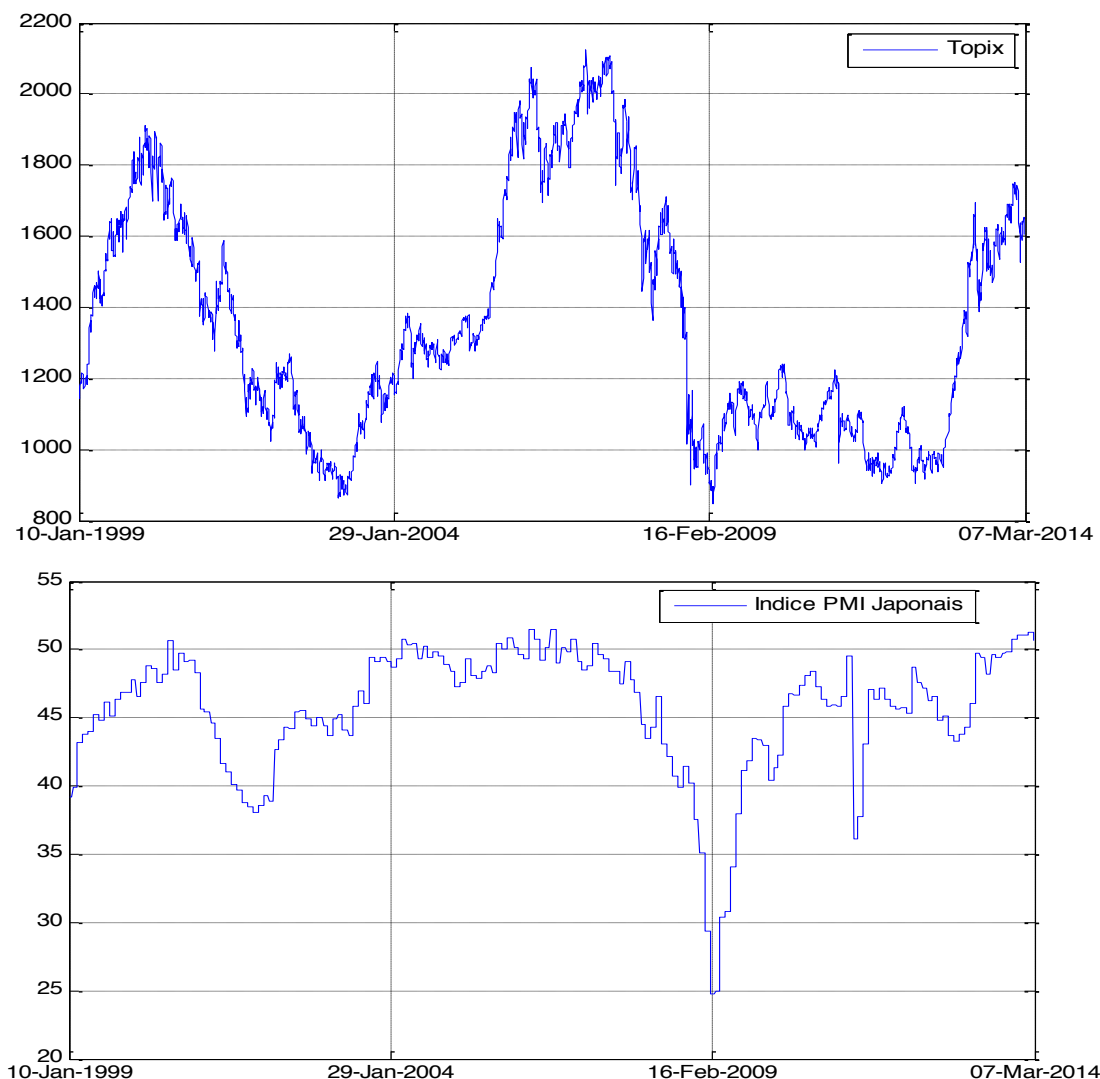
Dans la partie suivante, nous nous intéressons au PMI du Japon, ce qui nous permettra de mettre en place une stratégie d'allocation.

b. PMI du Japon

L'objectif de cette étude est de trouver une stratégie d'investissement concernant l'indice local du Japon « Topix », en se basant sur le PMI.

« Japan Small Business Confidence All Industries » est un indicateur mensuel du PMI japonais dont l'espérance est disponible sur Bloomberg (depuis le 8 Janvier 1999) contrairement au « Tankan » dont nous ne disposons que des valeurs trimestrielles.

Nous traçons sur deux figures séparées l'évolution de cet indice et celle du Topix (indice local japonais) :



Nous constatons par lecture graphique que lorsque le marché enregistre une baisse, les valeurs de l'indice PMI sont basses. Il paraît donc opportun de déterminer un seuil d'achat à l'aide du PMI afin d'éviter les crises.

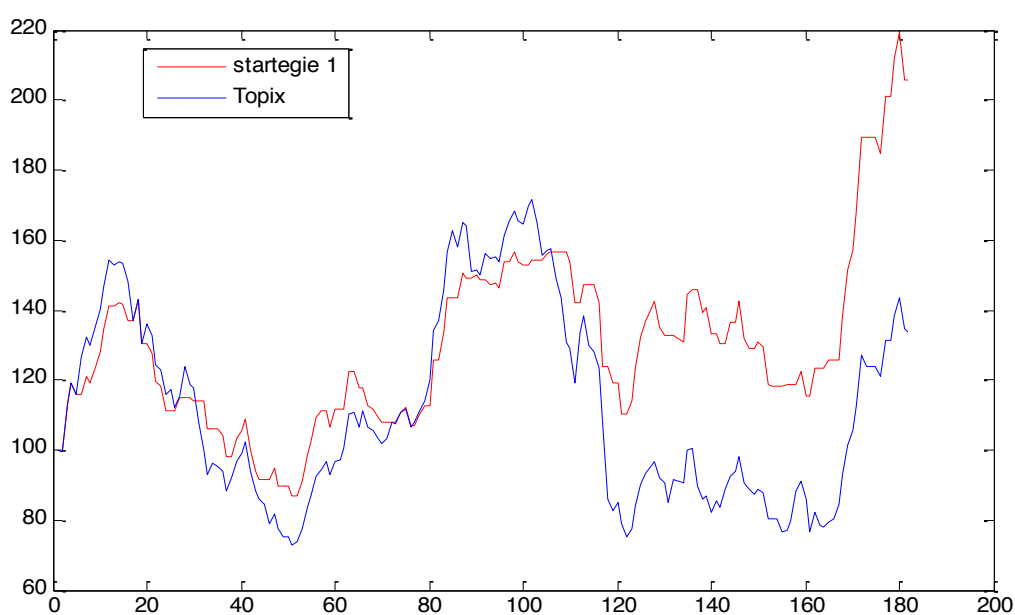
1. Stratégie1 :

Nous choisissons une stratégie long/flat qui dépend de la variation de l'indice PMI. En nous basant sur la différence mensuelle de la valeur de cet indice, nous construisons une stratégie d'achat sur l'indice local japonais.

Si l'indice PMI connaît une hausse ou ne varie pas par rapport au mois précédent, nous achetons l'indice Topix. Dans le cas contraire, nous nous mettons en position neutre.

L'indice étant mensuel, nous utilisons les rendements mensuels de l'indice Topix.

Le backtest sera réalisé sur un historique de 15 ans (182 mois) à partir de février 1999 :



Cette stratégie permet d'éviter les crises en passant en position neutre en cas de variation négative de l'indice PMI qui est un signe de la mauvaise santé de l'économie japonaise. Elle permet également d'augmenter le ratio de Sharpe, et de diminuer le Maximum Drawdown et la volatilité annualisée par rapport à l'indice de référence, comme le montre le tableau suivant :

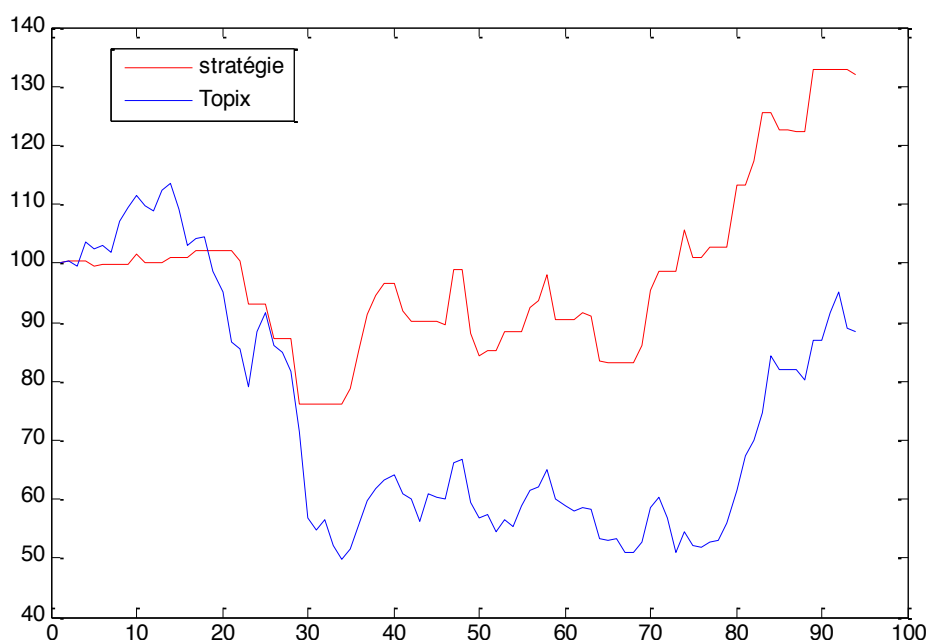
	Stratégie 1	Indice
Ratio de Sharpe	1.87	0.89
Maximum Drawdown	-39.37%	-58.28%
Volatilité annualisée	8.23	9.62

Nous nous basons désormais sur des données prédictives de l'indice PMI déterminés par les analystes au lieu des valeurs définitives. Nous mettons en place la même stratégie en se basant sur ces données.

Nous extrayons à partir de Factset les prévisions de l'indice « Japan Small Business Confidence All Industries » que nous utiliserons par la suite pour reprendre la même stratégie : achat en cas de variation positive et position neutre en cas de variation négative de cet indice.

L'historique de cette enquête étant disponible à partir du 31 mai 2006, le nombre de données est limité par rapport au backtest précédent.

Le backtest de cette stratégie en utilisant les données extraites à partir de Factset donne :



Les baisses de rendement ont été bien anticipées et corrigées en passant en position neutre et puis les reprises de l'indice « Topix » ont été suivies en passant en position d'achat une fois que le signal fut donné.

	Stratégie 1	Indice
Ratio de Sharpe	1.54	0.08
Maximum Drawdown	-25.45%	-58.28%
Volatilité annualisée	5.62%	6.55%

Encore une fois la stratégie a permis d'améliorer le ratio de Sharpe par rapport à celui de l'indice et de baisser le maximum Drawdown ainsi que la volatilité annualisée comparée à celle de l'indice « Topix » pris sur la même période. Ces résultats restent relatifs à la longueur de l'historique qui est courte par rapport au backtest précédent.

2. Stratégie 2 :

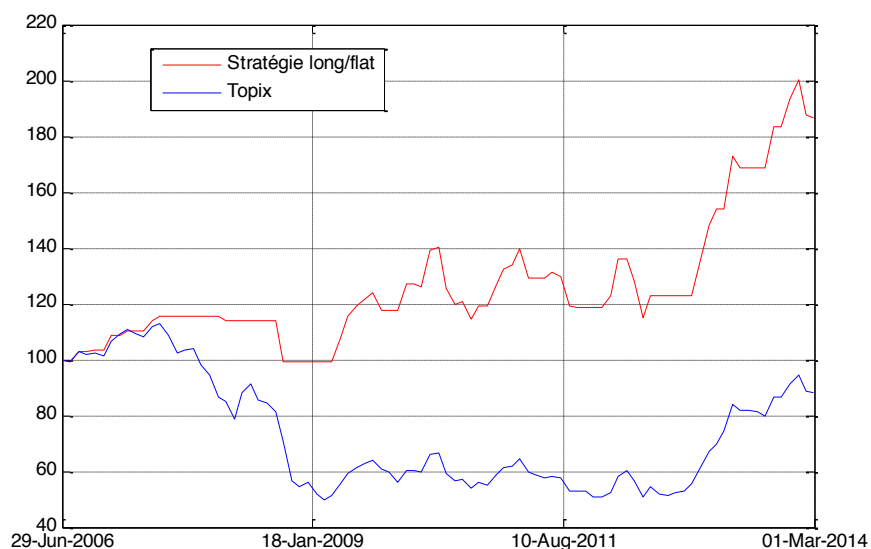
La première stratégie se basait sur la différence mensuelle de l'indice Japan Small Business Confidence, ou sur la différence mensuelle de sa valeur espérée, afin de déterminer la position long/flat.

Dans cette partie nous nous intéressons à la différence entre la valeur de l'indice Japan Small Business Confidence (fournie à la fin de chaque mois) et sa valeur espérée (par le consensus) afin de choisir une position pour le mois suivant.

Cette différence sera comparée à la médiane de l'historique précédent l'observation. La stratégie sera :

- Position longue du « Topix » si la différence est supérieure à la médiane de l'historique précédant la constatation.
- Position neutre si la différence est inférieure à la médiane de l'historique précédant la constatation.

Nous réalisons un backtest de cette stratégie comparée dans le graphe qui suit au « Topix ». La période utilisée débute le 31 mai 2006 (date de disponibilité des valeurs espérées de l'indice Japan Small Business Confidence)



	Stratégie 3	Indice
Ratio de Sharpe	2.79	0.08
Maximum Drawdown	-18.36%	-58.28%
Volatilité annualisée	8.18%	6.55%

Cette stratégie permet d'obtenir le meilleur ratio de Sharpe et de baisser le Maximum Drawdown par rapport à la stratégie précédente. La stratégie surperforme l'indice et anticipe les baisses et nous permet ainsi d'éviter les chutes du cours de l'indice.

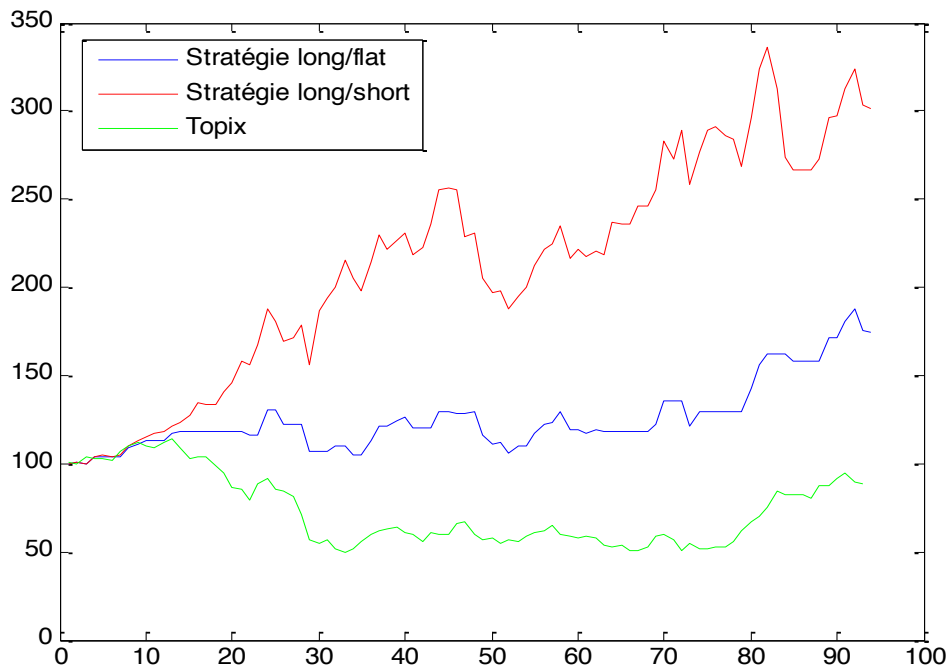
c. Conclusion : Validation de la stratégie long/flat par une stratégie long/short

Afin de valider la stratégie précédente qui consiste à acheter dans le cas où la différence entre l'indice Japan Small Business Confidence et sa valeur espérée est supérieure à la médiane de

l'historique à partir de la valeur constatée ou de se mettre en position neutre dans le cas contraire, nous adoptons une stratégie long/short qui consiste à :

- Acheter l'indice « Topix » si la différence est supérieure à la médiane de l'historique précédant la constatation.
- Vendre l'indice « Topix » si la différence est inférieure à la médiane de l'historique précédant la constatation.

Nous traçons le backtest de cette stratégie ainsi que celui de la stratégie long/flat sur le même graphique :



La nette surperformance de la stratégie long/short par rapport à la stratégie long/flat confirme que les positions prises neutres anticipaient des baisses du cours de l'indice.

Valeur	Signal
PMI par rapport à sa moyenne mobile < 0	Economie en mauvaise santé, signal de vente
PMI par rapport à sa moyenne mobile > 0	Economie en bonne santé, signal d'achat

F. Le BPA (Bénéfices Par Action)

a. Introduction

Le bénéfice par action (*BPA*) ou Earnings Per Share (*EPS*), est le bénéfice net d'une société divisé par le nombre d'actions en circulation qui composent son capital :

$$\text{BPA} = \frac{\text{Bénéfice net}}{\text{nombre d'actions en circulation}}$$

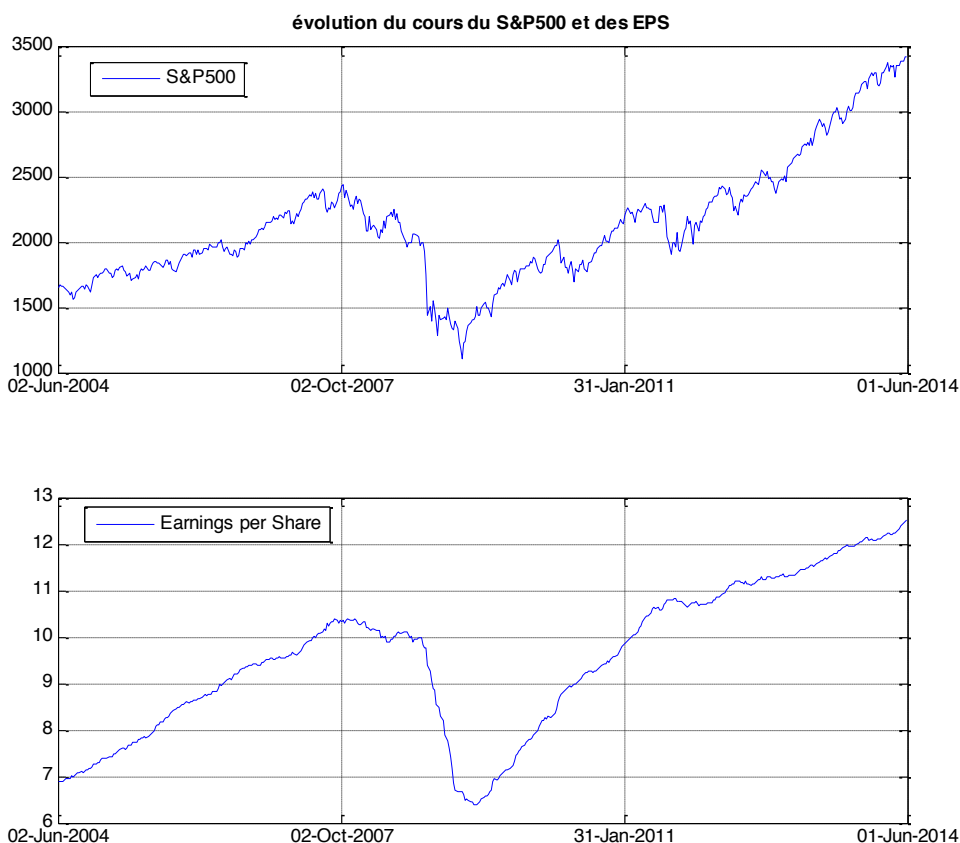
Le nombre d'actions en circulation prend en compte les titres convertibles et les droits de souscription.

Le BPA est utilisé principalement pour les sociétés cotées en bourse et représente un critère financier important et souvent corrigé par les analystes à travers les révisions du résultat net de l'entreprise.

L'EPS NTM (EPS Next Twelve Month) est disponible quotidiennement et représente la prévision des analystes de l'EPS des douze prochains mois. L'importance de ce paramètre nous pousse à nous intéresser à son évolution dans le temps afin de prévoir l'évolution du cours de l'actif en question.

L'EPS d'un indice est la somme pondérée des EPS des différentes composantes de cet indice. Il est disponible directement via des ETF qui traquent l'indice sur Factset ou Bloomberg.

Application à l'indice S&P500 :



L'évolution du cours de l'indice S&P500 est proche de celle des bénéfices par action associés. Une stratégie basée sur l'évolution des EPS pour choisir une position d'achat ou neutre pour l'indice peut être développée.

Dans la partie qui suit, toutes les stratégies sont basées sur des positions hebdomadaires.

b. Stratégies

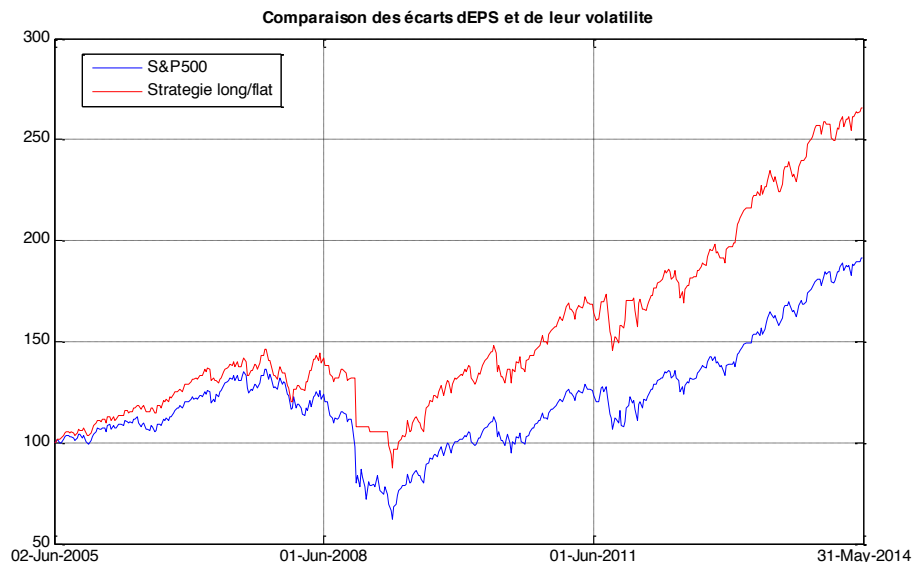
La stratégie est basée sur la comparaison de l'écart hebdomadaire des EPS et la volatilité annualisée des écarts. Cette stratégie a été adoptée afin d'éviter des changements de position liée à une légère variation des prévisions.

Un seuil de $-0.5 \cdot \tau$ a été fixé pour les passages de position neutre à la position achat et inversement, avec τ l'écart type annuel calculé sur les 52 semaines précédentes.

La stratégie sera :

- Si la différence entre l'EPS en fin de semaine et sa valeur de la semaine précédente est supérieure à $-0.5 \cdot \tau$, nous nous plaçons en position d'achat pour la semaine suivante
- Nous restons en position neutre sinon

Un backtest de cette stratégie est réalisé sur l'historique disponible (du 03 juin 2005 au 30 mai 2014) :



	Stratégie	Indice S&P500
Ratio de Sharpe	1.68	1.04
Maximum Drawdown	-40.12%	-54.71%

Le ratio de Sharpe et le Maximum Drawdown sont moins pertinents par rapport à la stratégie 1 mais le rendement final est supérieur.

c. Conclusion

Les bénéfices par action sont une information importante sur les marchés financiers ainsi que leurs prévisions par les analystes. Les investisseurs ont tendance à privilégier une société dont les bénéfices sont en hausse et couper leurs positions si les prévisions des bénéfices sont plutôt à la baisse.

Nous exploiterons alors cette information afin de créer un signal robuste sur les indices S&P500, Topix et MSCI EM qui anticipe le marché à la hausse pour donner un signal d'achat ainsi qu'à la baisse afin de donner un signal de position neutre.

Valeur	Signal
Ecart de l'EPS par rapport à son écart type > 0	Marché attractif, signal d'achat
Ecart de l'EPS par rapport à son écart type < 0	Marché cher, signal de vente

II. ALLOCATION TACTIQUE

A. Prémisses

En matière de gestion financière, il existe deux sources principales de performance : d'une part, l'investisseur doit avoir une allocation d'actifs adaptée à ses objectifs, c'est-à-dire répartir ses investissements entre les différentes classes d'actifs (obligations d'État, obligations d'entreprises, actions en différentes devises) de façon à maximiser le rendement attendu dans une « enveloppe » de risque donnée ; et d'autre part, il doit sélectionner de bons gérants pour optimiser la performance au sein de chaque classe d'actifs.

a. La sélection des fonds

La sélection des fonds se fait à partir de critères spécifiques qui concernent généralement :

- **Le rendement du fond** : le rendement d'un fond est la moyenne pondérée de tous les actifs composant ce fond. Nous nous intéressons plutôt au rendement annuel ou le rendement « year-to-date », c'est-à-dire le rendement du fond par rapport au 1^{er} janvier de l'année en cours.
- **La liquidité** : le fond doit avoir une liquidité sur les marchés qui permet au gérant de sortir à tout moment en cas de rebalancement du portefeuille.
- **La volatilité** : elle représente le paramètre de quantification du risque de rendement de fond. Les gérants de fond sont capables de contrôler la volatilité par la diversification des actifs composant le fond.
- **Les frais d'entrée et sortie** : ils représentent les droits d'entrée lors de la souscription et les frais de sortie à la vente. Généralement, des frais de gestion et de révision s'ajoutent aussi à ces droits.
- **La tracking error** : dans le cas des fonds benchmarkés (fonds répliquant un indice), elle représente l'erreur de réplification. Le gérant du fond cherche à minimiser la tracking error pour cette classe de fond.

Il existe plusieurs styles de gestion de fonds, plus ou moins « dynamiques » à court terme (arbitrages rapides) ou stables à long terme (buy and hold), plus ou moins diversifiés ou sélectifs. Nous trouvons notamment les orientations de gestion suivantes :

- Valeurs de croissance (*growth*) : investir dans des titres de société dans des secteurs à forte croissance

- Valeurs d'actifs (*value*): investir dans des titres de sociétés performantes et stables avec des valeurs d'actifs importantes dans des secteurs traditionnels
- Grosses capitalisation (*big cap*): investir dans des titres de grosses sociétés.
- Petites capitalisation (*small cap*): investir dans des titres de petites sociétés.

Contrairement à la gestion active dont le but est de surperformer les indices par la sélection judicieuse ou risquée des actifs, la gestion passive cherche à répliquer un marché (par exemple le marché des grandes capitalisations françaises) et son indice (le CAC 40) en achetant les actions des sociétés composant l'indice (le plus souvent en fonction de la capitalisation boursière) et en faisant varier son portefeuille avec les modifications de l'indice. Leur niveau de risque correspond au niveau de risque du marché que les gérants cherchent à répliquer. Enfin, leurs frais de gestion et de transaction sont très inférieurs aux frais des fonds de gestion active.

Nous nous intéresserons aux **ETF** (Exchange Traded Funds) qui sont des fonds cotés en bourse présentant des alternatives intéressantes aux fonds d'investissement fonctionnant par souscription et revente auprès d'un organisme financier distributeur (banque, etc.). Ces fonds cotés en bourse cotent comme des actions de société et s'achètent également comme des actions cotées. Leurs frais de gestion sont en général moins élevés que les fonds de placement et leurs frais de transaction s'apparentent à ceux des actions auprès des sociétés de courtage. Ils permettent de manière très économique de diversifier les investissements boursiers des particuliers et institutionnels.

b. L'allocation d'actifs

Le domaine de l'allocation d'actifs se distingue par deux phases distinctes : la phase « d'allocation stratégique », où est déterminée la structure « normale » du portefeuille compte tenu des caractéristiques propres de l'investisseur (horizon d'investissement, aversion au risque...), et la phase « d'allocation tactique » où sont prises en compte les configurations de marché particulières qui justifient, à un instant donné, un écart à l'allocation stratégique. Une fois fixée, l'allocation stratégique d'un investisseur est très rarement modifiée. Inversement, l'allocation tactique est revue fréquemment, et la performance qui en découle est généralement strictement contrôlée grâce à l'usage des benchmarks que nous décrirons plus précisément.

c. L'allocation tactique

Dans le cadre de ce mémoire, l'allocation tactique se fera sur une poche globale comprenant l'investissement dans les marchés américains, japonais et pays émergents à travers des ETF qui traquent les indices S&P 500, Topix et MSCI Emerging Market pour des positions longues et neutres capitalisées sur un taux Eonia.

Le portefeuille sera réparti de manière équi-pondérée sur les 3 marchés. Nous prendrons des positions quotidiennes d'achat ou des positions neutres grâce aux ETF qui nous permettent un achat ou une vente très souple.

Dans la suite, nous chercherons un modèle quantitatif qui nous permettra de prédire l'évolution du cours de chaque indice et nous aidera à choisir la position pour la période suivante. Le modèle sera développé par des méthodes de backtesting et devra être assez stable dans le sens où le modèle détecte des tendances de fonds et cherche à générer du alpha sur la durée.

B. La méthode de scoring

a. Introduction

Chacune des 6 études sur les indicateurs traités dans la première partie a produit une stratégie long/flat qui, par une méthode de backtesting, donne des résultats satisfaisants par rapport à chacun des 3 indices. Ces études ont permis de déterminer des seuils de rebalancement rappelés ci-dessous :

Valeur	Signal
TrendFollowing > 0	Présence d'une tendance haussière, signal d'achat
TrendFollowing < 0	Présence d'une tendance baissière, signal de vente
Ecart important de la prime de risque par rapport à sa moyenne mobile > 0	Marché attractif, signal d'achat
Ecart important de la prime de risque par rapport à sa moyenne mobile < 0	Marché cher, signal de vente
RSI < 30	Signe de sur-vente, signal d'achat
RSI > 70	Signe de sur-achat, signal de vente
SoGeSentiment > 0.65	Marché détendu, « euphorie », signal d'achat
SoGeSentiment < 0.35	Stress intense, « panique », signal de vente
PMI par rapport à sa moyenne mobile > 0	Economie en bonne santé, signal d'achat
PMI par rapport à sa moyenne mobile < 0	Economie en mauvaise santé, signal de vente
Ecart de l' EPS par rapport à son écart type > 0	Marché attractif, signal d'achat
Ecart de l' EPS par rapport à son écart type < 0	Marché cher, signal de vente

Dans la suite, nous regrouperons l'ensemble de ces stratégies dans une seule stratégie d'allocation globale.

b. Scoring

En fonction des différents signaux d'achat et de vente fournis par les indicateurs construits nous allons les agréger en un score unique. Afin de différencier les indicateurs et de déterminer leur poids dans le score final, nous déterminons le score comme suit :

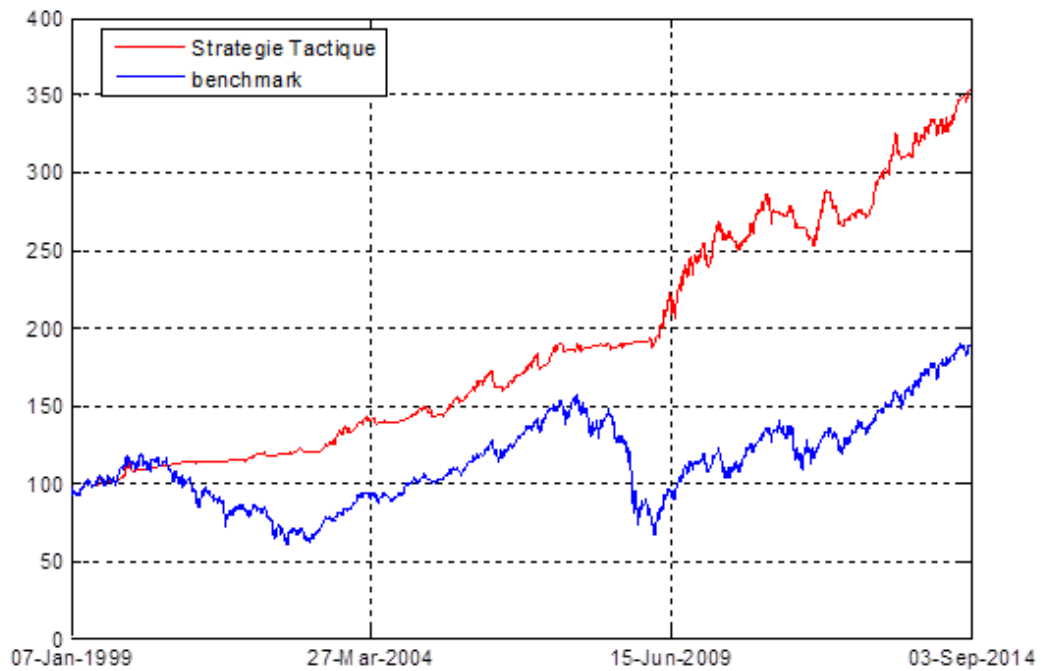
Indicateur	Valeur	Apport au Score
Tendance	> 0	α_1
	< 0	$-\alpha_1$
Prime de risque	> 0	α_2
	< 0	$-\alpha_2$
RSI	< 30	α_3
	> 70	$-\alpha_3$
SoGe Sentiment	< 0.35	α_4
	> 0.65	$-\alpha_4$
PMI	> 0	α_5
	< 0	$-\alpha_5$
EPS	> 0	α_6
	< 0	$-\alpha_6$

Nous avons choisi de surpondérer l'indice PMI et Tendance qui sont plus représentatifs d'une tendance de fond. A l'inverse les indicateurs prime de risque et RSI ont un poids relatif moins important. Les poids choisis (pour la stabilité des résultats autour de ceux-ci) sont :

- Tendance : 4
- SoGe Sentiment : 3
- RSI : 2
- Prime de risque : 1
- PMI : 5
- EPS : 2

La stratégie d'allocation tactique consiste à investir de manière systématique sur les marchés présentant un indicateur global plus grand que le seuil fixé à 0.25 (ce qui correspond à peu près à tous les cas où le nombre de signaux d'achat sont majoritaires).

c. Résultats



	Stratégie	Benchmark
Ratio de Sharpe	2.08	0.35
Maximum Drawdown	-11.66%	-57.82%

d. Limites du modèle

Les stratégies d'allocation long/flat (long/short en général) sont efficaces sur des marchés à forte volatilité et sans tendance de fond. Toutefois, depuis la création d'une poche tactique en début 2014, le rendement est positif mais reste en dessous du benchmark. En effet l'année 2014 a connu une tendance haussière du marché actions et une baisse du marché obligataire.

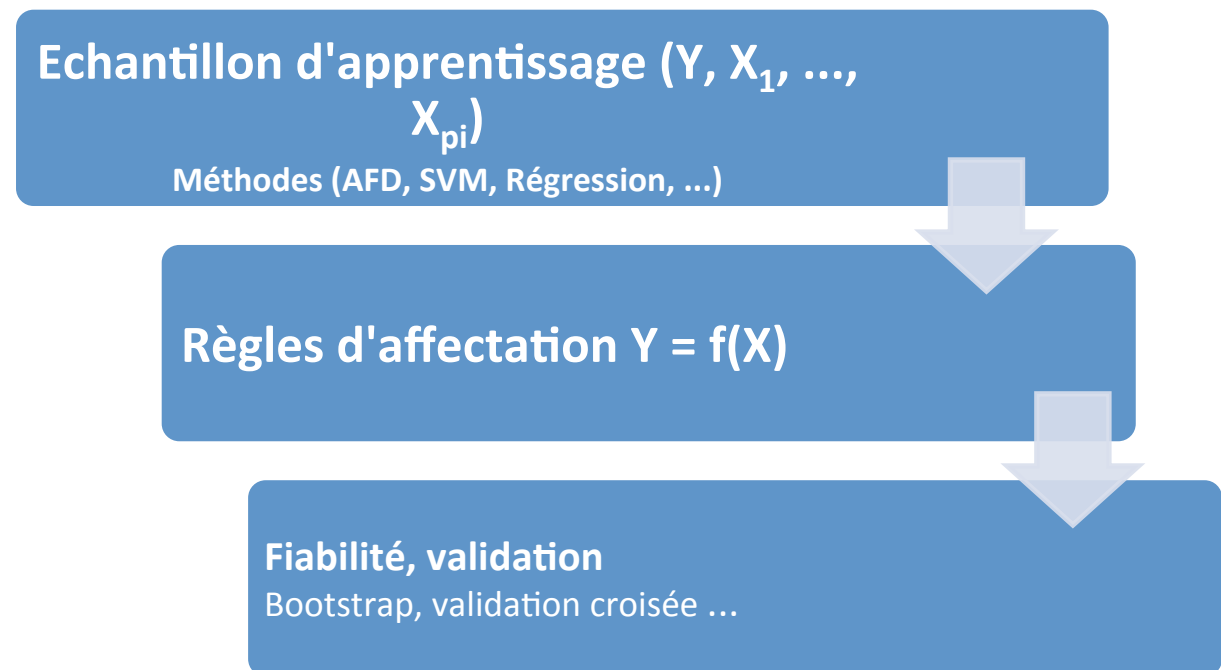
D'ordinaire, le modèle d'allocation bascule en position neutre quand les conditions du marché sont défavorables ou à l'anticipation d'une baisse des cours, mais cette année, l'indice S&P 500 par exemple, a connu un rendement proche de 12% ce qui revenait à sanctionner les positions neutres du portefeuille par une hausse du benchmark.

Les limites relatives aux marchés d'exposition, restreints à 3 indices, ainsi qu'à la gestion long/flat à cause des restrictions par rapport à la vente à découvert dues à la politique de la caisse des dépôts font que notre poche tactique ne donnera ses premiers fruits que suite à quelques années de mise en place. En effet, si notre stratégie était mise en place au cours de la crise de 2008, la poche aurait surperformer fortement les marchés et éviter la chute des indices.

C. La classification supervisée

La classification supervisée permet principalement de définir des règles permettant de classer des objets dans des classes à partir de variables qualitatives ou quantitatives caractérisant ces objets. Les méthodes s'étendent souvent à des variables Y quantitatives (régression).

Nous disposons au départ d'un échantillon dit d'apprentissage, dont le classement est connu. Cet échantillon est utilisé pour l'apprentissage des règles de classement. Il est nécessaire d'étudier la fiabilité de ces règles pour les comparer et les appliquer, évaluer les cas de sous apprentissage ou de sur apprentissage (complexité du modèle). Nous utilisons souvent un deuxième échantillon indépendant, dit de validation ou de test.



Notations :

- P population
- D ensemble des descripteurs
- $\{1, \dots, K\}$ ensemble des descripteurs
- $X : P \rightarrow D$ fonction qui associe une description à tout élément de P (extraction d'attributs)
- $Y : P \rightarrow K$ associe une classe à chaque élément de P
- $C : D \rightarrow \{1, \dots, K\}$ fonction de classement ou de procédure de classification

L'objectif de la classification supervisée est de déterminer C de façon que $C(X)$ approche au mieux Y .

Nous disposons de différentes stratégies d'apprentissage :

- Règle majoritaire : à tout d de D , nous associons la classe k telle que $P(k)$ est maximale
- Règle de maximum de vraisemblance : à tout d nous associons k telle que $P(d/k)$ est maximale
- Règle de Bayes : à tout d nous associons k telle que $P(k/d)$ est maximale

a. Arbre de décision

1. Introduction

La classification automatique est la catégorisation algorithmique d'objets. Elle consiste à attribuer une classe ou catégorie à chaque objet (ou individu) à classer, en se basant sur des données statistiques. Elle fait couramment appel à l'apprentissage automatique et est largement utilisée en reconnaissance de formes.

Dans le cadre de l'allocation tactique, nous avons cherché à développer une nouvelle stratégie d'allocation long/flat sur les indices à partir d'un programme de classification. Dans le cadre de cette étude, l'objet à classer sera le rendement quotidien d'un indice boursier et les données statistiques qui serviront à cette classification seront les indicateurs étudiés et utilisés pour la méthode d'allocation par poids.

Nous rappelons les indicateurs utilisés :

- Un indicateur de Trend-Following (Tendance)
- Le RSI (Relative Strength Index)
- Un indice de sentiment inspiré du SoGe Sentiment Indicator
- La prime de risque du pays
- Le PMI (Purchasing Managers Index)
- Les EPS (Earnings Per Share)

Les objets à classer seront :

- Le rendement quotidien de l'indice S&P500
- Le rendement quotidien de l'indice Topix
- Le rendement quotidien de l'indice SMSCI EM

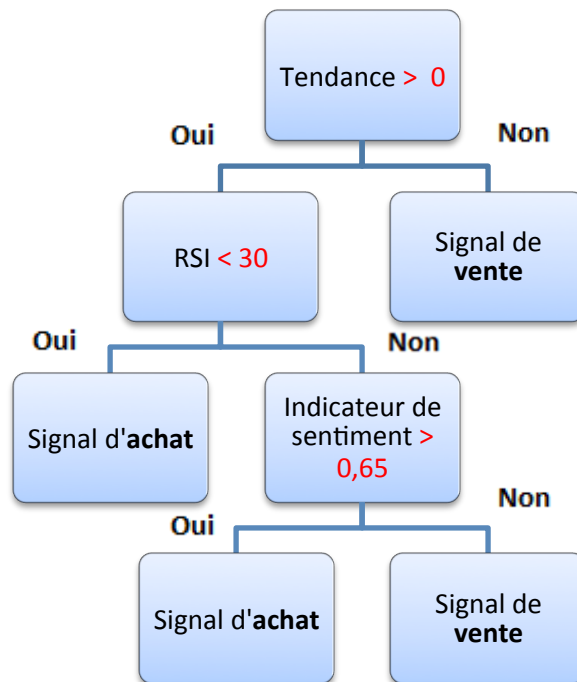
L'objectif est alors d'utiliser un algorithme de classification dans le but de classer convenablement et quantitativement les signaux pouvant indiquer des rendements positifs **et** les signaux pouvant indiquer des rendements négatifs.

2. Méthode de classification : les arbres de classification

Les arbres de classification permettent de construire des prédictions à partir d'un prédicteur 'x' quantitatif (nombres réels) pour une réponse 'y' qualitative (binaire).

La construction de l'arbre se fait par une méthode d'optimisation nœud par nœud (le départage des nœuds est fait de façon optimale). Le critère d'optimisation classiquement utilisé est celui des moindres carrés (i.e. on cherche à minimiser l'erreur entre le vrai y (celui que nous passons en paramètre) et sa prédiction).

L'arbre de classification peut se représenter graphiquement comme un arbre (graphe). Par exemple:



L'exemple ci-dessus est purement explicatif et les conditions mentionnées sont à titre indicatif seulement afin de présenter au lecteur un exemple d'arbre de décision à partir du modèle étudié d'allocation tactique et ses signaux. En réalité, les conditions et les seuils sont déterminés par des méthodes d'optimisation.

Pour réaliser une prédiction, l'utilisation de l'arbre est relativement instinctive. Pour tous les éléments X_i du vecteur X (le vecteur contenant les signaux à l'instant i), nous classifions en suivant la branche appropriée.

Par exemple, pour l'arbre précédant nous pouvons construire les prédictions suivantes:

$(X_1=2, X_2=0) \Rightarrow 0$

$(X_1=0, X_2=0) \Rightarrow 0$

$(X_1=2, X_2=1) \Rightarrow 1$

Dans notre étude, nous transformerons les rendements quotidiens des indices en binaire : pour un rendement positif nous attribuerons la valeur 1 et pour un rendement négatif la valeur 0.

Les signaux utilisés sont hétérogènes car leurs méthodes de calculs et leurs échelles sont différentes. Pour corriger ce biais, nous normalisons tous les indicateurs en utilisant une moyenne et un écart type glissants sur 252 jours.

Pour un jour donné t et un signal X (un des six indicateurs utilisés) la valeur du signal normalisé sera calculée de la manière suivante :

$$X_t \text{ normalisé} = \frac{X_t - \mu}{\sigma}$$

$$\text{Avec } \mu = \frac{1}{252} (X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-251})$$

$$\sigma_{252} = \sqrt{\frac{1}{252} \sum_{i=0}^{251} (X_i - \mu)^2}$$

Ainsi tous les signaux sont homogènes et les résultats de la classification seront plus efficaces.

Application sous Matlab :

Sous Matlab l'utilisation des arbres de classification se fait de la manière suivante: nous récupérons la *MatriceIndic* contenant l'historique des cinq indicateurs. Nous récupérons également les valeurs de l'indice, dont nous calculons les rendements associés. Nous transformons ces derniers de manière à obtenir une réponse qualitative.

Ceci se matérialisant sous Matlab comme suit :

```
For(i=100:1000) % boucles sur les fenêtres
{
    % Construction de la matrice d'attributs sur la fenêtre [1:i-1]
    X = ...
    % Construction du vecteur réponse sur la fenêtre [1:i-1]
    Y = ...

    %Construction de l'arbre de classification
    arbreClassification = ClassificationTree.fit(X,Y)

    % Construction de l'attribut à prédire/prédicteur
    X_predicteur = signaux à l'instant i (juste après la fenêtre)

    % Prédiction de la réponse pour l'instant
    Y_predit = predict(arbreClassification, X_predicteur)
}
```

Enfin, pour backtester, nous appliquerons la classification sur une période passée dont les valeurs de l'indice sont déjà connues. Ainsi nous récupérerons les rendements prédits par l'arbre de classification que nous comparerons aux valeurs réelles. Le backtest sera de se positionner long si la valeur du rendement prédit est égale à 1 (rendement prédit positif) et en position neutre si la valeur du rendement prédit est égale à 0 (rendement prédit négatif). Nous tracerons la courbe de ce backtest en superposition avec la courbe du cours de l'indice. Nous nous baserons sur le critère de ratio de Sharpe pour juger la pertinence de cette stratégie.

Remarque: Pour observer graphiquement l'arbre construit l'ordre de l'utilisation de " ClassificationTree.fit ", nous pouvons utiliser la fonction:

```
view(arbreClassification,'mode','graph')
```

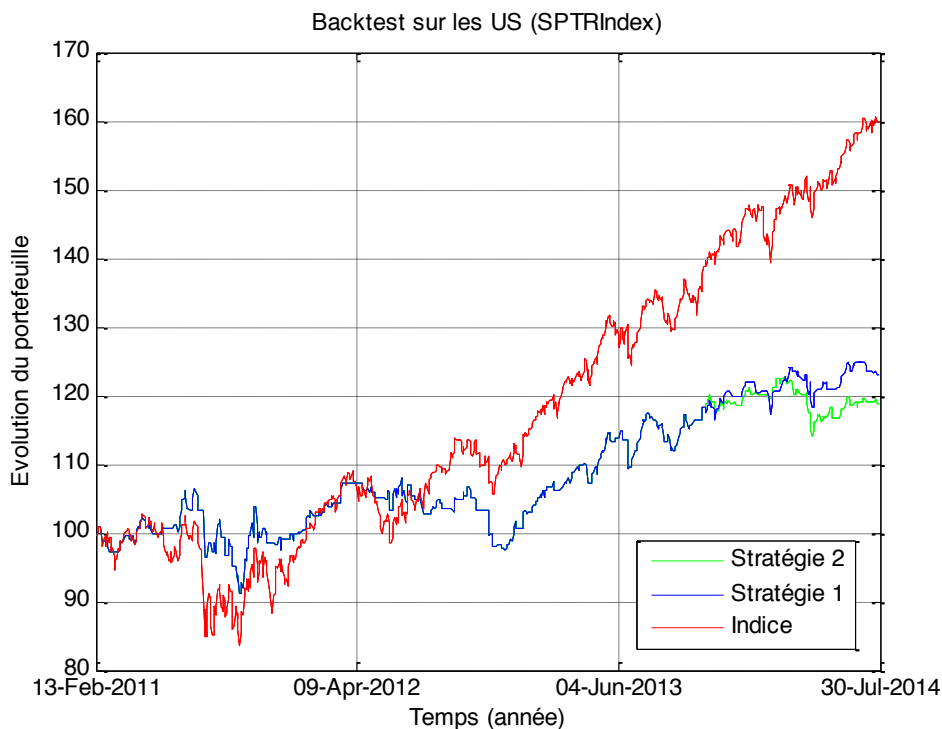
b. Résultats des backests sur les quatre indices

Nous adopterons deux stratégies long/flat différentes pour l'ensemble des backtests où nous changerons la sortie à classifier. Pour la stratégie 1, la transformation binaire des rendements de l'indice sera réalisée par rapport à la valeur 0 (ie $Y=0$ si le rendement quotidien est nul, $Y=1$ si le rendement quotidien est positif). Pour la stratégie 2, la transformation binaire sera réalisée suite à la comparaison du rendement quotidien de l'écart-type glissant sur un an (ie $Y=0$ si le rendement quotidien est inférieur à $-0,5 * \sigma_{252}$ et $Y=1$ sinon).

1. Backtest sur les US :

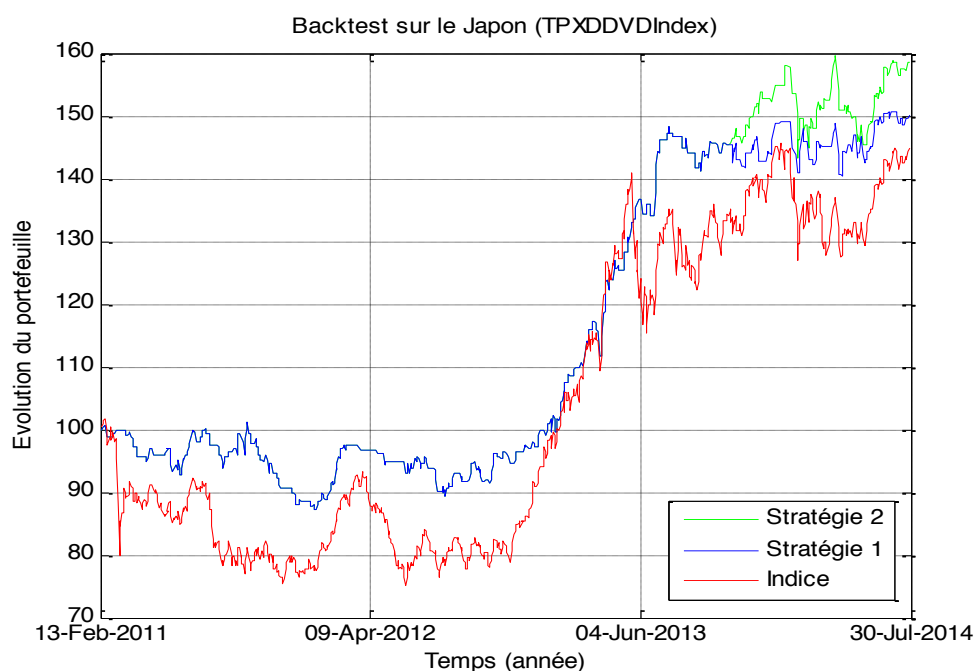
	Stratégie 1	Stratégie 2	Indice
Ratio de Sharpe	0,18	0,16	0,98
Maximum Drawdown	-19,74%	-19,74%	-21,46%

Les stratégies basées sur la classification par arbres sont efficaces sur la première partie au cours de l'année 2011 et le premier trimestre 2012, nous remarquons une surperformance par rapport à l'indice S&P 500, car la stratégie se place en position neutre souvent pour des baisses du cours de l'indice. Par contre à partir de juin 2012, la stratégie sous performe nettement l'indice et cela revient à une tendance haussière du cours de l'indice, ainsi les passages en position neutre de la stratégie sont souvent sur des périodes de hausses ce qui justifie cet écart par rapport à l'indice.



2. Backtest sur le Japon :

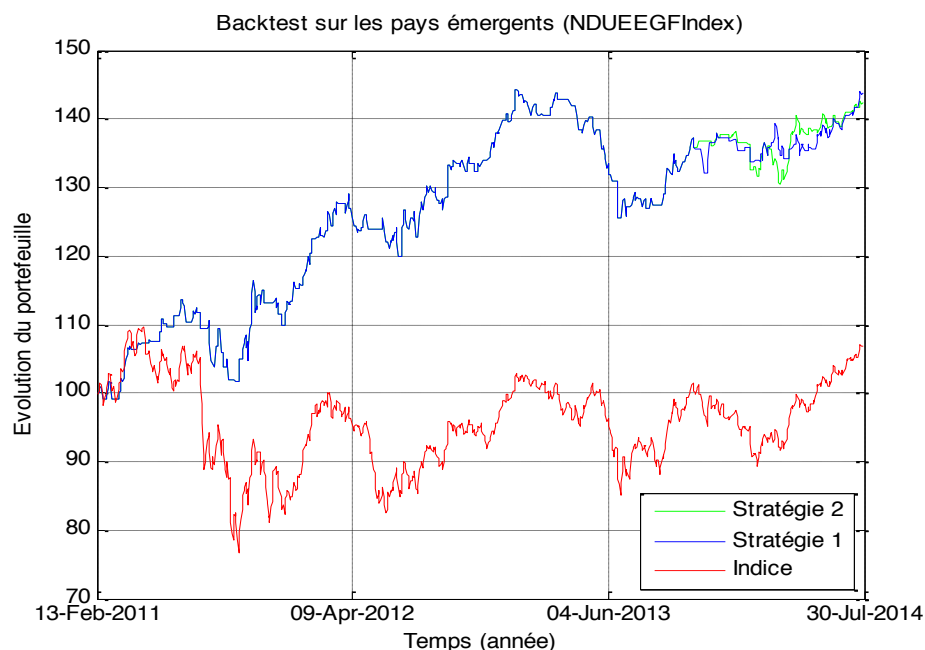
La stratégie long/flat sur l'indice japonais Topix est performante sur la période étudiée. On remarque une nette surperformance sur la première partie entre février 2011 et début 2013 puis une évolution à la hausse de la stratégie et de l'indice à partir de 2013 (baisse des taux de l'obligataire et hausse du marché action) puis une évolution stable sur l'année 2014 qui a connu beaucoup de mouvement dans les marchés japonais, les deux stratégies ont coupé les baisses et ont bien suivi les hausses de l'indice. Le ratio de Sharpe des stratégies (1,32 pour stratégie 1 et 1,45 pour la stratégie 2) confirme l'intérêt de ces dernières par rapport une position longue sur l'indice Topix dont le ratio de sharpe entre février 2011 et août 2014 est de 0,86.



3. Backtest sur les pays émergents :

	Stratégie 1	Stratégie 2	Indice
Ratio de Sharpe	0,76	0,72	0 23
Maximum Drawdown	-17,88%	-17,88%	-32,96%

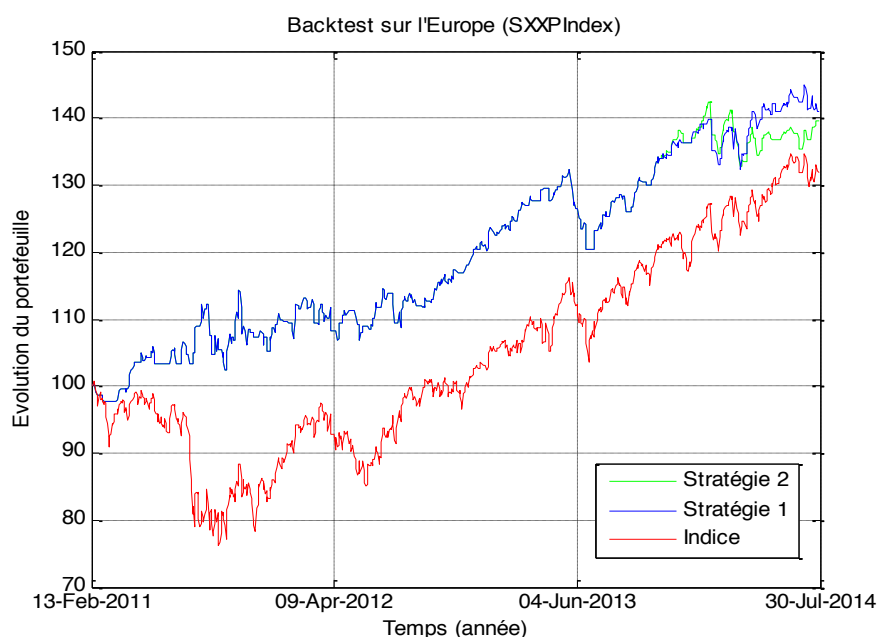
Les stratégies long/flat sur l'indice MSCI Emerging Market surperforment l'indice sur la période utilisée. La méthode de classification par arbre a permis d'éviter plusieurs baisses du cours de l'indice (dernier trimestre 2011, entre mai et juillet 2012 et entre juin et juillet 2013). Le ratio de Sharpe de la stratégie 1 (Sharpe ratio = 1,65) confirme l'efficacité de la stratégie par rapport à une position d'achat sur toute la période (Sharpe ratio Msci EM = 0,41).



4. Backtest sur l'Europe :

	Stratégie 1	Stratégie 2	Indice
Ratio de Sharpe	0,58	0,55	0,35
Maximum Drawdown	-14,22%	-14,22%	-24,31%

L'indice Stoxx 600 est utilisé pour valider les stratégies étudiées. La forte corrélation entre l'indice et les 3 autres nous permet d'avoir un autre marché qui permettra de confirmer l'intérêt de la stratégie long/flat basée sur la méthode de classification par arbre. Le graphique ci-dessous montre que cette stratégie est efficace avec une surperformance par rapport à l'indice Stoxx 600 et une stabilité sur la période utilisé. Le ratio de Sharpe est de 1,55.



c. Conclusion

La classification par arbre est une méthode d'intelligence artificielle qui est utilisée dans différents domaines et que nous avons essayé d'appliquer à notre allocation tactique sur les 3 indices américains, japonais et pays émergents. Cette classification est une boîte noire qui permet de classer le rendement de chaque indice à partir des indicateurs utilisés pour la méthode d'allocation par poids. La prédiction des rendements futurs permet de choisir une position longue ou neutre à partir d'une classification réalisée sur une période de 1000 jours.

La limite de cette méthode est visible sur le backtest réalisé sur l'indice S&P 500. Nous remarquons que sur les périodes haussières, la stratégie long /flat sous performe l'indice car le poids de chacun des 6 indicateurs est identique dans la méthode de classification. Ainsi sur des périodes à tendance haussière, une légère baisse du RSI ou de la prime de risque par pays conduit à un passage en position neutre alors que ces légères baisses sont généralement rapidement corrigé et n'affecte pas l'évolution du cours.

La classification est une méthode d'intelligence artificielle basique, d'autres algorithmes sophistiqués sont utilisés pour des problèmes complexes, comme les réseaux de neurones qui sont de plus en plus utilisés en finance, et auxquels nous nous intéresserons dans la suite de ce mémoire.

D. Combinaison des indicateurs par réseaux de neurones

a. Introduction

Un réseau de neurones artificiels est un assemblage d'objets informatiques dont l'organisation et le fonctionnement sont inspirés de ceux des neurones biologiques.

Les réseaux de neurones artificiels ont fait leur apparition dans les sciences de gestion dans les années 90 en tant que méthode quantitative de prévision. Ils sont en particulier utilisés en finance et sont appliqués à des problèmes différents tels que l'évaluation des introductions en bourse, la détection des entreprises en difficultés, l'analyse technique, l'identification des opportunités d'arbitrage et la gestion de portefeuille qui nous intéresse particulièrement.

Nous nous intéresserons à cet outil pour combiner nos indicateurs dans le cadre de l'allocation tactique pour deux raisons principales :

- Les réseaux de neurones artificiels ne nécessitent aucune hypothèse sur les variables contrairement aux méthodes statistiques classiques.
- Les réseaux de neurones sont adaptés pour traiter des problèmes complexes dont nous ne connaissons pas la relation entre les variables utilisées.

Dans le cadre du modèle d'allocation tactique, nous cherchons à combiner les 6 indicateurs jugés pertinents pour prédire les rendements futurs des indices (tendance, RSI, prime de risque, Indicateur de sentiment, PMI, EPS). Les réseaux de neurones nous permettront de trouver une relation entre ces indicateurs et le rendement de chaque indice. Le but étant alors de prédire au

mieux le rendement futur de chacun des trois indices afin de décider des positions à prendre sur la période suivante.

b. Présentation des réseaux de neurones artificiels :

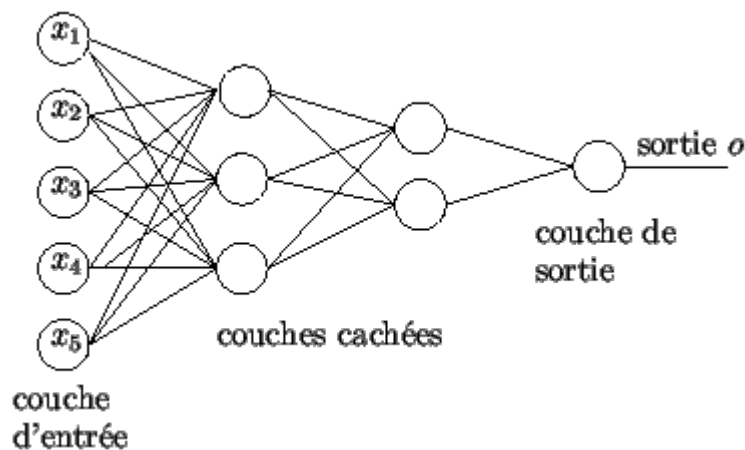
Nous distinguons deux catégories différentes de réseaux de neurones :

- Les réseaux à apprentissage non supervisé utilisés lorsque nous ne sommes pas en mesure de présenter au système un échantillon mettant en regard une somme d'information et la forme qu'elle est censée présenter. Le réseau s'auto-organise de façon à découvrir des formes récurrentes dans les informations qu'il reçoit.
- Les réseaux à apprentissage supervisé dans lesquels le système apprend à reconnaître des formes à partir d'un échantillon d'apprentissage qui associe les modalités portées par des variables censées caractériser une forme et la forme elle-même. Ce type de réseaux est le plus utilisé en finance.

Nous nous intéresserons dans notre étude au réseau de neurones à apprentissage supervisé dans lequel les variables seront les différents indicateurs et la forme sera le rendement de l'indice.

1. Architecture de réseau à couches

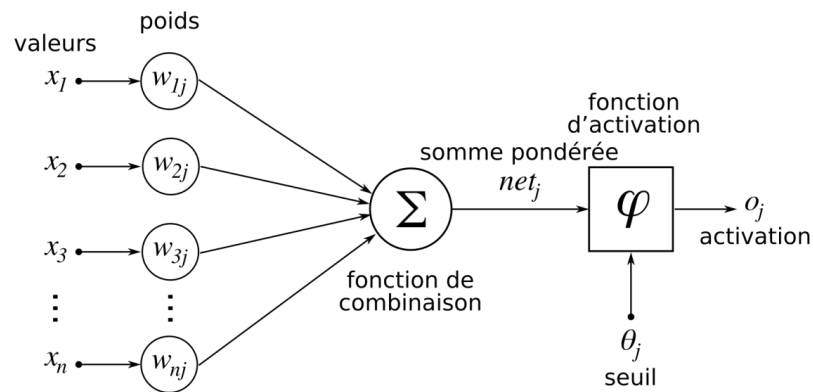
Un réseau de neurones artificiel est organisé en couches, chacune de ces couches comportant plusieurs neurones. Chacun de ces neurones qui se présente comme une unité de calcul autonome est relié à la totalité ou à certains neurones, de la ou des couches précédentes.



Les cercles représentent les neurones disposés en couches. Le réseau représenté sur la figure ci-dessus comporte trois couches, la couche d'entrée qui reçoit l'information sur cinq neurones, la couche de sortie comportant un seul neurone et donnant le résultat du calcul interne. La couche qui figure entre les deux, non visible de l'extérieur, dite couche cachée, sert à effectuer des calculs intermédiaires.

Dans notre cas, la couche d'entrée (x_1, x_2, \dots, x_6) sera constituée des 6 indicateurs (tendance, RSI, prime de risque, Indicateur de sentiment, PMI, EPS) de l'indice, expliquant ainsi le rendement de l'indice qui représentera la couche de sortie.

2. La fonction d'activation des neurones



Des poids seront affectés aux entrées (aléatoirement au début), la fonction combinaison calcule la somme pondérée par les poids des entrées et ensuite la fonction d'activation agira sur cette somme afin d'approcher au mieux la sortie.

$$\alpha = \sum_{e=1}^E \omega_e \times x_e$$

$$y = \varphi(\alpha)$$

Avec : y : le rendement prédit de l'indice (les sorties du réseau)

x_e : les indicateurs (les entrées du réseau)

ω_e : les poids synaptique

Le réseau se paramètre à l'aide d'un échantillon d'apprentissage, qui associe les formes présentées au résultat désiré. C'est l'algorithme d'apprentissage qui ajuste les poids synaptiques en cherchant à minimiser une fonction de coût E .

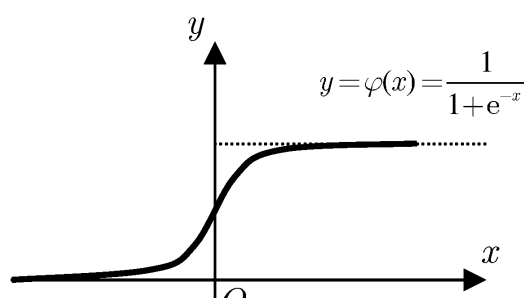
$$E = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n \frac{(y_{i,j} - d_{i,j})^2}{2}$$

Où $d_{i,j}$: le rendement réel de l'indice

La fonction d'activation φ peut être n'importe quelle fonction croissante et impaire, mais nous faisons souvent appel à des fonctions ramenant le résultat à l'intérieur de bornes prédéfinies.

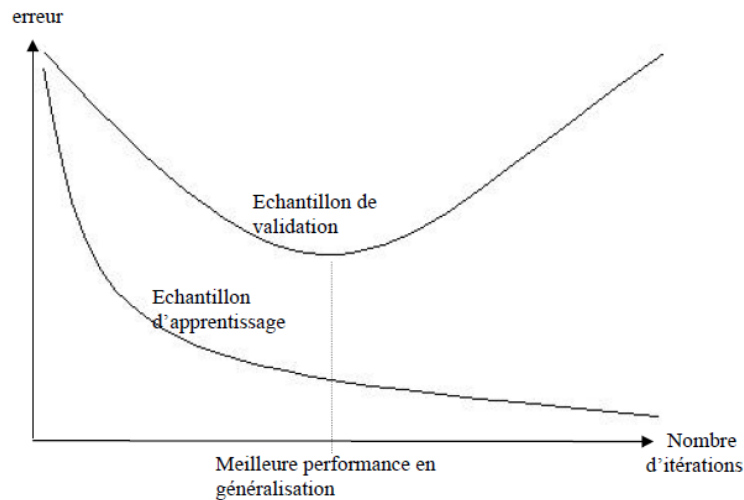
Généralement nous utilisons la fonction sigmoïde :

$$\varphi(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$



c. Mise en œuvre d'un réseau de neurones artificiels :

La mise en œuvre d'un réseau de neurones artificiels nécessite trois échantillons de données. Le premier est destiné à l'apprentissage et servira au paramétrage, le second servira à la validation et le troisième sera un échantillon test destiné à évaluer les capacités de généralisation du réseau.



Durant la phase d'apprentissage, l'erreur commise diminue, jusqu'à tendre asymptotiquement vers 0. En revanche, plus l'erreur est faible, c'est-à-dire plus le réseau apprend les formes qui lui sont présentées, moins il risque d'être capable de généralisation. Dans ce cas, nous sommes en sur-optimisation ainsi nous risquons fort probablement de donner des piètres résultats sur un échantillon inconnu alors que nous sommes en parfaite adéquation avec l'échantillon connu. Il convient d'arrêter la phase d'apprentissage lorsque le réseau semble donner les meilleurs résultats en généralisation. C'est l'échantillon de validation qui permet de suivre la capacité du système à généraliser.

Enfin, le réseau étant supposé correctement paramétré, il est appliqué à l'échantillon test de façon à mesurer sa capacité à reconnaître des formes qui n'ont jamais été vues auparavant.

d. Application des réseaux de neurones sous Matlab

Nous calculons, à partir du cours de l'indice S&P 500 sur un historique de quinze ans, la tendance et le RSI. Nous calculons d'autre part l'indicateur de sentiment qui servira aux autres indices aussi sur la même période puis finalement nous extrayons à partir de Bloomberg et Factset la prime de risque des Etats-Unis, le PMI (Purchasing manager index) mensuel et les EPS (Earnings per share) quotidien. Nous normalisons ces données en utilisant la moyenne et l'écart-type sur un an afin d'homogénéiser les entrées.

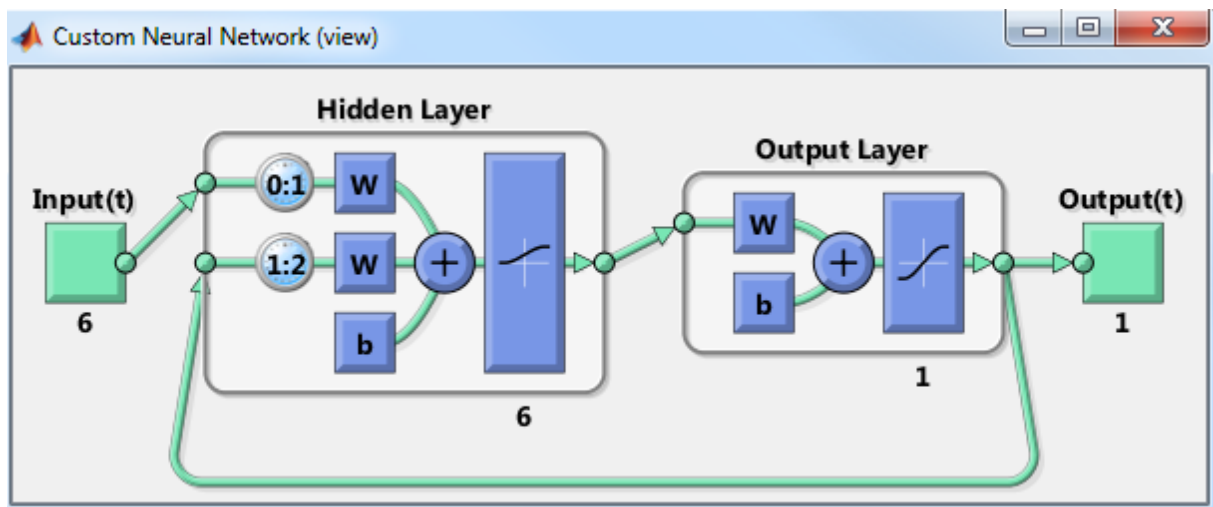
L'ensemble de ces paramètres présente la couche d'entrée de notre réseau de neurone.

Une toolbox est disponible sous Matlab permettant de mettre en place un réseau de neurones à partir de données d'entrée et de sortie. Cette toolbox permet aussi de générer un code final afin de reproduire le réseau sur un autre jeu de données.

Nous adopterons à nouveau une méthode de backtest afin de calibrer le réseau de neurones en faisant une boucle de 1000 jours où à chaque date t , nous mettrons en place un réseau de neurones à partir de l'historique précédent puis nous calculerons une prédiction pour le jour suivant.

Nous présenterons l'utilisation, simple et efficace, de la toolbox Neural Network sur le jeu de données de l'indice S&P 500.

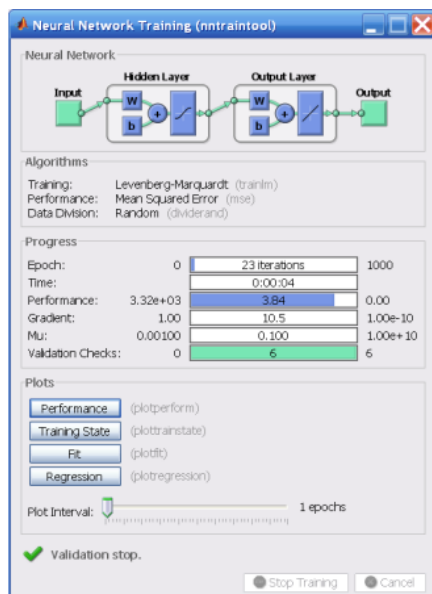
Le réseau de neurones adapté aux données utilisés est un réseau NARX (Nonlinear autoregressive exogenous model) utilisant à la fois les données d'entrée (Input) et les données de sorties (Output) pour reproduire au mieux la sortie qui est le rendement de l'indice dans notre cas. Ce réseau contient 6 couches.



Les données historiques seront réparties en 3 parties :

- Partie apprentissage : 70% de l'ensemble des données
- Partie test : 15% de l'ensemble des données
- Partie validation : 15% de l'ensemble des données

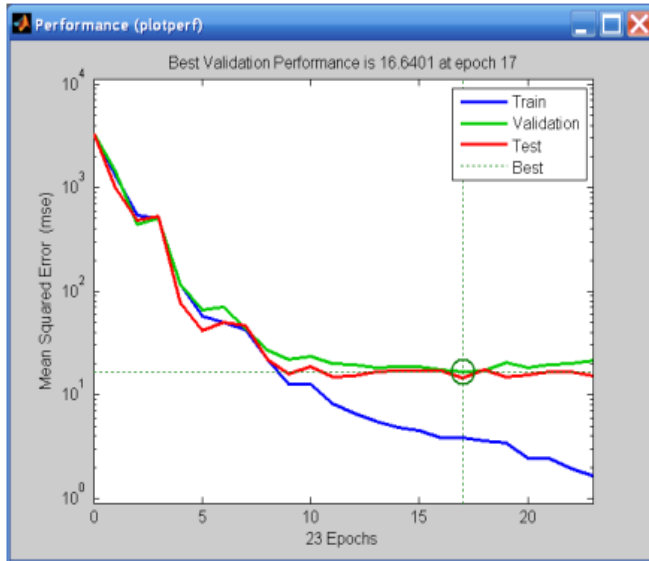
La toolbox effectue le nombre d'itérations nécessaires jusqu'à approcher au mieux les sorties du réseau et les rendements de l'indice en minimisant l'erreur entre les deux par la variation des poids appliqués.



Le réseau utilise par défaut l'algorithme Levenberg-Marquardt pour l'apprentissage.

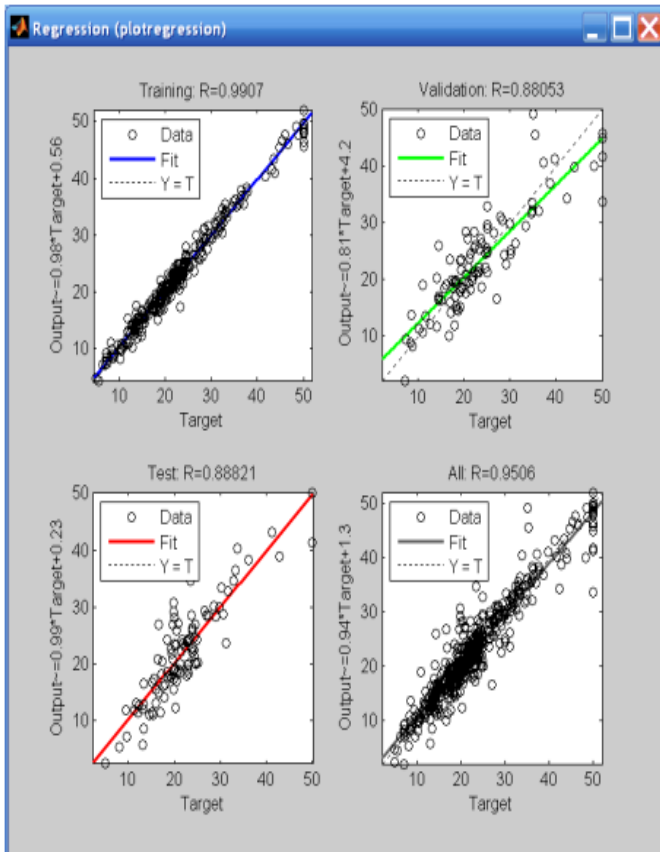
```
[net,tr] = train(net,inputs,targets);
```

L'apprentissage s'arrête quand l'erreur de validation augmente pour six itérations, dans ce cas c'est la 23^{ème} itération



Dans notre cas, le résultat est raisonnable car :

- L'erreur quadratique finale est petite
- La MSE de la partie test et celle de la partie validation ont les mêmes caractéristiques
- Aucun sur-apprentissage significatif n'a eu lieu à la 17^{ème} itération (ou la meilleure performance de validation a lieu)



Cette fenêtre nous permet de mettre en place une régression linéaire entre la sortie du réseau et le rendement que nous cherchons à approcher. Nous remarquons que ce réseau de neurones rapproche au mieux la sortie au rendement d'où l'intérêt de ce dernier.

CONCLUSION

Ce mémoire commence par une recherche quantitative de stratégies d'investissement basées sur des indicateurs de marché macro et micro économiques. Ces stratégies s'adaptent au mieux aux propriétés des 3 marchés ciblés par des méthodes de backtesting.

Une fois ces indicateurs mis en place, la deuxième étape de recherche consiste à regrouper ces différents signaux pour composer un modèle solide et stable qui permettra de surperformer un benchmark composé des 3 indices S&P 500, Topix et MSCI EM. Les méthodes utilisées en gestion quantitative peuvent être simples comme une méthode de scoring ou sophistiquées comme les réseaux de neurones, le but étant d'obtenir un modèle permettant une surperformance avec une volatilité contrôlée.

Nous avons vu tout au long de cette étude l'intérêt des modèles quantitatifs dans la gestion d'actifs ainsi que leurs limites. Malgré les difficultés que rencontre la gestion quantitative, ce domaine reste très attractif et l'objectif des gérants de ce type de fonds, est de s'adapter aux situations spéciales des marchés.

BIBLIOGRAPHIE

[1] : Elna Pretorius. Economic determinants of emerging stock market. Department of Economics. University of Pretoria 0001.

[2] : C.M. Bilson, T.J. Brailsford, V.J.Hooper. Selecting macroeconomic variables as explanatory factors of emerging stock market returns. Department of commerce. Australian national university.

[3] : Robert D.Gay Jr. Effect of macroeconomic variables on stock market returns for four emerging economies. International business & economics research journal – March 2008. Nova Southeastern university.

[4] : Giuliano De Rossi. Measuring the tracking error of exchange traded funds. UBS investment research.

[5] : Societe Generale Cross Asset Research : SG Adaptative Sentiment Indicators,2012

[6] : Kate Nardinelli. Do analyst earnings forecast revisions reflect the information contained in stock prices?. Stanford University.

[7] : Mark Illing and Meyer Aaron. A brief survey of risk-Appetite Indexes. Financial system review.

[8] : Alessandro Beber, Michael Brandt, Maurizio Luisi. Economic Cycles and expected stock returns. Centre for economic policy research.

[9] : Todd Wittman. Times-Series clustering and association analysis of financial data.

[10] : AMF, Guide de la gestion indicielle, 2010

[11] : Pierre Clauss. DES RISQUES, Filière Gestion, et FINANCIÈRE, Ingénierie. STRATÉGIES QUANTITATIVES. 2009.

[12] : Mike West, Jeff Harrison. Bayesian forecasting and dynamic models. Springer series in statistics.

ANNEXE

A. Discrimination émergents

a. Introduction

Les marchés actions émergents ont été identifiés comme au moins partiellement segmentés des marchés de capitaux mondiaux. Il existe donc des facteurs de risque locaux expliquant les variations des rendements de ces marchés. Nous cherchons à étudier certaines variables macroéconomiques comme proxys de ces facteurs de risque locaux. Nous montrons que les variations de certaines variables macroéconomiques locales permettent d'expliquer en partie les rendements concomitants de ces marchés mais que leur importance varie fortement en fonction du marché analysé.

De nombreuses études documentent les relations existantes entre variables macroéconomiques et rendements des marchés actions, en se concentrant principalement sur des effets microéconomiques comme le taux de dividende et le ratio Price/Earnings ou sur l'impact d'influences globales telles l'évolution du portefeuille de marché mondial. Une des conséquences de la segmentation des marchés émergents se traduit par une faible corrélation de leurs rendements avec ceux des marchés développés, ce qui offre une opportunité de diversification à condition que les facteurs influant les variations des rendements soit dé-corrélés entre les marchés.

Si nous acceptons l'intégration imparfaite des marchés d'actions émergents alors il est très probable qu'il existe certains facteurs pertinents dans l'établissement du prix des actifs. Les variables macroéconomiques initialement utilisées dans ce modèle sont les suivantes :

- Money Supply / M1 (**MS**)
- Good Prices / CPI (**GP**)
- Real Activity / GDP (**RA**)
- Exchange Rate (**ER**)
- Country Risk Measure (**CR**)
- Trade Sector / (Exp.+Imp.)/GDP (**TS**)
- Interest Rate (**IR**)
- Regional Indice - Market-Cap weighted (**RI**)
- Dividend Yield (**DY**)
- Price Earnings Ratio (**PE**)
- World Indice / MSCI World (**WI**)
- Trend-Following (**Trend**)
- Risk Premium (**Prisk**)

Une régression par pays sur l'ensemble des variables a été réalisée et le résultat est noté sous la forme suivante :

$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i MS_{i,t} + \delta_i GP_{i,t} + \phi_i RA_{i,t} + \lambda_i ER_{i,t} + \chi_i CR_{i,t} + \eta_i TS_{i,t} + \rho_i IR_{i,t} + \kappa_i RI_{i,t} + \mu_i DY_{i,t} + \tau_i PE_{i,t} + \gamma_i WI_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

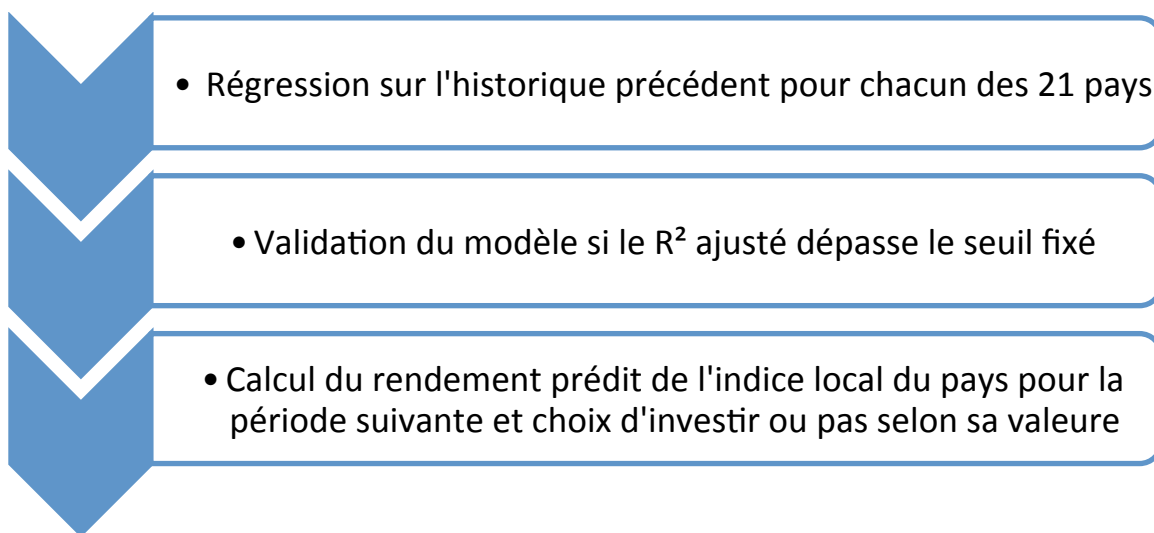
Ce modèle contient différents facteurs macroéconomiques qui expliquent l'évolution de l'indice local pour chacun des 21 pays du MSCI Emergent. La mise en place de ce modèle a pour but de surperformer l'indice MSCI EM par une stratégie de sélection de pays.

Nous fixons le seuil « r^2 » du R^2 ajusté pour l'ensemble de nos régressions à 0.25. Contrairement au R^2 , le R^2 ajusté prend en compte le nombre de variables, nous choisissons alors le R^2 ajusté comme critère du choix car nous avons un grand nombre de paramètres.

b. Méthodologie

Chaque jour, une régression est réalisée sur l'historique précédent pour chaque pays afin de prévoir la valeur de l'indice pour le jour suivant. Cette valeur est prise en compte si le R^2 ajusté dépasse le seuil afin de s'assurer de la robustesse du modèle utilisé pour le pays.

Dans le cas d'un modèle robuste, la valeur estimée orientera notre choix d'investir dans l'indice local du pays ou pas.



Nombre de modèles acceptés :

La période d'observation pour chaque pays étant de 70 mois, le tableau suivant donne le nombre de modèle acceptés sur cette période pour un seuil de R^2 ajusté pris : 0.25

Tableau 2 : Nombre de modèles acceptés par pays

Pays	Nombre de modèles acceptés	Ratio
Chine	31	44.2%
Corée	14	20%
Inde	8	11.4%
Malaisie	47	67.1%
Thaïlande	35	50%
Pologne	41	58.6%
Taiwan	9	12.9%
Afrique sud	10	14.3%

Mexique	56	80%
Colombie	0	0%
Brésil	44	62.9%
Russie	47	67.1%
Indonésie	62	88.6%
Turquie	5	7.1%
Chili	11	15.7%
Philippines	35	50%
Pérou	5	7.1%
Rp Tchèque	14	20%
Hongrie	65	92.8%
Egypte	33	47.1%
Grèce	19	27.1%

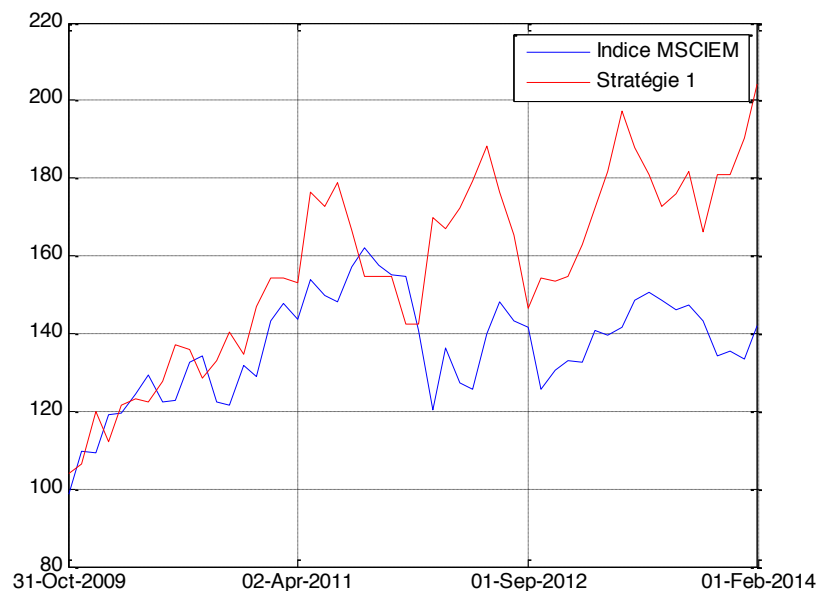
Le nombre de modèles acceptés est faible pour certains pays, mais la significativité du modèle de régression est très importante afin de prédire la valeur du rendement.

c. Résultats

Différentes stratégies ont été mises en place dans le but de battre l'indice MSCI Emerging Markets. Nous présenterons par la suite ces stratégies ainsi que leurs backtests sur un historique de 5 ans (l'historique dépend de la disponibilité des données des variables utilisées).

Backtest de la stratégie qui sélectionne le pays offrant le plus grand rendement dans un premier lieu puis celle qui sélectionne l'ensemble des pays dont le rendement serait positif.

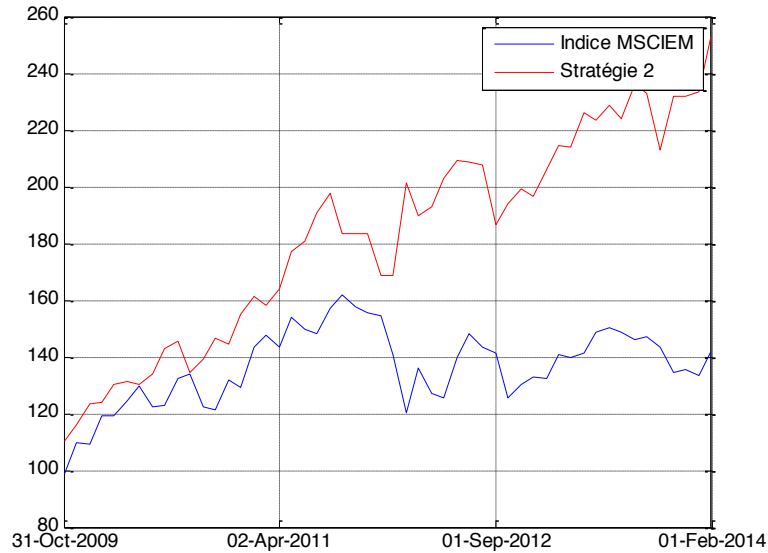
Figure 1 : Investissement sur le pays avec le plus grand rendement :



Cette stratégie choisit le pays dont la prévision du rendement pour le mois suivant est la plus importante pour investir directement dans l'indice local associé. Le graphe compare cette stratégie et l'indice MSCIEM.

La stratégie surperforme l'indice ce qui confirme la robustesse du modèle de régression. En effet, le modèle prédit le pays dont le rendement est positif pour le mois suivant, le résultat de la stratégie confirme l'efficacité de ce choix sur la période.

Figure 2 : Investissement sur les pays offrant un rendement positif

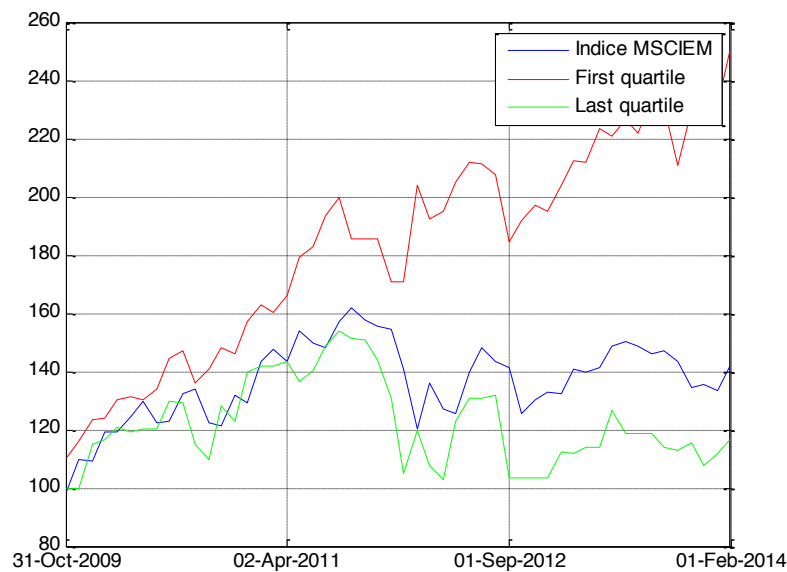


Cette stratégie quant à elle choisit les pays dont les prévisions de rendement pour le mois suivant sont positives pour y investir. Le graphe compare cette stratégie et l'indice MSCIEM.

L'intérêt de cette stratégie par rapport à la stratégie précédente est la diversification de l'investissement dans le but de minimiser le risque. Le choix d'investir dans les indices locaux des pays dont les rendements prédits est positifs permet d'élargir l'horizon d'investissement et de battre l'indice de référence sur la période tout en ayant une volatilité faible.

Ensuite, nous traçons le premier et le dernier quartile sur le même graphe que l'indice MSCIEM

Figure 3 : Investissement sur les pays offrant les 5 rendements attendus les plus importants/faibles



L'intérêt de tracer le premier et dernier quartile est de valider le modèle utilisé. Le fait que le cours de l'indice soit compris entre les 2 courbes confirme que la prédiction des pays dont le rendement est positif ou négatif est efficace.

d. Conclusion :

L'indice MSCI Emerging Market est composé de 21 pays différents et son rendement est affecté par le rendement de chacun de ces marchés. Le but de cette étude est de sélectionner les pays performants pour y investir directement par un modèle de régression en utilisant des variables d'entrées jugées pertinentes dans l'évolution des cours de ces indices.

La stratégie 2 qui sélectionne les pays offrant un rendement positif surperforme clairement l'indice « MSCIEM ». Le seuil du R^2 ajusté à 0.25 a baissé le nombre de modèles acceptés (le ratio des modèles approuvés est de 39.7%) mais a permis d'améliorer la précision des prévisions en ne sélectionnant que des modèles robustes à chaque fois.

Cette stratégie nous permet de battre l'indice de référence en termes de rendement tout en ayant une volatilité faible sur la période utilisée.

B. Note Equity vs Equity

Dans le cadre de l'allocation tactique, le score de chaque indice est comparé à un seuil (0.25) afin de déterminer la position long (achat) ou flat (neutre). Dans le cas d'une position neutre, la partie allouée à l'indice est investie en cash.

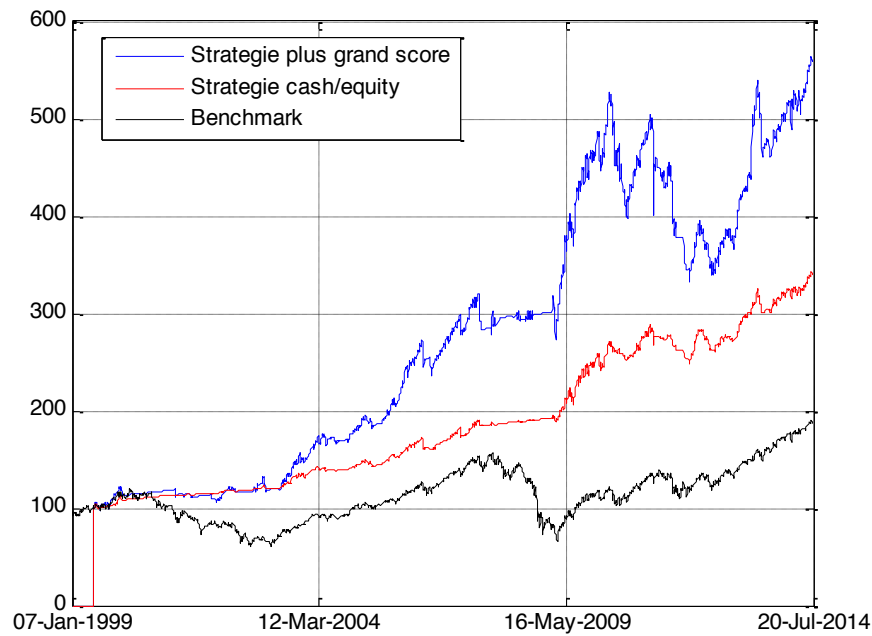
Cette note synthétise les résultats d'une comparaison entre les différents indices. Si le score d'un indice est au-dessous du seuil, nous investirons dans les autres indices selon des critères que nous préciserons au lieu du cash.

Les signaux sont inchangés et la méthode de scoring est la même. Les modifications effectuées sont au niveau du backtest pour le choix des indices.

a. Choix du plus grand score

Pour chaque période, nous déterminons l'indice avec le plus grand score entre le S&P 500, Topix, MSCI EM et le STOXX600, ensuite, si ce maximum est supérieur au seuil, nous investissons dans l'indice associé la partie allouée aux indices dont le score est inférieur au seuil.

Si les scores des 4 indices sont inférieurs au seuil, nous gardons une position neutre.



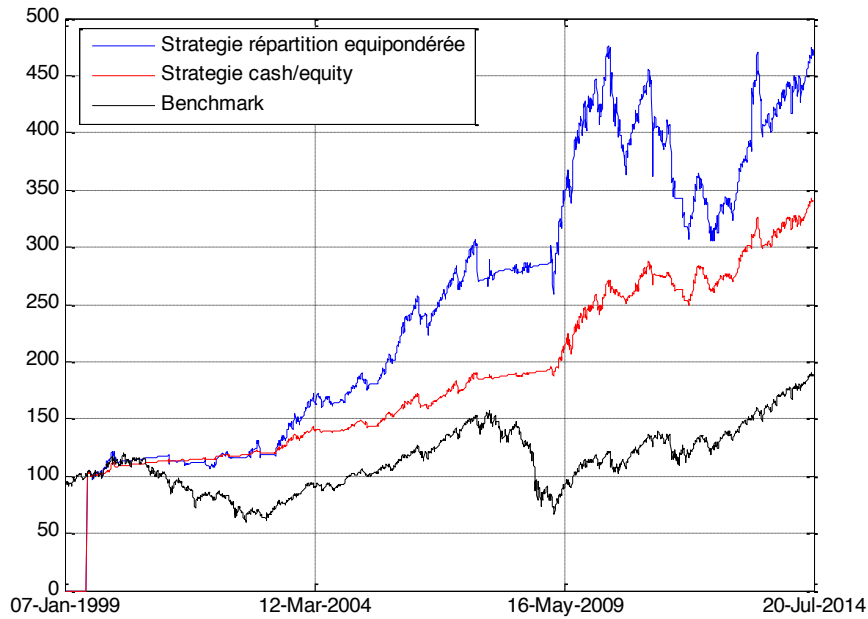
La stratégie surperforme le benchmark sur la période du backtest mais la volatilité est très importante et le portefeuille subit la baisse en 2011 et 2012 car nous sommes souvent exposés aux marchés.

	Stratégie	Benchmark
Ratio de Sharpe	0.95	0.32
Maximum Drawdown	-36.85%	-57.82%

L'exposition continue aux marchés et l'investissement sur un seul indice (dont le score est maximum si les autres scores sont inférieurs au seuil) est traduit par un Maximum Drawdown important et une grande volatilité.

b. Répartition équipondérée

Si le score d'un indice est inférieur au seuil, nous choisissons d'investir sa partie de manière équipondérée sur les indices dont le score est supérieur au seuil. Cette stratégie permet de diversifier le portefeuille par rapport à la stratégie précédente. Si les scores des 4 indices sont inférieurs au seuil imposé, nous nous mettons en position neutre.

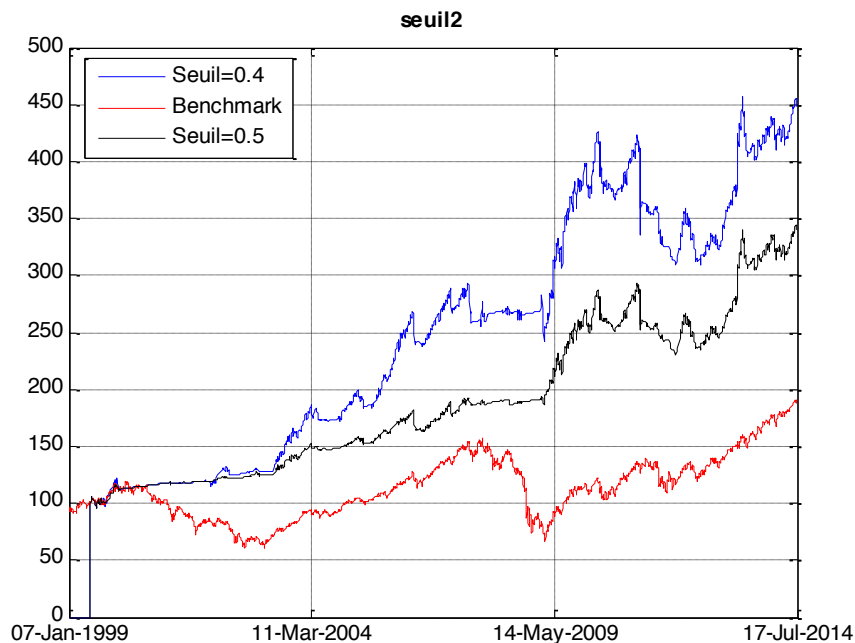


	Stratégie	Benchmark
Ratio de Sharpe	0.87	0.32
Maximum Drawdown	-35.93%	-57.82%

c. Seuil 2

Cette fois, nous choisissons d'investir dans un indice la partie des indices dont le score est inférieur au seuil si son score dépasse un deuxième seuil que nous fixons à 0.5 (2 fois le premier seuil) puis à 0.4.

Nous choisissons de fixer un deuxième seuil supérieur au précédent afin d'investir dans un indice au lieu du cash que si les signaux sont stables.

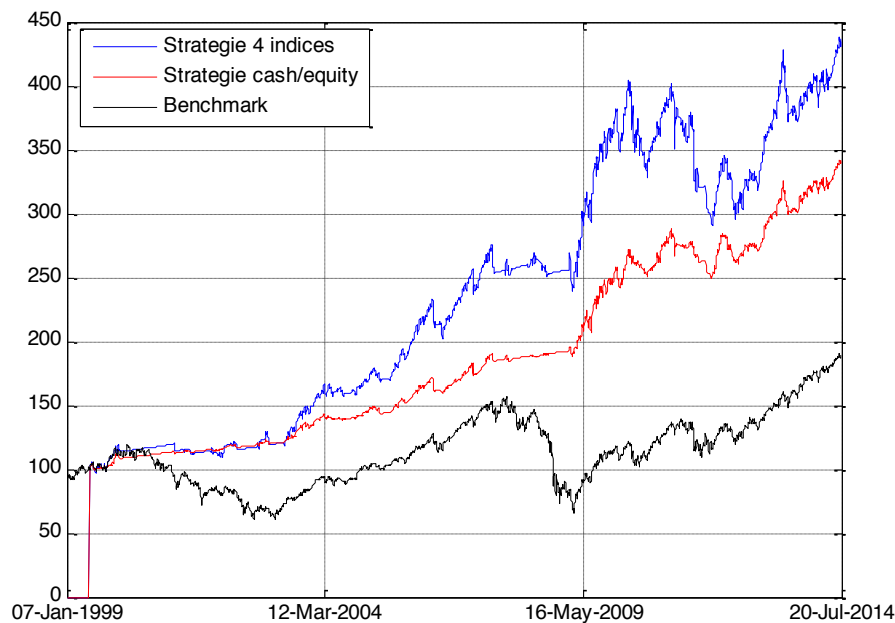


Le rendement final est proche de celui de la stratégie avec le cash. Le ratio de Sharpe est plus grand que celui des stratégies précédentes ce qui explique la faible volatilité de cette stratégie (le rendement final est plus petit que celui des autres stratégies) et le Maximum Drawdown est plus faible.

	Stratégie seuil=0.5	Benchmark
Ratio de Sharpe	1.08	0.32
Maximum Drawdown	-21.40%	-57.82%

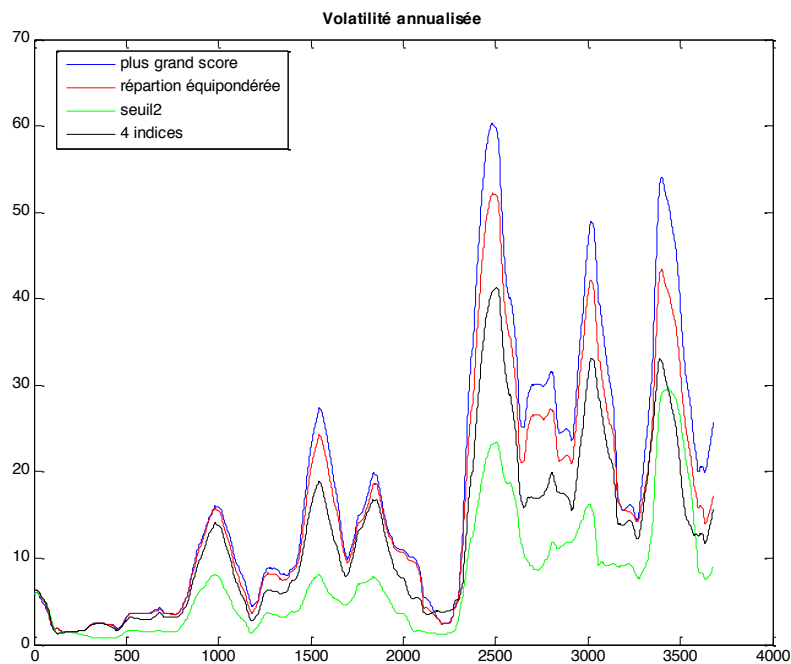
d. Investissement sur les 4 indices

Pour chaque période, si le score associé à l'indice est supérieur au seuil, nous investissons directement dans l'indice. La partie allouée aux indices dont le score est inférieur au seuil, précédemment investie en cash, est investie de manière équipondérée sur les 4 indices dans le but de diversifier le risque.



	Stratégie	Benchmark
Ratio de Sharpe	0.97	0.32
Maximum Drawdown	-28.24%	-57.82%

e. Stabilité des stratégies



Le graphique ci-dessus reprend les volatilités annualisées pour chacune des 4 stratégies abordées précédemment.

C. Etude PMI pays émergents

Nous calculons un indice PMI mensuel pour l'ensemble des pays émergents à partir des indices PMI des pays qui composent le MSCI EM.

Cet indice sera calculé sous la forme d'une somme pondérée par le poids de chaque pays au sein de l'indice MSCIEM.

$$\text{PMI}(j) = \sum_1^{14} \alpha_i \text{PMI}_i(j)$$

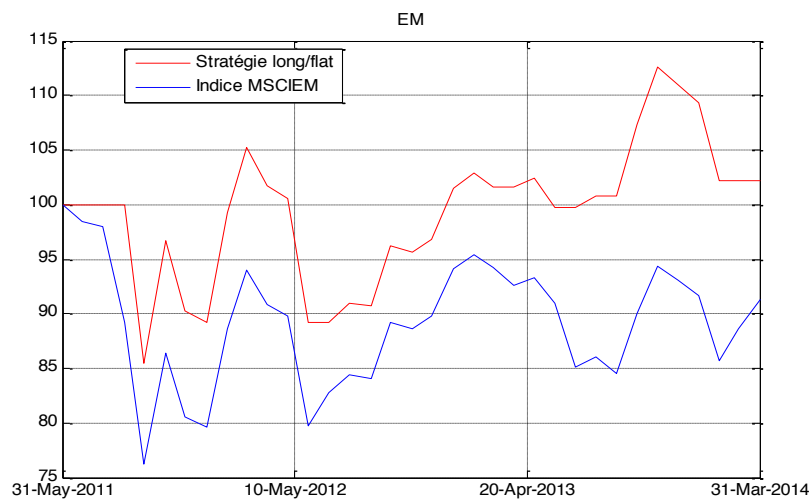
α_i : Poids du pays « i » dans l'indice MSCIEM

$\text{PMI}(j)$: Indice PMI à la date « j »

Nous adoptons ensuite la stratégie qui se base sur la différence mensuelle de l'indice PMI pour choisir la position long/flat. Cette différence est comparée à la médiane de l'historique précédant la constatation.

- Achat de l'indice MSCIEM dans le cas où la variation de l'indice PMI est supérieure à la médiane de l'historique précédant la constatation.
- Position neutre dans le cas contraire.

Le backtest de cette stratégie comparé à l'indice MSCI EM donne (31 mai 2011 à aujourd'hui) :



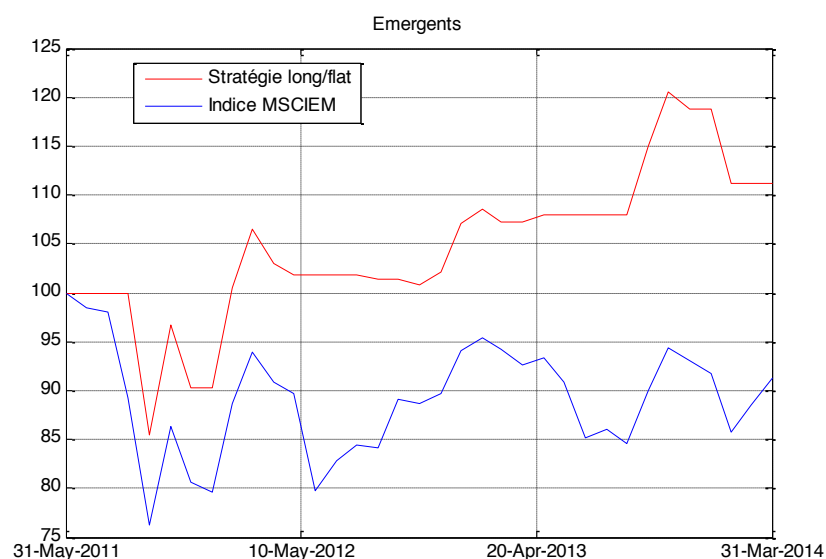
	Stratégie 1	Indice
Ratio de Sharpe	0.60	-0.29
Maximum Drawdown	-15.20%	-23.75%

Nous nous intéressons désormais à chacun des 14 pays dont nous avons l'indice PMI en lui appliquant la stratégie long/short basée sur la différence mensuelle.

Pour chaque mois, un signal d'achat ou de position neutre sera fourni pour les 14 pays, puis tous ces signaux seront regroupés en pondérant par les poids des pays dans l'indice MSCIEM.

Nous mettons en place comme seuil 0.5 pour le signal final. La stratégie consiste en l'achat de l'indice MSCI EM au-dessus de ce seuil et une position neutre si le signal est en dessous. Cela signifie que nous achetons l'indice si plus de la moitié des composantes de l'indice en terme de poids donnent un signal d'achat.

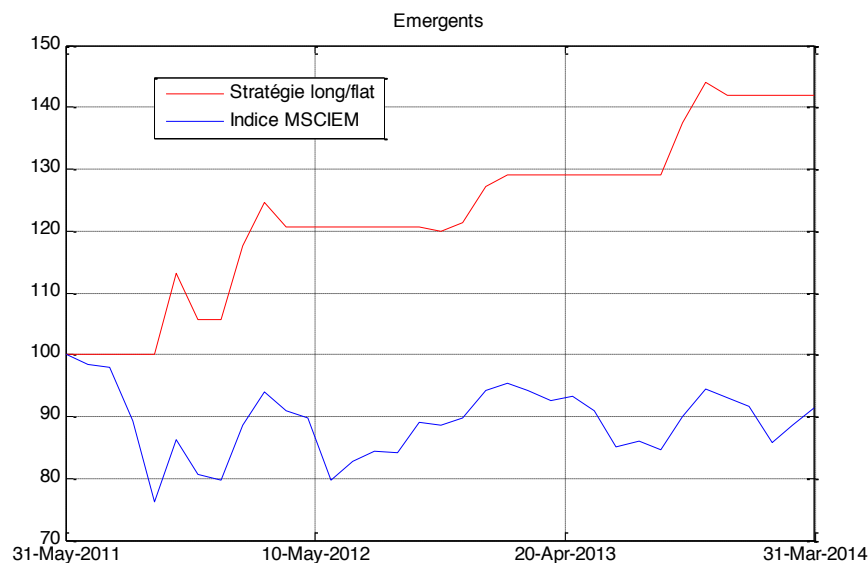
Le backtest suivant reprend la stratégie long/short sur l'indice MSCI EM et l'évolution de l'indice à partir du 31 mai 2011 :



Cette stratégie évite les baisses du cours de l'indice MSCIEM en basculant en position neutre une fois que le signal est donné. Le ratio de Sharpe est amélioré par rapport à celui de l'indice sur la période utilisée et le Maximum Drawdown est moins important que celui de l'indice.

	Stratégie 1	Indice
Ratio de Sharpe	1.40	-0.29
Maximum Drawdown	-14.58%	-23.75%

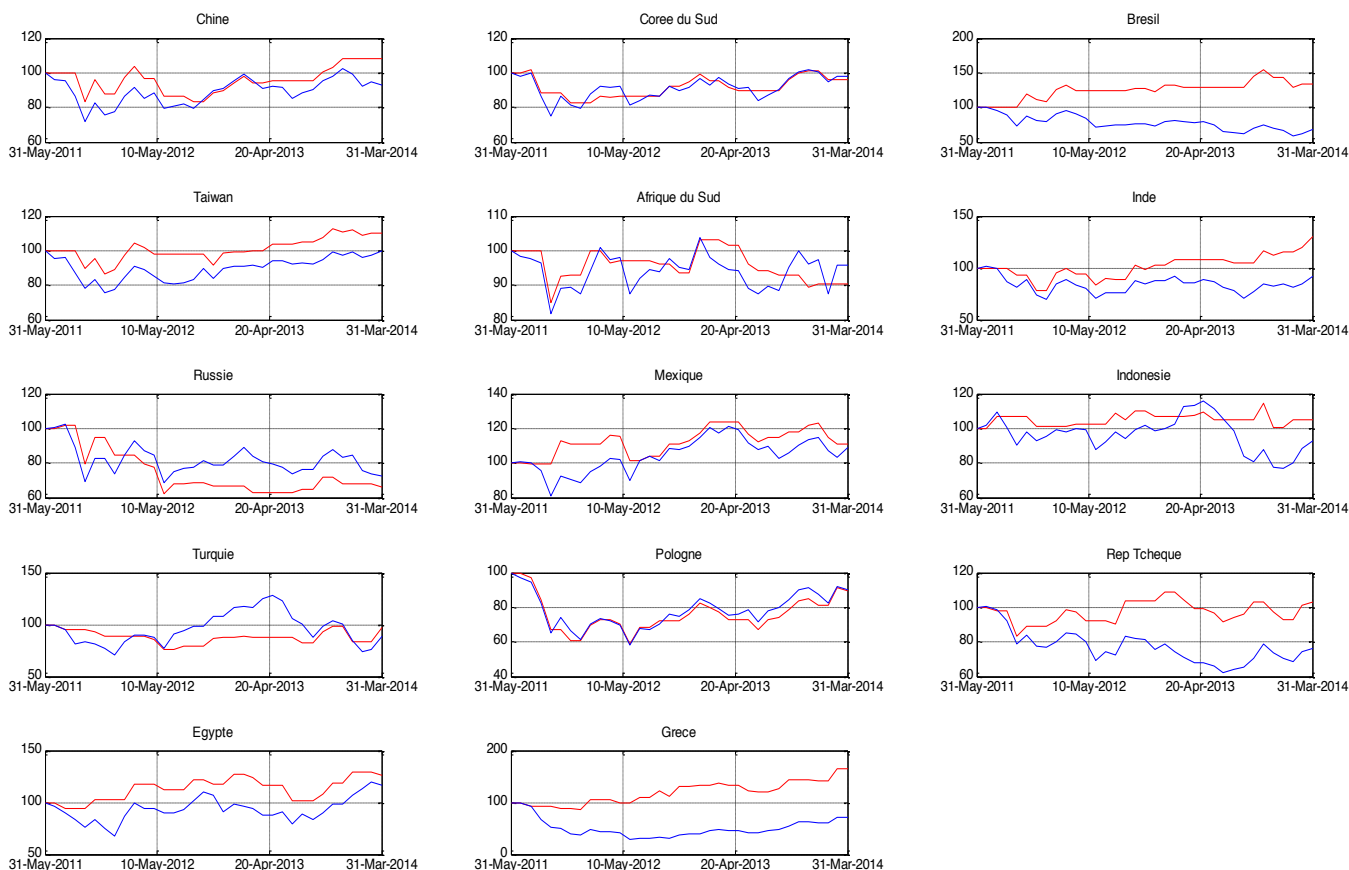
En variant le seuil, nous trouvons des résultats intéressants du backtest pour l'historique utilisé mais nous ne pouvons pas le justifier pour les variations du cours dans le futur.



Seuil = 0.6

Ci-dessous, les backtest de la stratégie long/flat pour chacun des 14 pays. Les résultats sont globalement intéressants ce qui confirme que le signal donné après le regroupement de ces stratégies et leur pondération par le poids des pays permet de choisir la position pour l'indice MSCI EM.

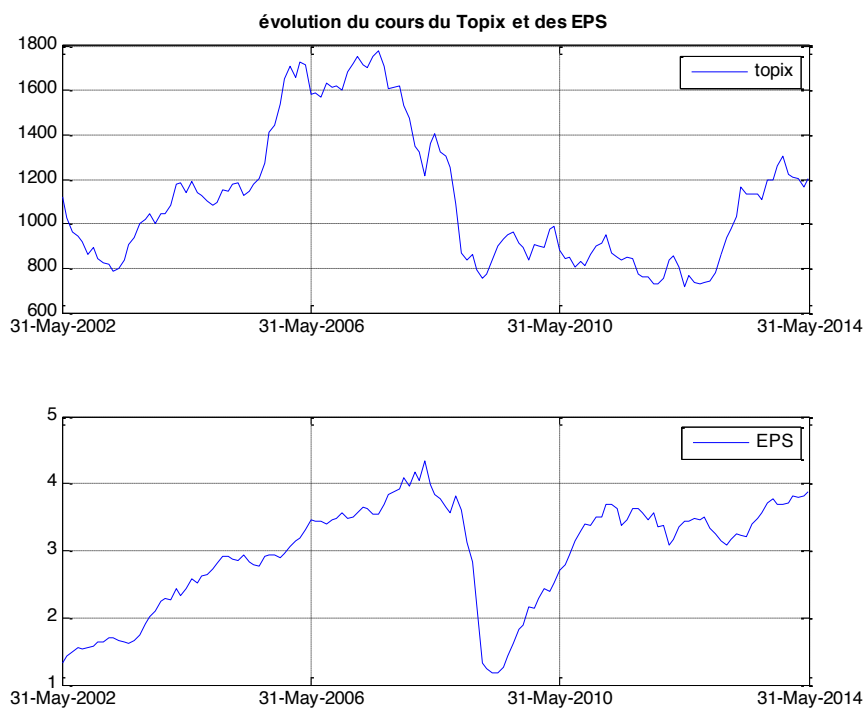
A noter que les 14 pays dont nous avons les données PMI représentent 89.69% du poids total de l'indice, composé de 21 pays.



D. Etudes EPS Japon, pays émergents et Europe

Etude des stratégies basées sur les EPS sur les indices : Topix, MSCI EM et Stoxx 600.

a. Le Topix

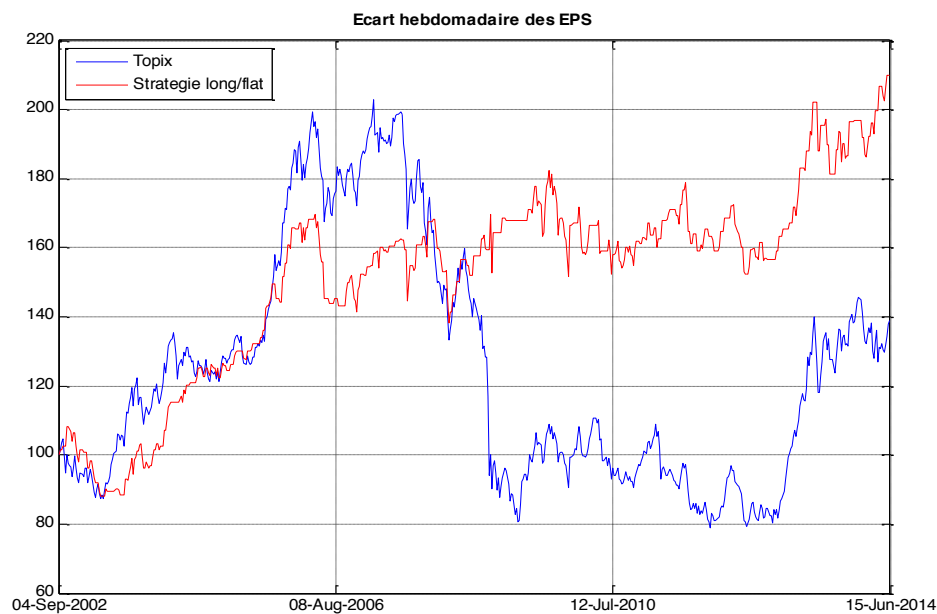


1. Stratégie 1

Nous adoptons la même stratégie basée sur l'écart hebdomadaire des EPS pour l'indice japonais Topix :

- Si l'EPS en fin de semaine est supérieure à sa valeur de la semaine précédente, nous nous plaçons en position d'achat pour la semaine suivante
- Position neutre sinon

Un backtest de cette stratégie est réalisé sur l'historique disponible (du 06 septembre 2002 au 13 juin 2014) :



	Stratégie	Indice Topix
Ratio de Sharpe	1.14	0.52
Maximum Drawdown	-18.57%	-61.07%

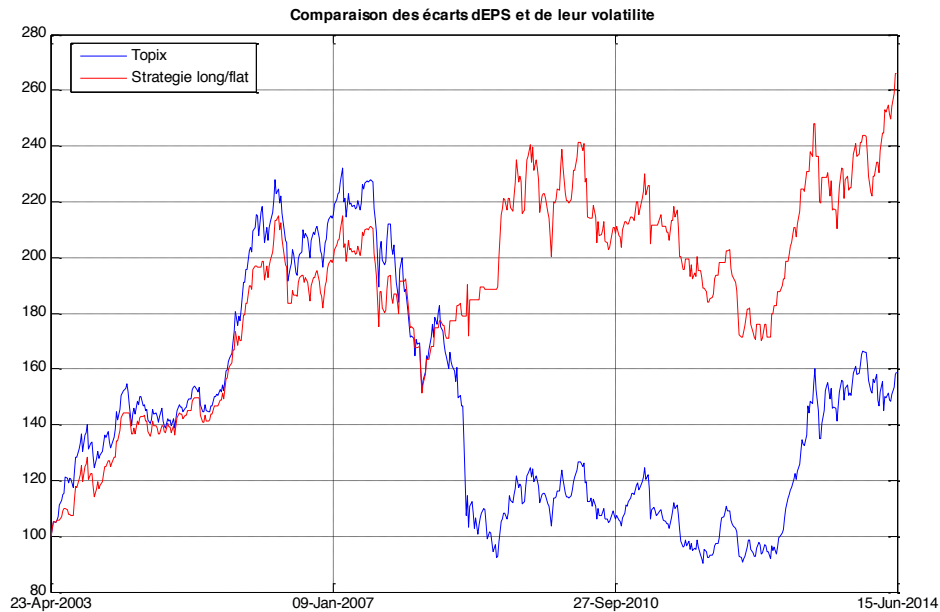
La stratégie « Long/Flat » sous-performe l'indice sur la première partie puis ensuite le surperforme en évitant la baisse des marchés en 2008. Le signal se montre assez robuste vis-à-vis des crises et reprend rapidement la hausse du marché en basculant en position d'achat.

2. Stratégie 2

La stratégie est basée sur la comparaison de l'écart hebdomadaire des EPS et la volatilité annualisée des écarts :

- Si la différence entre l'EPS en fin de semaine et sa valeur de la semaine précédente est supérieure à $-0.5 \cdot \tau$, nous nous plaçons en position d'achat pour la semaine suivante
- Position neutre sinon

Un backtest de cette stratégie est réalisé sur l'historique disponible (du 25 avril 2003 au 13 juin 2014) :

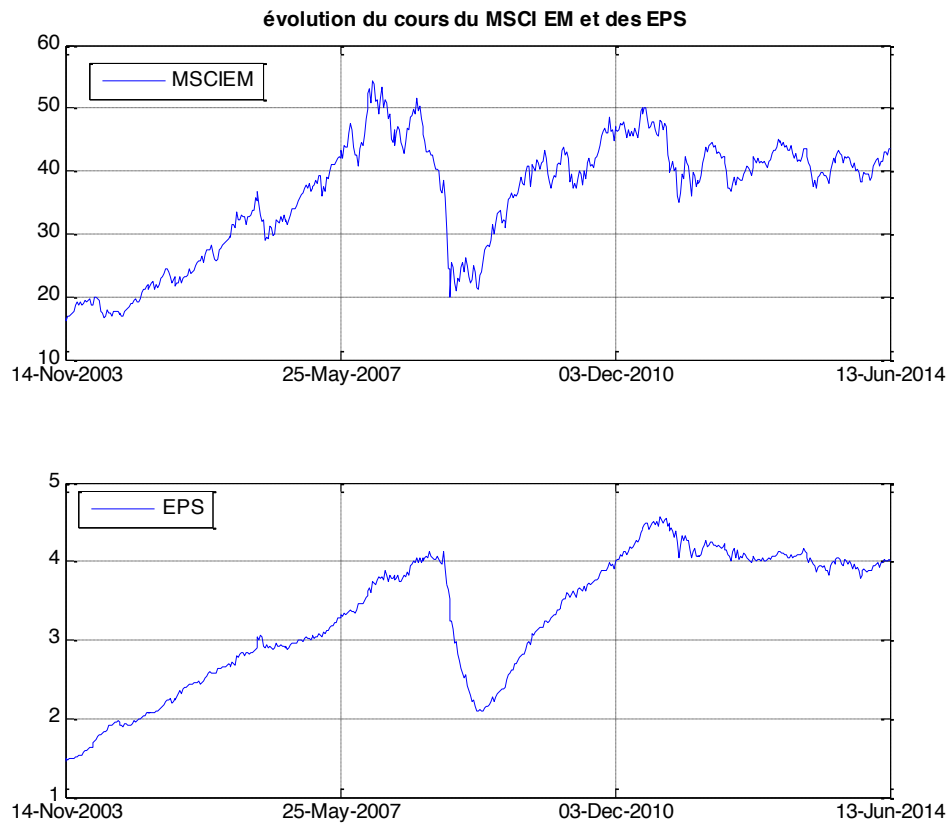


	Stratégie	Indice Topix
Ratio de Sharpe	1.63	0.67
Maximum Drawdown	-29.52%	-61.07%

La stratégie basée sur la volatilité des écarts évite les changements de positions récurrents et permet de traquer l'indice sur les périodes haussières malgré les légères variations de BPA. La stratégie 2 suit bien l'indice sur la première partie et le surperforme en se plaçant en position flat en période de crise.

Le ratio de Sharpe et le Max Drawdown de la stratégie sont pertinents comparé à ceux de l'indice.

b. Le MSCI EM



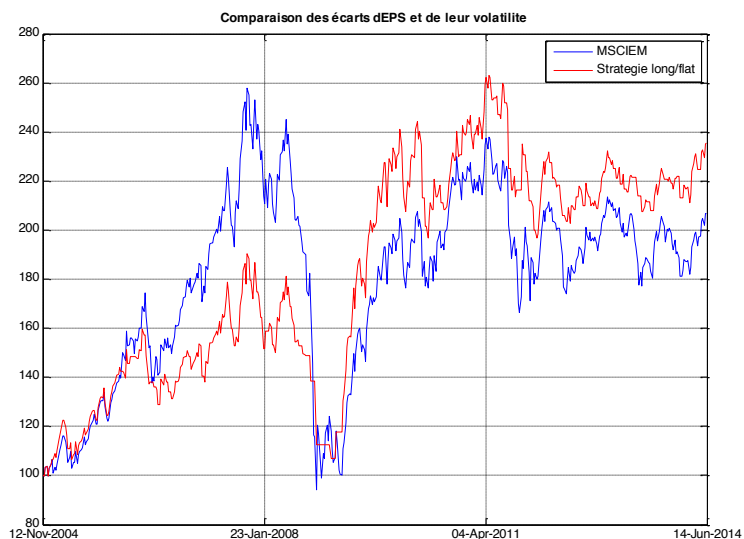
1. Stratégie 1

Dans le cas de l'indice MSCI Emerging Markets, la stratégie 1 sous-performe l'indice et ne donne pas de résultats intéressants, nous nous intéresserons donc à la deuxième stratégie pour cet indice.

2. Stratégie 2

- Si la différence entre l'EPS en fin de semaine et sa valeur de la semaine précédente est supérieure à $-0.5 \cdot \tau$, nous nous plaçons en position d'achat pour la semaine suivante
- Position neutre sinon

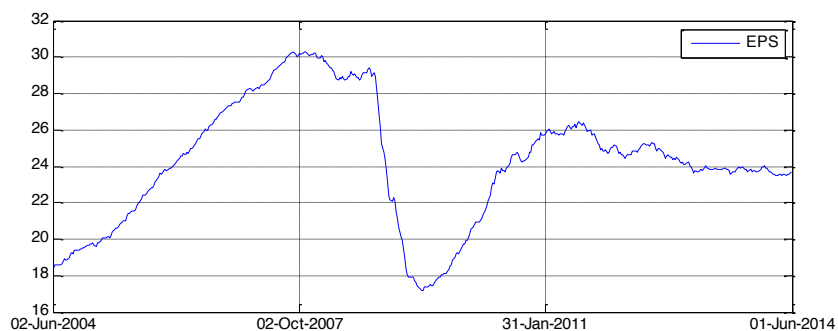
Un backtest de cette stratégie est réalisé sur l'historique disponible (du 12 novembre 2003 au 13 juin 2014) :



	Stratégie	Indice Topix
Ratio de Sharpe	1.16	0.89
Maximum Drawdown	-43.86%	-63.52%

La stratégie traque l'indice avec un rendement final plus haut et une volatilité moins importante par rapport à l'indice MSCI EM.

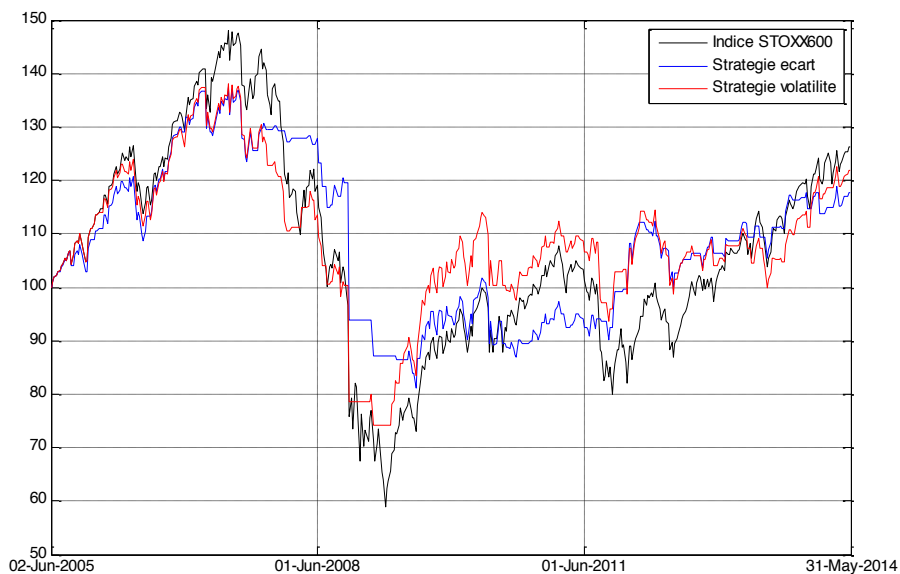
c. Le Stoxx600



Contrairement aux trois autres indices, les stratégies se basant sur les bénéfices par action ne donnent pas de résultats efficaces pour l'indice STOXX600.

Sur le graphique ci-dessous, la stratégie 1 (courbe bleue) qui choisit la position neutre ou achat suivant l'évolution des BPA permet d'éviter une partie de la baisse de 2008 et de 2011 mais ne suit pas parfaitement la hausse de l'indice depuis 2012 car les bénéfices des sociétés sont en baisse ainsi que leurs révisions mais les marchés continuent de monter.

La stratégie 2 (courbe rouge) suit bien la hausse des marchés depuis 2012 mais ne s'avère pas efficace en 2008 et 2011.



	Stratégie Ecart EPS	Stratégie Volatilité	Indice Topix
Ratio de Sharpe	0.44	0.48	0.50
Maximum Drawdown	-40.94%	-46.22	-60.15%