

\*\_\*\_\*  
HAUT COMMISSARIAT AU PLAN  
\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*  
INSTITUT NATIONAL  
DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE  
**INSEA**

**Projet de Fin d'Etudes**

\*\*\*\*\*

**Création d'un facteur synthétique d'analyse  
technique et élaboration d'un outil de backtesting**

Préparé par : **Melle Feddoul Rihan**

Sous la direction de : **M. Yassine Elqalli, (INSEA)**  
**M. Mourad Hizraoui (AWB-Bank)**

*Soutenu publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du*

**Diplôme d'Ingénieur d'Etat**

**Option : ACTUARIAT-FINANCE**

*Devant le jury composé de :*

- **M. Yassine Elqalli, (INSEA)**
- **M. Mourad Hizraoui (AWB-Bank)**
- **M. MABROUK Jelloul**

## Résumé

Les marchés financiers permettent la confrontation de l'offre et de la demande de capitaux. Il s'agit donc d'un lieu d'échange des instruments financiers où l'investisseur financier cherche à maximiser la rentabilité de son placement. Dans ce sens, notre projet de fin d'étude vise à construire un système de trading capable et performant pour l'optimisation du gain et l'analyse du caractère aléatoire du marché financier. Pour cela, nous avons procédé à l'élaboration d'un indicateur synthétique de l'analyse technique qui permet d'éviter la complexité et la multitude des indicateurs techniques.

Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes appuyés sur les indicateurs de l'analyse technique standards pour bâtir l'indicateur composite d'analyse technique. Afin d'y arriver, la méthode de normalisation Min-Max et la méthode de pondération de l'analyse en composante principale, ont été mises en œuvre. L'indicateur composite de l'analyse technique obtenu retrace bien les mouvements du cours du sous-jacent. Dès lors, nous avons mis en place un programme de détection automatique des signaux d'achats et de ventes qui nous permet de juger la pertinence de la stratégie de trading adoptée et de s'assurer de la bonne performance de l'indicateur synthétique construit.

## Remerciements

Je ne saurais commencer ce rapport sans rendre hommage à **M. Fouad Khennach**, chef de l'entité Risque Marché chez Attijariwafa bank, qui, malgré toutes ses occupations, a su trouver le temps nécessaire et, surtout, les mots justes, pour m'encourager.

Mes remerciements vont également à mon encadrant interne **M. Yassine Elqalli**, pour le suivi fourni à l'écriture de ce rapport, et par l'occasion, pour l'excellente formation qu'il nous a inculquée. Recevez ici, Monsieur, mes remerciements les plus sincères, ainsi que mon encadrant externe **M. Mourad Hizraoui**, qui m'a aidée tout au long de mon stage.

Je remercie également tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Quant à mon parcours à l'INSEA, je ne pourrai laisser passer cette occasion sans remercier les cadres administratifs et le corps professoral de l'Institut pour la qualité de la formation qu'ils nous apportent.

## Dédicace

À ma mère, la fleur chantante de ma vie, l'épanouissement de mon printemps, le rayon qui fait le jour dans mon âme, pour tous les sacrifices consentis et l'amour prodigué.

À mon père, en guise d'amour, de reconnaissance et de gratitude, pour tous les soins administrés et les peines endurées.

À mes tendres sœurs Rhizlane, Sara et Ouissal intarissable flux d'amour, de patience et de complicité.

À mon grand frère Mohammed, lumière inextinguible et source de bonheur dans ma vie.

À mes meilleurs amis, pour n'avoir cessé de me combler de support et de béatitude.

*Rihan Feddouf*

## Liste des figures

Figure 1 : Les catégories des matières premières .....	12
Figure 2 : la corrélation des rendements mensuels de l'or, le pétrole et Dow Jones UBS avec l'US CPI .....	14
Figure 3 : Rapport rendement/risque .....	14
Figure 4 : Le prix nominal et le prix réel du pétrole .....	18
Figure 5 : la consommation de pétrole par région en millions de barils par jour .....	19
Figure 6 : La volatilité des cours du blé, du maïs et des graines de soja à Chicago .....	21
Figure 7 : Indicateur de volatilité(écart-type/moyenne) de 6 matières premières,1996-2012.....	21
Figure 8 : Evolution du cours de l'once d'Or et le rendement annuel du cours de l'once d'Or.....	23
Figure 9 : Les lignes de tendances.....	25
Figure 10 : L'indicateur momentum.....	27
Figure 11 : L'indicateur ROC .....	28
Figure 12 : L'indicateur RSI .....	30
Figure 13 : L'indicateur stochastique .....	32
Figure 14 : L'indicateur MMA.....	33
Figure 15 : L'indicateur MACD.....	34
Figure 16 : Les Bandes de Bollinger.....	36
Figure 17 : Le mapping d'Analyse Factorielle des Correspondances .....	40
Figure 18 : Calcul les indicateurs techniques sous VBA .....	47
Figure 19 : Normalisation les indicateurs techniques sous VBA .....	48
Figure 20 : Choix des axes pour lesquels les graphiques doivent être affichés .....	48
Figure 21 : Les valeurs propres et la variabilité cumulée correspondante .....	49
Figure 22 : Le cercle de corrélation sur les axes F1 et F2 .....	50
Figure 23 : Le cercle de corrélation sur les axes F2 et F3 .....	51
Figure 24 : L'indicateur synthétique.....	53
Figure 25 : Le taux de réussite entre l'indicateur synthétique et le cours de l'or.....	54
Figure 26 : La divergence baissière .....	55
Figure 27 : La divergence haussière .....	56
Figure 28 : La divergence baissière cachée .....	56
Figure 29 : La divergence haussière cachée .....	57
Figure 30 : Signal d'achat.....	58
Figure 31 : Signal de vente .....	58
Figure 32 : Les signaux d'achats et de ventes .....	59
Figure 33 : La performance de l'IS.....	63
Figure 34 : La performance du cours de l'or .....	65

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Corrélation entre les indicateurs techniques .....	49
Tableau 2 : Le cosinus carrés des variables.....	51
Tableau 3 : la méthode de pondération de l'analyse en composante principale .....	52
Tableau 4 : La méthode de calcul du taux de réussite .....	54
Tableau 5 : Backtest .....	61
Tableau 6 : Les premières opérations d'achats et de ventes du backtest sur l'IS.....	62
Tableau 7 : La dernière opération de vente du backtest sur l'IS.....	62
Tableau 8 : Les premières opérations d'achats et de ventes du backtest sur le cours.....	64
Tableau 9 : La dernière opération de vente du backtest sur le cours.....	64

## Sommaire

<b>Résumé.....</b>	<b>1</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>2</b>
<b>Dédicace.....</b>	<b>3</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>4</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>5</b>
<b>Introduction générale : .....</b>	<b>8</b>
<b>Partie I : Revue littérature .....</b>	<b>9</b>
<b>Introduction : .....</b>	<b>9</b>
<b>Chapitre I : présentation des matières premières .....</b>	<b>11</b>
1. Définition des matières premières.....	11
2. Les matières premières comme possibilité de placement :.....	11
3. Caractéristiques et catégories :.....	12
4. Les matières premières dans le contexte d'un portefeuille :.....	13
5. Les possibilités d'investir sur les marchés des matières premières :.....	15
6. Choc pétrolier :.....	16
6.1 Définition et catégories : .....	16
6.2 Enjeux par rapport à l'énergie : .....	17
7. La volatilité des matières premières agricoles :.....	20
8. L'impact de la turbulence des marchés financiers sur le prix de l'or : .....	22
<b>Chapitre II : L'analyse technique.....</b>	<b>24</b>
1. Définition : .....	24
2. Les lignes de tendance : .....	24
3. Les indicateurs techniques : .....	25
3.1 Les indicateurs de Vitesse : .....	25
3.1.1 Momentum.....	25
3.1.2 Rate Of Change (ROC).....	27
3.1.3 RSI (Relative Strength Index) .....	28
3.1.4 Stochastique .....	30
3.2 Les indicateurs de tendance : .....	32
3.2.1 Moyennes Mobiles Arithmétiques (MMA).....	32

3.2.2	MACD (MovingAverage Convergence Divergence) .....	33
3.3	Les indicateurs de volatilité : .....	35
3.3.1	Bandes De Bollinger : .....	35
<b>Chapitre III : Etapes de construction de l'IS .....</b>		<b>37</b>
1.	Cadre théorique : .....	37
2.	Sélection des variables : .....	37
3.	Les méthodes d'imputation : .....	38
4.	Analyse multivariée : .....	38
5.	Normalisation : .....	41
5.1	Normalisation Min-Max : .....	41
5.2	Normalisation z-scores : .....	41
6.	Pondération : .....	42
7.	La robustesse et la sensibilité de l'indicateur synthétique : .....	43
<b>Conclusion: .....</b>		<b>44</b>
<b>Partie II : Application .....</b>		<b>45</b>
<b>Introduction: .....</b>		<b>45</b>
<b>Chapitre I : Construction de l'indicateur composite .....</b>		<b>46</b>
1.	Sélection des variables : .....	46
2.	Traitement des données manquantes : .....	47
3.	Normalisation : .....	47
4.	Analyse multivariée : .....	48
5.	Pondération : .....	51
6.	Taux de réussite de l'indicateur synthétique : .....	53
<b>Chapitre 2 : Elaboration d'une stratégie de trading : .....</b>		<b>55</b>
1.	La méthode de divergence : .....	55
2.	La méthode au seuil fixe : .....	57
3.	La méthode de la moyenne mobile : .....	58
4.	La stratégie d'investissement choisie : .....	59
<b>Chapitre 3 : Backtest .....</b>		<b>60</b>
<b>Conclusion: .....</b>		<b>66</b>
<b>Conclusion générale : .....</b>		<b>67</b>
<b>Bibliographies .....</b>		<b>68</b>



## Introduction générale :

Le marché financier, comme tout marché, est un lieu d'échange entre acheteurs et vendeurs. De plus, comme dans n'importe quel marché, les prix de vente et d'achat sont déterminés par le niveau de l'offre et de la demande. Cet échange concerne des produits ou instruments financiers.

Le but de notre travail est de construire un indicateur qui permet d'améliorer la performance de la stratégie de trading et de maximiser le profit.

Afin de mener à bien ce travail, nous avons choisi de répartir le rapport en deux parties. Le premier chapitre de la première partie sera consacré à la description du marché des matières premières et aux événements historiques qui l'ont marqué. Le deuxième chapitre présente les principes de base de l'analyse technique : son utilisation, ses interprétations, les indicateurs utilisés, ainsi que leurs formules, leurs avantages et inconvénients respectifs. Quant au troisième chapitre, il focalisera sur la description des étapes élaborées par l'OCDE pour la construction de l'indicateur synthétique.

La deuxième partie quant à elle aura pour objectif de reprendre dans un contexte clair et simple, toutes les étapes de la construction de l'indicateur synthétique et l'élaboration de la stratégie de trading adoptée afin de générer des signaux d'achats et de ventes. Et pour finir nous avons effectué le backtest en dernier chapitre pour vérifier la pertinence de la stratégie de trading et la performance de l'indicateur synthétique.

## Partie I : Revue littérature

### Introduction :

La Bourse est le marché financier qui offre les plus fortes rentabilités, pour investir en bourse, il existe essentiellement deux méthodes qui sont l'analyse technique et l'analyse fondamentale.

L'analyse fondamentale, repose en grande partie sur l'étude des comptes des sociétés cotées. Elle met en évidence leur santé économique et financière grâce aux calculs de ratios financiers.

L'erreur typique de la plupart des investisseurs est de considérer que les cours de bourse reflètent fidèlement la santé économique de la société sous-jacente. Ceci est erroné, l'analyse financière est utile pour piloter une entreprise mais s'avère n'être que de peu d'utilité pour l'investisseur, surtout à court terme.

La comptabilité donne une image figée à un instant donné du patrimoine et des flux financiers d'une entreprise tandis que la bourse se base sur l'estimation de la tendance future des titres. Elle ne s'intéresse ni au passé, ni même au présent. Les cours actuels sont une tentative d'anticipation constante de ce futur.

Il existe bel et bien un décalage irréductible entre la publication des comptes établis pour une période donnée et l'anticipation du futur par la bourse. Il en découle que la majorité des informations comptables sont obsolètes du point de vue boursier, donc inutilisables par l'investisseur au moment de leur diffusion dans le public. On dit généralement que ces informations ont déjà été intégrées dans les cours. A ce titre, il n'est pas surprenant de voir une valeur chuter en bourse alors que la société qu'elle représente vient pourtant de publier de bons résultats. Inversement, on peut voir des valeurs grimper sur les marchés financiers alors que les comptes de gestion des sociétés concernées viennent d'être publiés dans le rouge. L'analyse fondamentale est impuissante pour prendre en compte l'intégralité des paramètres déterminant les cours de bourse d'une valeur.

D'autre part, l'investisseur qui utilise l'analyse technique base ses décisions d'achat et de vente sur l'observation des graphiques représentant les prix et les volumes des titres échangés de sociétés cotées. Les avantages de cette technique sont les suivants :

- Une analyse visuelle sous forme de graphique donne très rapidement une image claire et souvent objective de la situation : la compréhension du parcours d'une valeur et du sens probable de son évolution future peut se faire très rapidement avec un peu d'entraînement et de bons outils. L'analyse technique, bien comprise et bien appliquée, est d'une grande efficacité.
- Elle nous apporte des informations capitales pour trouver le bon « timing » dans nos investissements boursiers c'est-à-dire des niveaux stratégiques pour acheter et/ou vendre nos titres. L'important pour un investisseur qui se base sur l'analyse technique est d'identifier un mouvement de prix assez tôt, pour pouvoir se positionner en conséquence et réaliser ainsi des profits.
- L'anticipation de l'information. L'investisseur qui se base sur l'analyse fondamentale devra d'abord attendre les informations sur les ventes, les résultats, les dividendes avant de se

positionner en bourse. Quand ces informations seront devenues publiques, le marché aura probablement déjà réagi, à la hausse ou à la baisse. L'investisseur qui se base sur l'analyse technique, au contraire, peut agir dès qu'il a repéré un signal sur le marché, même si l'information qui est à l'origine du mouvement n'est pas encore publique mais est seulement connue d'une poignée d'initiés.

La conclusion que l'on peut tirer est de privilégier l'analyse technique à l'analyse fondamentale comme source d'information pour le trading si l'on veut gagner en bourse avec régularité. D'autre part, vues la complexité et la multitude des indicateurs techniques à considérer pour conclure des stratégies de trading, rendent nécessaire de construire un indicateur synthétique de l'analyse technique qui aura le privilège de refléter toutes les situations observées au niveau des indicateurs initiaux standards et améliorer la performance de la stratégie de trading.

## **Chapitre I : présentation des matières premières**

### **1. Définition des matières premières**

Les matières premières sont des biens physiques non transformés qui proviennent de mines, de forages ou de l'agriculture. Elles offrent aux investisseurs un potentiel de rendement attractif ainsi que des propriétés de diversification, et sont souvent utilisées comme un instrument de couverture contre l'inflation.

Le marché des matières premières se divise en deux secteurs: les matières premières traditionnelles, qui sont négociées en bourse, et les marchés non traditionnels ou nouveaux, qui sont accessibles seulement grâce à des investissements indirects, par exemple des actions. Même si les matières premières sont très différentes les unes des autres, leurs marchés sont régulés par l'offre et la demande. Grâce à leur corrélation relativement faible avec les placements traditionnels comme les actions ou les obligations, elles peuvent améliorer le rapport rendement/risque d'un portefeuille traditionnel.

Les cours des matières premières sont influencés par les facteurs suivants:

- ✓ évolution de la croissance économique, des intérêts et de l'inflation;
- ✓ modification de l'état des stocks, donc de la disponibilité;
- ✓ évolution des monnaies de transaction et des conditions commerciales;
- ✓ conditions climatiques, catastrophes naturelles et changement climatique;
- ✓ risques géopolitiques

### **2. Les matières premières comme possibilité de placement :**

Les matières premières sont des ressources naturelles provenant de mines (p. ex. les métaux précieux ou industriels), de forages (p. ex. le pétrole ou le gaz) ou de l'agriculture (p. ex. le maïs ou le coton). Elles sont négociées quotidiennement sur les marchés à terme du monde entier. A long terme, elles présentent une faible corrélation aux actions et aux obligations car elles ont des cycles et des facteurs d'influence qui leur sont propres. Les matières premières sont souvent utilisées comme un instrument de couverture contre l'inflation. Elles offrent aussi une certaine protection contre les phases de faiblesse de la monnaie américaine puisqu'elles sont en règle générale négociées en USD. Les métaux précieux jouent ici un rôle spécifique, car ils peuvent être négociés de la même façon que des couples de monnaie. Les placements dans des matières premières offrent un potentiel de diversification important et constituent une bonne opportunité de réduire le risque global d'un portefeuille, sans pour autant subir de dégradation à long terme des rendements potentiels.

Schématiquement, les matières premières se divisent en deux catégories: les marchés traditionnels et les marchés non traditionnels ou nouveaux.

- Les matières premières traditionnelles sont négociées en bourse par des contrats standards et sont directement accessibles aux investisseurs. Les marchés répertoriés dans l'illustration 1 appartiennent à cette catégorie.
- Les nouvelles matières premières ne sont pas négociées en bourse en général, donc il n'y a que des contrats illiquides. En général, ces matières premières sont négociées par

contrat directement entre les différentes parties. Elles sont donc principalement accessibles via l'achat d'actions des entreprises impliquées. Le minerai de fer, le charbon, les énergies alternatives et le diamant appartiennent par exemple à cette liste.

### 3. Caractéristiques et catégories :

Les cours des matières premières dépendent surtout de l'offre et de la demande. Pour simplifier, les cours montent en cas de pénurie, alors qu'ils plongent quand l'offre est excédentaire. Les cours des soft commodities dépendent aussi des conditions climatiques. Les hard commodities sont au contraire très dépendantes des cycles de la conjoncture. Les effets saisonniers peuvent aussi jouer un rôle important sur tous les marchés. Par exemple, la demande en fioul domestique augmente fortement en hiver, alors que les marchés agricoles sont dépendants des cycles de semailles et de récolte.

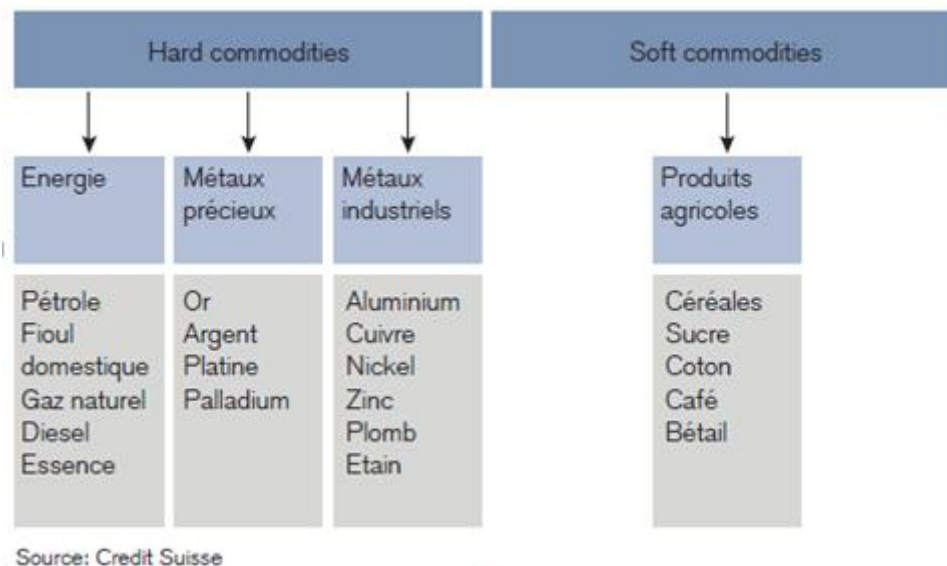


Figure 1 : Les catégories des matières premières

**Energie** – Les matières premières énergétiques comme le pétrole et le gaz naturel sont utilisées pour générer de l'énergie et des matières premières chimiques. Au cours des 40 dernières années, la consommation mondiale en énergie a plus que doublé. Le pétrole reste l'une des sources d'énergie les plus importantes. Plus de 50% des réserves mondiales de pétrole se trouvent au Proche-Orient, qui est donc un important exportateur de pétrole, alors que les Etats-Unis et la Chine sont d'importants importateurs. Les prix de l'énergie sont fortement dépendants de la croissance et donc très sensibles aux événements géopolitiques.

**Les métaux précieux**– L'or, l'argent, le platine et le palladium sont les principaux métaux précieux. On distingue au sein de la demande en métaux précieux la demande physique (industrie et bijouterie) et la demande pour le placement de capitaux (demande des

investisseurs). La demande physique dépend surtout de la croissance économique, alors que la demande des investisseurs est surtout déterminée par l'évolution des taux, par les fluctuations des monnaies (principalement le dollar américain en raison des importants volumes commerciaux en USD) et par le niveau d'inflation. En outre, l'or représente un placement attractif quand les marchés sont incertains, même s'il faut rappeler que l'or n'offre pas une protection totale dans un contexte de pression pour la réduction de la dette.

**Métaux industriels** – L'aluminium, le cuivre, le nickel, le zinc, le plomb et l'étain sont les métaux industriels les plus connus. Appelés aussi métaux de base, les métaux industriels ne contiennent pas de fer. Ils sont principalement utilisés par des branches fortement cycliques, comme l'industrie automobile, l'aéronautique ou la construction. Les indicateurs avancés de la conjoncture sont donc déterminants pour l'évolution des cours. La demande en métaux industriels vient principalement de Chine, les données de la conjoncture chinoise sont donc aussi des facteurs clés. Les métaux industriels sont par conséquent très cycliques et sont les matières premières qui permettent d'investir le plus directement dans la croissance et le développement de la Chine.

**Soft commodities** – A l'inverse des matières premières fossiles, les matières premières agricoles sont renouvelables. Les céréales comme le maïs, le blé ou les graines de soja, l'huile alimentaire/les oléagineux comme le soja ou l'huile de palme ainsi que d'autres plantes/fibres comme le sucre ou le coton en font partie. Les cours s'établissent en fonction de l'offre et de la demande. Si la demande dépasse l'offre, il faut puiser dans les stocks. Les cours grimpent en général en cas de pénurie d'une matière première, en particulier si les réserves sont peu importantes. La plupart des matières premières agricoles sont des produits de première nécessité et sont donc moins dépendantes de la croissance que d'autres matières premières plus cycliques. Comme les matières premières agricoles sont renouvelables, les cycles de cours sont en général plus courts que pour les hard commodities. En outre, les cours des matières premières agricoles dépendent des conditions climatiques et de la disponibilité de l'eau.

#### 4. Les matières premières dans le contexte d'un portefeuille :

Les avantages de l'investissement dans les matières premières pour un portefeuille :

- **Les matières premières représentent une opportunité d'investir dans la croissance mondiale** – Les métaux industriels et les marchés de l'énergie, en particulier, sont importants pour la production industrielle.
- **Protection contre l'inflation** – Les matières premières entrent dans la production de biens de consommation cruciaux. Par conséquent, ils jouent un rôle déterminant sur les indices des prix à la consommation et peuvent être utilisés comme protection contre l'inflation. L'expérience montre par exemple qu'à court terme, l'or n'est pas une couverture contre l'inflation très judicieuse, mais qu'à long terme c'est une couverture prometteuse.

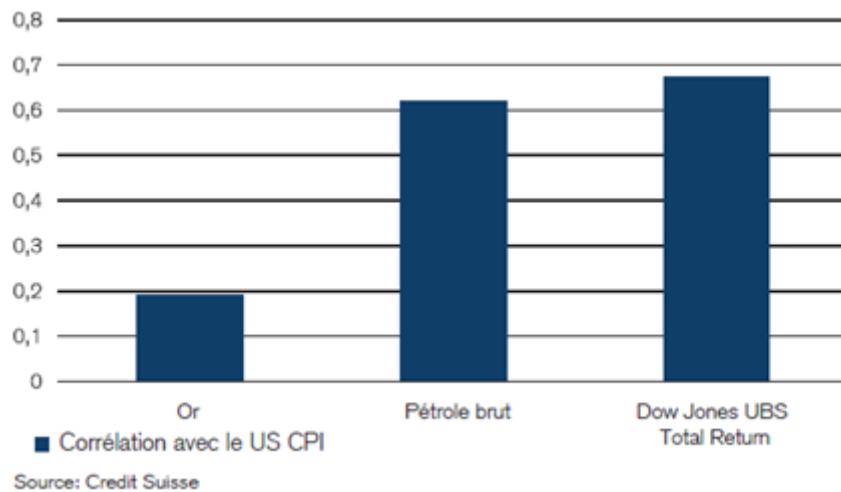


Figure 2 : la corrélation des rendements mensuels de l'or, le pétrole et Dow Jones UBS avec l'US CPI

- **Diversification** – Les matières premières ont des cycles et des facteurs d'influence qui leur sont propres, et leur performance est donc différente de celle des actions et des obligations. En investissant dans les matières premières, le rapport rendement/risque d'un portefeuille existant est donc amélioré.

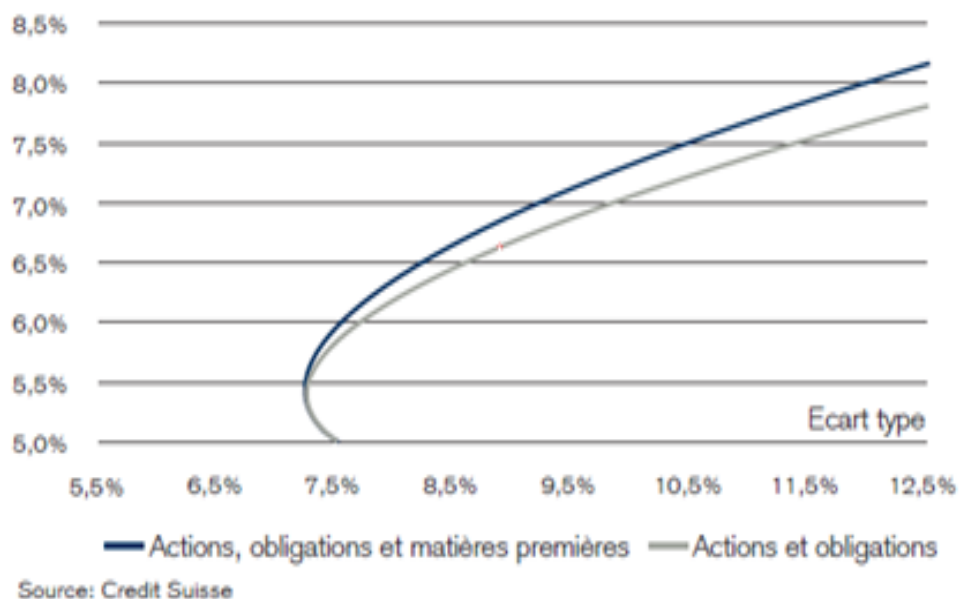


Figure 3 : Rapport rendement/risque

Concernant la part des placements dans les matières premières, le Crédit Suisse, dans sa benchmark allocation, conseille d'investir une part d'environ 5% dans les matières premières, dont 2,5% sur différents marchés de matières premières et les 2,5% restants en or (valable pour toutes les stratégies d'investissement).



## 5. Les possibilités d'investir sur les marchés des matières premières :

1. **Spot (transaction au comptant) :** Les matières premières physiques sont achetées sur le marché au comptant: l'investisseur obtient immédiatement les matières premières en échange d'argent liquide. Les investisseurs privés peuvent effectuer des transactions au comptant pour les métaux précieux comme l'or, l'argent, le platine et le palladium. En règle générale, cela n'est pas possible pour les matières premières courantes.
2. **Futures (contrat à terme) :** Les futures constituent une forme courante d'investissement dans les matières premières. Il s'agit de contrats cotés en bourse et standardisés pour la livraison d'une certaine quantité de matière première à un certain endroit, à un certain moment et à un prix donné. Les futures sont des dérivés, et les investisseurs doivent au préalable ouvrir un compte de marge pour pouvoir les négocier. En outre, il faut activement surveiller les positions des futures car ils doivent être clôturés avant leur échéance pour éviter une livraison physique non souhaitée.
3. **Produits indexés :** Les produits indexés rassemblent plusieurs futures de matières premières, et offrent une variété de produits et de stratégies. Les indices de benchmark suivent en général une stratégie acheter et garder et détiennent des contrats futures dans tous les secteurs des matières premières. La performance de l'indice est influencée non seulement par l'évolution du cours au comptant, mais aussi par le rendement de report et par le produit des intérêts. Les rendements et les pertes de report se produisent quand les contrats doivent être vendus avant l'échéance et que le produit est réinvesti dans de nouveaux contrats.
4. **Produits structurés :** Les produits structurés permettent aux investisseurs qui ne peuvent ou ne veulent pas ouvrir de comptes de marge d'accéder aux marchés des matières premières. Le secteur matières premières d'une banque négocie des dérivés de matières premières et structure des produits d'investissement pour les clients privés. L'émetteur, donc la banque, agit en tant que contrepartie pour les investisseurs privés. Il existe des produits structurés pour un grand nombre de sous-jacents; ils peuvent être dotés de barrières ou d'autres clauses.
5. **Fonds/Exchange Traded Funds/Exchange Traded Commodities :** Les gestionnaires de fonds investissent les sommes qu'ils ont rassemblées auprès des investisseurs conformément au prospectus du fonds sur toute la gamme des matières premières (futures, fonds, actions dans des entreprises productrices de matières premières). Il existe aussi des fonds basés sur les matières premières physiques, qui ne présentent donc pas de risque de contrepartie. La performance du fonds dépend de la compétence en investissement du gestionnaire du fonds et des restrictions fixées par le prospectus du fonds. Les Exchange Traded Funds (ETF) sont des fonds de placement cotés en bourse et négociés comme des actions. La plupart des ETF sont des fonds indexés qui répliquent un indice d'actions ou d'obligations. Les Exchange Traded Commodities (ETC) sont aussi cotés en bourse. Ils proposent des placements avantageux dans des matières premières physiques ou sur des indices de matières premières sur la base d'au moins une matière première.
6. **Actions :** Grâce à des placements directs dans des actions d'entreprises productrices de matières premières, on peut investir dans des matières premières difficiles d'accès. La progression du cours des actions peut diverger fortement de celui de la matière première.



## 6. Choc pétrolier :

### 6.1 Définition et catégories :

Un « choc pétrolier » est un phénomène de hausse brutale du prix du pétrole ayant une incidence négative sur la croissance économique mondiale. Selon les économistes, deux chocs pétroliers ont marqué l'histoire du XX<sup>e</sup> siècle : le premier en 1973, le second en 1979.

Depuis plus d'un siècle, le pétrole est l'un des moteurs fondamentaux de la croissance économique mondiale, d'où son surnom d'or noir. Le pétrole est utilisé directement ou indirectement dans un grand nombre de processus de production industrielle et de transport. Les variations de son prix ont donc un impact marqué sur la conjoncture économique. L'impact s'avère d'autant plus important qu'il n'existe pas de « bien de substitution de court-terme » au pétrole, c'est-à-dire de produit différent pouvant répondre rapidement aux mêmes besoins à un prix plus faible.

Les chocs pétroliers ont donc profondément affecté les économies à l'échelle mondiale.

Par extension, certains économistes spécialistes, journalistes et hommes politiques considèrent l'augmentation des prix du pétrole à partir de la seconde moitié des années 2000, et son paroxysme en 2008, comme le troisième choc pétrolier.

#### 1973 : le premier choc pétrolier

La croissance économique fulgurante observée au cours des années 50-60 dans la plupart des pays industrialisés repose, entre autres, sur l'accès à un pétrole abondant et bon marché. Pendant les années 1960, la demande pétrolière croît de plus de 7% par an. Dès 1972, la production de pétrole aux Etats-Unis atteint ce que les experts désignent comme un « pic pétrolier », c'est-à-dire le point de production maximale. Afin de pallier ce manque, les Etats-Unis importent une quantité toujours croissante de pétrole, notamment extrait au Moyen-Orient.

En parallèle à cette augmentation de la demande mondiale, l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP) formée en 1960 se réunit en 1970 et 1971 afin de revaloriser le prix du pétrole. L'union de ces grands pays producteurs au sein d'un cartel accroît considérablement leur pouvoir de marché sur la fixation des quantités mises en vente ainsi que sur le prix du baril.

Le 6 octobre 1973, l'Etat d'Israël est attaqué par une coalition d'Etats Arabes menée par l'Egypte et la Syrie. Cette guerre est prétexte à l'augmentation des prix du baril de brut décidée par l'OPEP en réponse au soutien de certains pays occidentaux à Israël. Lors de la conférence de Koweït le 19 octobre 1973, l'OPEP décide une augmentation de 70% des prix du baril et quelques jours plus tard une réduction mensuelle de 5% de la production pétrolière. L'OPEP stabilise ensuite les prix moyens du brut autour de 12 \$ de l'époque par baril, quatre fois le niveau d'avant la crise de 3 \$.

## 1979 : le second choc pétrolier

La situation politique au Moyen-Orient se tend à nouveau à la fin des années 1970, notamment du fait des agitations révolutionnaires en Iran. Afin de se prémunir contre d'éventuels troubles, les compagnies pétrolières des pays consommateurs accroissent leur demande auprès des pays producteurs afin de constituer des stocks. Concomitamment à cette hausse de la demande, l'Arabie Saoudite décide de diminuer sa production de 1 million de barils par jour afin de réduire l'offre.

La révolution iranienne éclate fin 1978 et aboutit le 11 janvier 1979 à la chute du Shah. C'est le point de départ du choc pétrolier. La dégradation des relations entre l'Iran et l'Irak débouche sur une guerre de 1980 à 1988. La déstabilisation de ces deux grands pays producteurs de pétrole entretient les tensions sur le marché pétrolier au début des années 80. Au plus haut le baril de brut atteint 39 dollars soit, en tenant compte de l'inflation, l'équivalent de 100 dollars de 2008. Ce choc pétrolier entraînera le monde dans une crise économique jusqu'en 1982.

## 2008 : le troisième choc pétrolier ?

L'expression « troisième choc pétrolier » est utilisée par certains journalistes, économistes et hommes politiques pour désigner une augmentation des cours en 2008 initiée entre 2003 et 2005. Le « choc pétrolier » de 2008 est différent des deux précédents :

- il n'est pas dû à une crise de l'offre causée par des instabilités géopolitiques, mais à un surcroît de demande ;
- il est étalé sur plusieurs années, contrairement aux chocs ponctuels de 1973 et 1979. L'augmentation du prix du pétrole a l'amplitude des chocs précédents mais pas leur concentration dans le temps.

Sans facteur déclencheur ponctuel, la question de sa nature même se pose : choc pétrolier ou fluctuation conjoncturelle ?

Après avoir stagné à 20-25 dollars entre 1986 et 2003, le baril s'apprécie peu à peu sous l'effet de l'accroissement de la demande des pays émergents, notamment de la Chine et de l'Inde.

Les incertitudes quant à l'implication militaire des Etats-Unis en Irak ainsi que la spéculation à la hausse sur le prix du pétrole ont pour effet de renforcer cette dynamique.

Il faut également noter que les annonces de raréfaction des ressources pétrolières peuvent maintenir une tension sur le prix du baril, en faisant craindre une possible pénurie.

### 6.2 Enjeux par rapport à l'énergie :

#### Conséquences économiques :

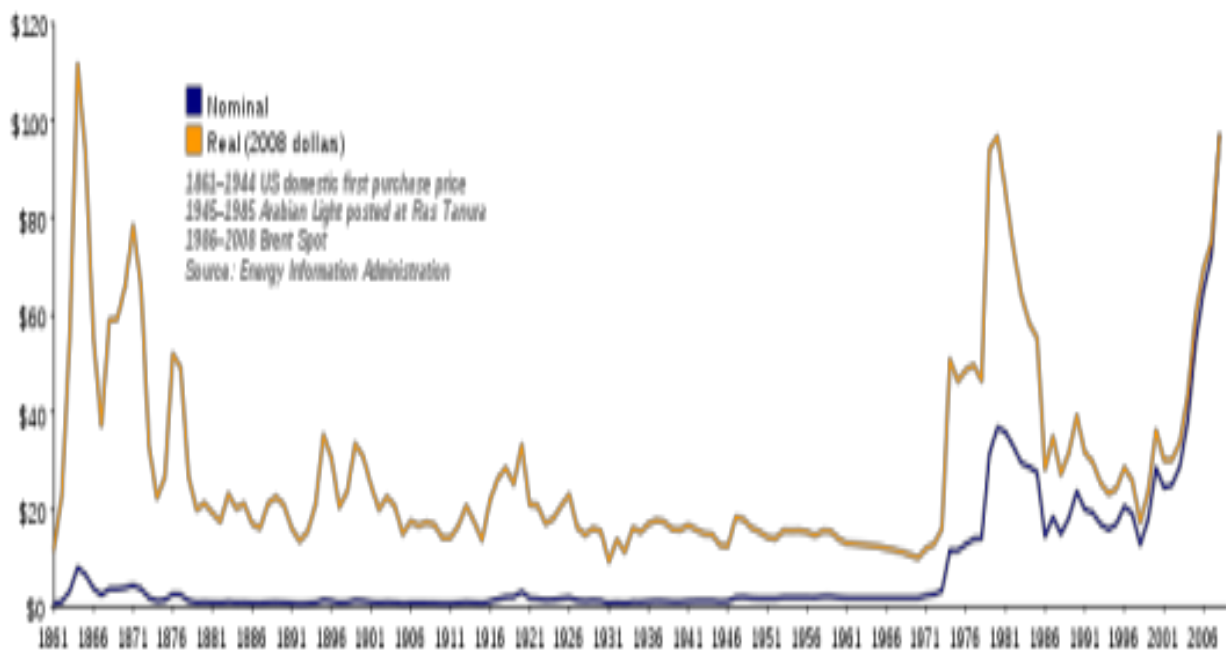
Un choc pétrolier engendre d'abord un ralentissement de la croissance : une spirale négative s'amorce, par laquelle les ménages consomment moins, ce qui entraîne une diminution de la production des entreprises. Ce ralentissement est source d'une augmentation du chômage et donc par effet de chaîne d'une baisse encore accrue du pouvoir d'achat et ainsi de suite. Ces

périodes de crise pétrolières peuvent donc engendrer des périodes de récession durant lesquelles le PIB des pays ralentit sa croissance ou même diminue.

- Choc de 1973 : Entre octobre 1973 et janvier 1974, le prix du baril de brut est multiplié par quatre, passant de 2,3 \$ à 11,6 \$ (l'équivalent de 50 \$ constants de 2008). L'augmentation du prix du pétrole orchestrée par l'OPEP engendre un ralentissement de la croissance mondiale et un accroissement de l'inflation.

Les déficits commerciaux extérieurs des pays occidentaux se creusent, tout comme les déficits budgétaires que les gouvernements consentent afin d'amortir les effets du choc. On assiste à une période de « stagflation » alliant faible croissance et augmentation rapide des prix.

- Choc de 1979 : Le prix du baril passe de 13 \$ en 1978 à 30 \$ en 1980 (l'équivalent de 100 \$ constants de 2008). Les revenus pétroliers de l'O.P.E.P. sont, en dollars courants, multipliés par plus de 36. En 1980, ils atteignent 275 milliards de dollars. L'augmentation du coût de l'énergie cause le même effet de ralentissement économique que celui observé lors du choc de 1973.
- « Choc » de 2008 : L'augmentation des cours se poursuit jusqu'à atteindre un pic record de 144,27 \$ à New-York le 2 juillet 2008. Les conséquences à moyen terme de l'augmentation du prix du pétrole dans les années 2000 sont encore difficiles à évaluer, notamment à cause de la crise financière qui s'est déclarée fin 2008.



Source : Wikimedia Commons

Figure 4 : Le prix nominal et le prix réel du pétrole

Deux variables peuvent influencer l'évolution du prix du pétrole : le taux de change et le taux d'inflation.

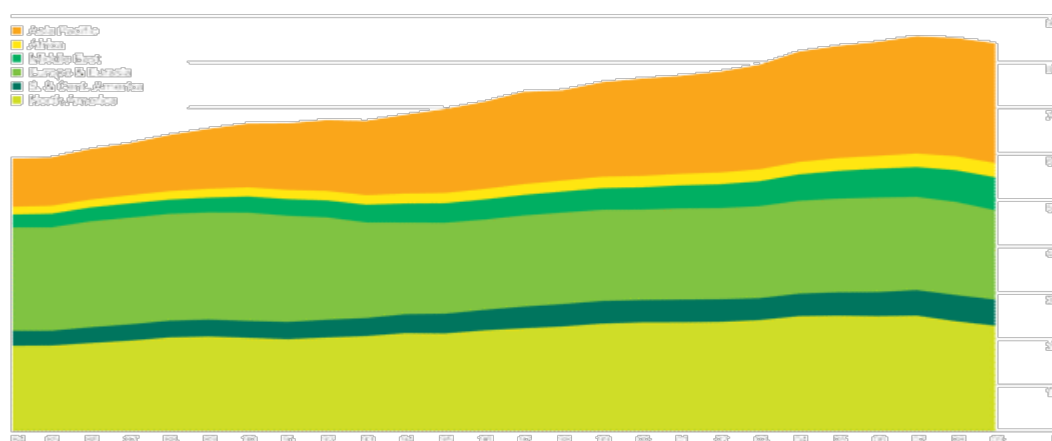
- Le pétrole est coté en dollars. Son prix perçu dépend directement du taux de change entre le dollar et la monnaie locale. Un baril à 100 dollars coûte par exemple :
  - 133 euros dans le cas d'un taux de change de 0,75 (0,75 dollars pour 1 euro) ;
  - 100 euros dans le cas d'une parité euro/dollar (1 dollar pour 1 euro) ;
  - 80 euros dans le cas d'un taux de change de 1,25 (1,25 dollars pour 1 euro).
- Si l'on compare les prix du pétrole entre deux années différentes, l'inflation doit être prise en compte. A titre d'exemple, le prix « courant » du baril en 1979 est d'environ 35 dollars, en revanche si l'on tient compte de l'inflation, son prix « constant » en dollars de 2009 est de 90 dollars.

### Conséquences sur le secteur énergétique :

Les deux plus grandes zones de consommation de pétrole lors des deux premiers chocs pétroliers sont les Etats-Unis et l'Europe de l'Ouest.

Les mesures prises par les pays victimes des chocs pétroliers de 1973 et 1979 concernent essentiellement les énergies fossiles. Des programmes d'exploration pétrolière hors du Moyen-Orient sont lancés, notamment en Mer du Nord, en Alaska et en Afrique de l'Ouest afin de diversifier les sources d'approvisionnement en or noir. Le charbon et le gaz, des ressources matures et rapidement disponibles, sont mises à contribution afin de pallier les insuffisances énergétiques. Des centrales nucléaires sont également construites, notamment en France, aux Etats-Unis et au Japon.

En mettant en lumière la sensibilité géopolitique du Moyen-Orient ainsi que le pouvoir de marché dont dispose le cartel de l'OPEP, les chocs pétroliers des années 70 poussent les pays à diminuer leur consommation et à trouver de nouvelles sources d'énergies. Des programmes de recherche sur les énergies alternatives sont financés. C'est à cette période que l'on assiste à la naissance, entre autres, des filières solaire et éolienne. Trop coûteuses, ces technologies sont pour la plupart mises de côté après le contrechoc pétrolier de 1985. L'augmentation du prix du pétrole dans les années 2000 relance toutefois ces énergies alternatives.



Source: BP Statistical Review of World Energy June 2010

Figure 5 : la consommation de pétrole par région en millions de barils par jour

## 7. La volatilité des matières premières agricoles :

L'offre de produits agricoles est déterminée en partie par la saisonnalité de la production. Cette saisonnalité implique un décalage entre la demande et l'offre. Ainsi, le producteur agricole ne peut adapter qu'avec retard son niveau de production aux signaux émis par le marché : le plus souvent, il lui faut attendre une nouvelle campagne de production. Cette rigidité de l'offre à court terme est susceptible de créer des phénomènes d'instabilité spécifiques aux marchés agricoles.

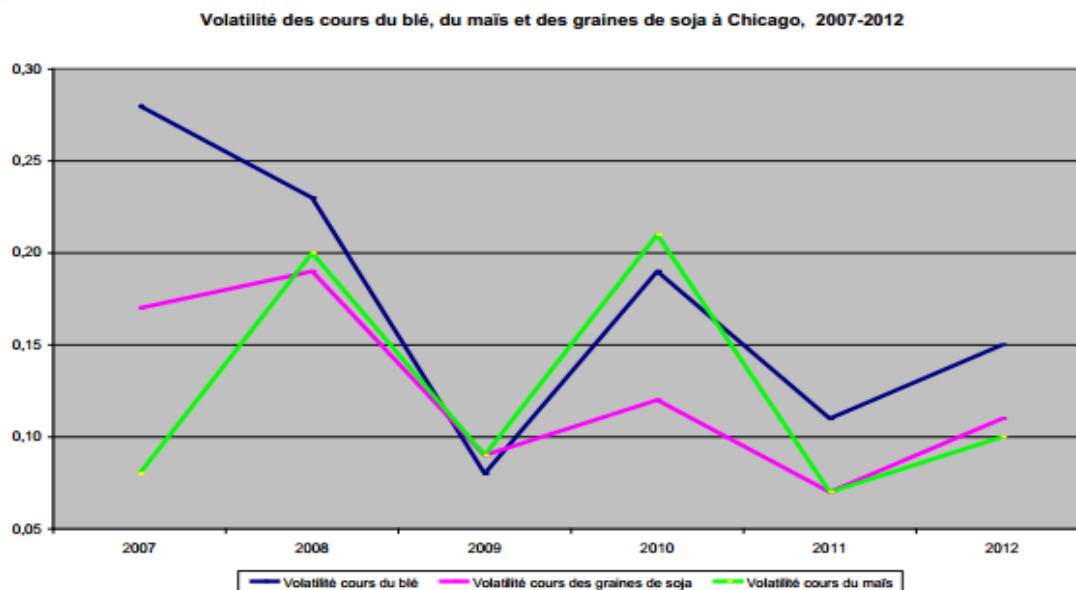
De plus, l'offre peut aussi être déterminée par des facteurs exogènes, comme les conditions climatiques, ou les maladies affectant les plantes ou les animaux. Les conditions climatiques elles-mêmes peuvent avoir une influence sur la demande : on observe ainsi une certaine corrélation entre des conditions météorologiques clémentes et la consommation de certains fruits. Ces éléments participent à la complexité des marchés agricoles.

Une des caractéristiques majeures des marchés agricoles mondiaux est également leur étroitesse : par exemple, moins de 20% de la production mondiale de céréales (blé, riz, maïs) feraient l'objet d'échanges sur les marchés mondiaux, le reste étant consommé dans les pays producteurs. En comparaison, la proportion serait d'environ 66% pour le pétrole. Dans ce contexte, en cas de baisse de 5% de la production mondiale de céréales, les pays producteurs privilégient le plus souvent le marché intérieur et prélèvent ces 5% sur les quantités destinées à l'exportation, ce qui a potentiellement des effets très importants sur les prix fixés sur les marchés d'échanges mondiaux. Cela décuple les effets d'une variation de la production d'un grand pays exportateur sur le prix de la matière première agricole concernée.

En outre, des évolutions majeures marquent les marchés agricoles au début du XXI<sup>ème</sup> siècle. Tout d'abord, le développement économique des pays émergents (Chine, Inde, Brésil...) bouleverse la demande de matières premières agricoles, en accroissant la consommation de produits agricoles et en modifiant les habitudes alimentaires des populations de ces États : la consommation de viandes y augmente de manière sensible, avec des conséquences sur la demande et les prix non seulement de la viande bovine mais aussi des céréales et des oléagineux utilisés dans l'alimentation animale. Ces évolutions ont un impact sur les marchés agricoles car les pays émergents ont tendance à augmenter leurs importations de matières premières agricoles et à diminuer leurs exportations pour satisfaire une demande intérieure croissante, générant ainsi des tensions supplémentaires sur les marchés mondiaux. La Chine est ainsi importatrice nette de produits agricoles depuis 2004.

D'autres facteurs structurels ont un effet sur l'évolution des marchés des matières premières agricoles : croissance démographique, incidence du changement climatique, pressions exercées sur les terres agricoles, etc.

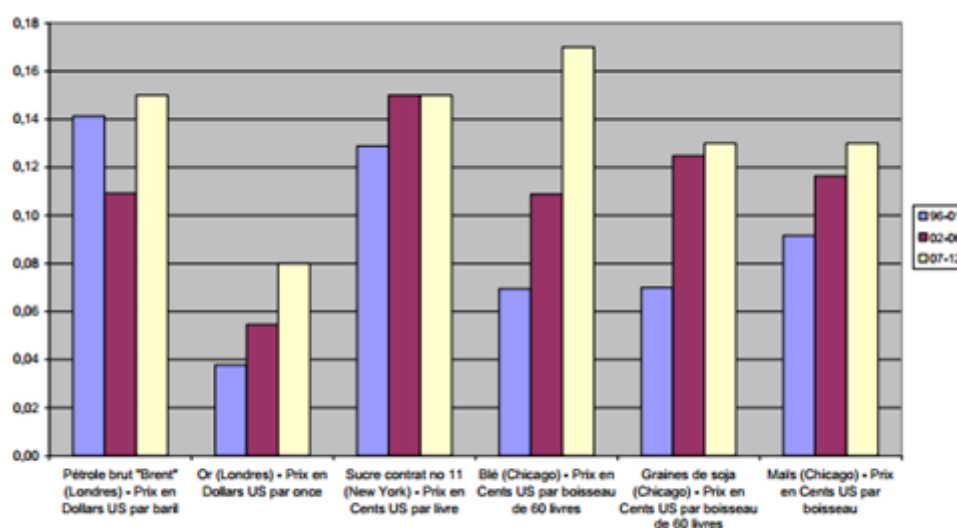
Enfin, le rôle de la variation des taux de change n'est pas à négliger. Par exemple, entre janvier 2002 et juin 2008, le dollar américain a perdu 35% de sa valeur par rapport à l'euro. L'appréciation de certaines monnaies par rapport au dollar a entraîné une hausse de la demande sur les marchés mondiaux des matières premières dont le prix est libellé en dollars, certains pays ayant vu leur pouvoir d'achat augmenter par le jeu du taux de change.



Source : Insee, mars 2013, calculs DGCCRF, mars 2013

**Figure 6 : La volatilité des cours du blé, du maïs et des graines de soja à Chicago**

Sur cette période récente, on retrouve, pour certaines matières premières agricoles, des pics de volatilité au moment des crises alimentaires de ces dernières années : en particulier, en 2007-2008 et en 2010-2011. Ces pics correspondent à des hausses de prix très importantes, en particulier en ce qui concerne le cours du blé. Entre janvier 2006 et avril 2008, les cours du maïs, du soja et du blé ont augmenté respectivement de 178%, 124% et 164%, avant de retomber rapidement à des valeurs proches de leur valeur de long terme à la fin de l'année 2008. En 2007, le cours du maïs fait figure d'exception : il apparaît comme relativement peu volatil (ratio inférieur à 0,1), à la différence des cours du blé et des graines de soja.



Source : Insee, mars 2013, calculs DGCCRF, mars 2013

**Figure 7 : Indicateur de volatilité(écart-type/moyenne) de 6 matières premières,1996-2012**



Si l'on compare la volatilité de plusieurs matières premières depuis 1996, on observe que la période récente (années 2007-2012) est relativement plus volatile pour les matières agricoles (blé, graines de soja et maïs) que la période précédente (2002-2006), à l'exception du sucre.

Sur la période 2007-2012, marquée par plusieurs crises agricoles sur les marchés mondiaux (2007-2008, 2010-2011, été 2012), on constate une volatilité importante des matières agricoles : sucre, graines de soja, blé et maïs. En particulier, le sucre (ratio de 0,15) et le blé (0,17) se montrent aussi ou même plus volatils sur cette période que le pétrole (0,15). Cette instabilité importante coïncide avec le développement de la financiarisation des marchés agricoles des années 2000.

## **8. L'impact de la turbulence des marchés financiers sur le prix de l'or :**

L'or figure dans tous les portefeuilles en tant qu'une indiscutable valeur refuge universelle contre la volatilité des marchés financiers. Comme l'or est en effet une destination naturelle pour les capitaux qui cherchent la sécurité, le marché de l'or est aussi affectée par la volatilité des marchés financiers.

La crise financière a été déclenchée en juillet 2007 aux États-Unis sur le marché des prêts hypothécaires aux emprunteurs les plus risqués. Elle s'est progressivement étendue à l'ensemble des marchés financiers et a fini par atteindre l'économie réelle à la fin de l'année 2008. Cette crise a touché la majorité des marchés économiques mondiaux (marché du travail, marché de biens et services, marché de l'énergie...).

Le marché de l'or, outre ses fondamentaux, s'avère réagir fortement au poids de l'incertitude qui règne sur les marchés financiers et plus particulièrement sur les marchés des actions. Le prix de l'or est parti de 257 dollars au début de l'année 2001 pour atteindre un premier record historique de 1011 dollars en décembre 2009. Plusieurs facteurs peuvent entrer en jeu pour expliquer cette forte hausse du prix. Certains sont liés aux fondamentaux du marché de l'or, tels que les niveaux de stocks, les niveaux résiduels des stocks ou encore la croissance de la demande en particulier de certains pays émergents tels que la Chine et l'Inde. D'autres facteurs ont pour origine des craintes de pressions inflationnistes qui règnent actuellement de part le globe.

Durant les récentes turbulences politiques, économiques et financières, le prix de l'or a augmenté pour la neuvième année consécutive. Cinq de ces dix dernières années ont été marqué par des gains annuels de 20 % ou plus. Malgré la forte volatilité que les cours de l'once d'or ont connue, la tendance haussière de ce marché a su démontrer toute sa solidité.

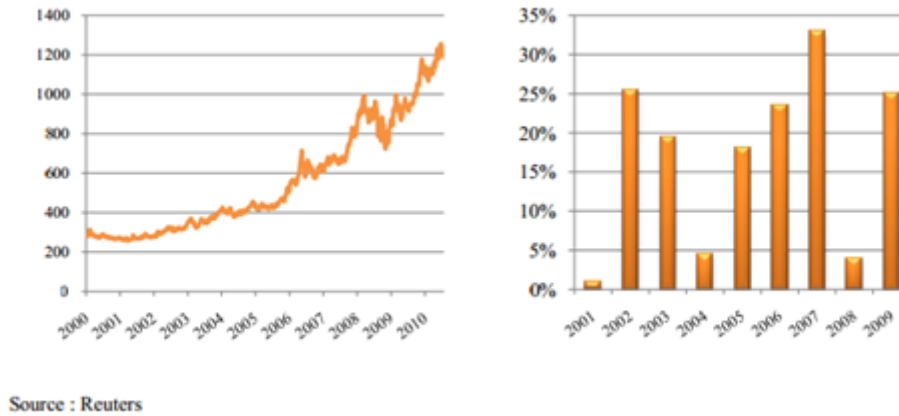


Figure 8 : Evolution du cours de l'once d'Or et le rendement annuel du cours de l'once d'Or

La dernière chute des cours de l'or et de beaucoup de matières premières est le signe d'une interruption de la reprise de la croissance mondiale. Quelques chiffres d'abord pour montrer cette chute: l'once d'or s'échangeait à Londres à 1.790 dollars le 5 octobre dernier, elle a terminé l'année 2012 à 1.675, le vendredi 12 avril elle était à 1.548 dollars et le lundi 15 elle est tombée à 1.416 avant de se stabiliser dans les jours suivants entre 1.380 et 1.400. Maintenant, voyons comment on peut interpréter cette situation.

Pour certains, c'est une bonne nouvelle. En hausse continue depuis le début de ce siècle, le cours du métal précieux avait encore accéléré son mouvement à la faveur de la crise financière de 2008. Le raisonnement des investisseurs était simple: dans un monde menacé par une grave crise économique et avec des banques au bord de la faillite, le placement le plus sûr était l'or.

Que l'or baisse aujourd'hui parce qu'il est délaissé est donc une bonne nouvelle: c'est la preuve que les investisseurs ne craignent plus un effondrement du système bancaire international et qu'ils ne rechignent plus à placer leur argent sur des produits financiers. En somme, ce serait le signal de la fin de la crise.

Le mouvement récent de baisse n'a pas affecté seulement l'or, il a touché l'ensemble des métaux précieux (argent, platine, palladium) et industriels comme le cuivre, le nickel, l'étain, etc.



## Chapitre II : L'analyse technique

### **1. Définition :**

L'analyse technique ou graphique a pour objectif de décrire les variations des cours boursiers, en écartant tout événement fondamental lié à la vie des sociétés, de façon à prévoir leur évolution.

L'analyse technique vise à étudier le marché selon trois données : les cours, les volumes de transaction et les positions ouvertes. L'idée sous-jacente est que l'évolution des cours est le résultat d'un processus compliqué. Elle peut résulter d'une nouvelle information concernant la société, mais elle peut aussi provenir d'un ajustement de position ou encore d'autres facteurs tels que des rumeurs.

L'objectif n'est pas la valorisation d'un actif financier. Il s'agit plutôt de déceler dans les cours historiques d'un titre les comportements types dans une situation donnée pour ensuite prévoir les évolutions des titres financiers.

L'analyse technique est souvent utilisée par les traders qui prennent des positions sur des périodes très courtes, sur quelques jours, voire quelques heures.

Trois idées phares sous-tendent les principes de l'analyse technique :

- le prix d'un titre reflète sa valeur. Le cours est le produit d'un ensemble de facteurs. L'analyste technique cherchera à déterminer les évolutions du marché ;
- les évolutions de cours sont soumises à des tendances. Celles-ci sont considérées comme étant prévisibles. La tâche de l'analyste consistera alors à les identifier et à déterminer, le plus rapidement possible, les points de retournement ;
- les cycles se répètent, car la psychologie des investisseurs est constante. C'est pourquoi l'examen du passé est primordial.

### **2. Les lignes de tendance :**

Ces lignes de tendances sont à étudier soigneusement, de façon à déceler le comportement d'un titre et à savoir comment il évolue. En prenant comme hypothèse que la croissance du cours d'une action ne cesse de s'accélérer sur les derniers mois, vous devez savoir que les courbes de ces cours sont soumises aux lignes de tendance. Une première ligne (ligne A) rejoint les points les plus hauts de la courbe des cours. Si une ligne rejoint au moins trois points de la courbe, alors elle devient significative. C'est une ligne de résistance, la résistance étant dans le langage de l'analyse technique la valeur que le prix a très peu de chance de dépasser à la hausse. Si cela se produit, alors cet événement signifie qu'un changement important a eu lieu et que la hausse devrait se poursuivre pour un moment. Une autre ligne peut être tracée (ligne B), qui tient cette fois compte des cours les plus bas. Elle définit un support, c'est-à-dire une valeur que le cours de l'action a très peu de chance de franchir à la

baisse. Si la ligne est néanmoins percée et que les cours descendent à des niveaux encore plus bas, cela peut provenir d'une dépression générale des marchés. Des lignes intermédiaires peuvent facilement être décelées. Pour cela, il suffit de tracer une droite parallèle à une résistance ou un support et de la faire évoluer au sein même de la courbe des cours. Ces lignes intermédiaires sont très utiles pour évaluer le comportement des placements de quelques jours. Néanmoins, elles exigent une grande expérience des marchés.

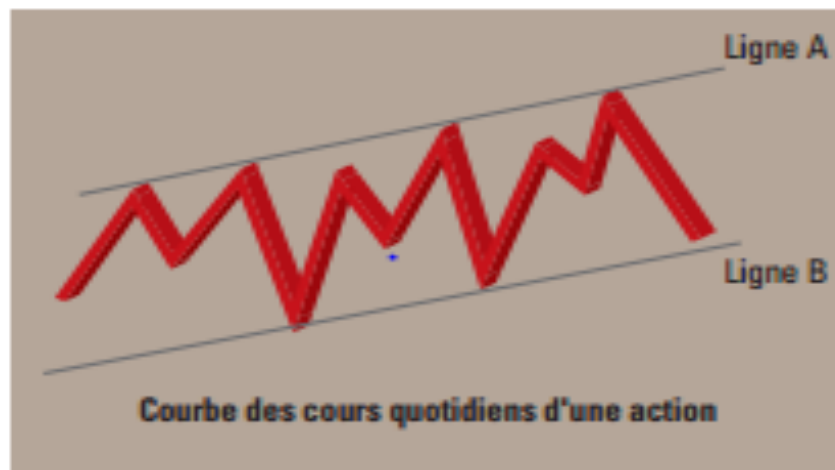


Figure 9 : Les lignes de tendances

### 3. Les indicateurs techniques :

#### 3.1 Les indicateurs de Vitesse :

##### 3.1.1 Momentum

#### Description:

Le Momentum est comme son nom l'indique un indicateur de Momentum qui mesure la force d'un mouvement à travers la vitesse et la force de progression de la parité. Cette progression est calculée sous forme de ratio. Son objectif est de détecter les signes d'essoufflement de la tendance

#### Méthode de calcul :

$$\text{momentum} = \text{Clôture du jour} - \text{Clôture d'il y a } n \text{ périodes}$$

#### Interprétation :

Un momentum positif signifie que la tendance est haussière. A l'inverse, un momentum négatif signifie que la tendance est baissière. Si le momentum évolue autour de sa ligne de 0,

cela marque une phase d'indécision et qu'il n'y a pas de tendance.

Plus la progression de l'indicateur est importante, plus le mouvement haussier est puissant. A l'inverse, plus le momentum diminue rapidement, plus le mouvement baissier sera puissant.

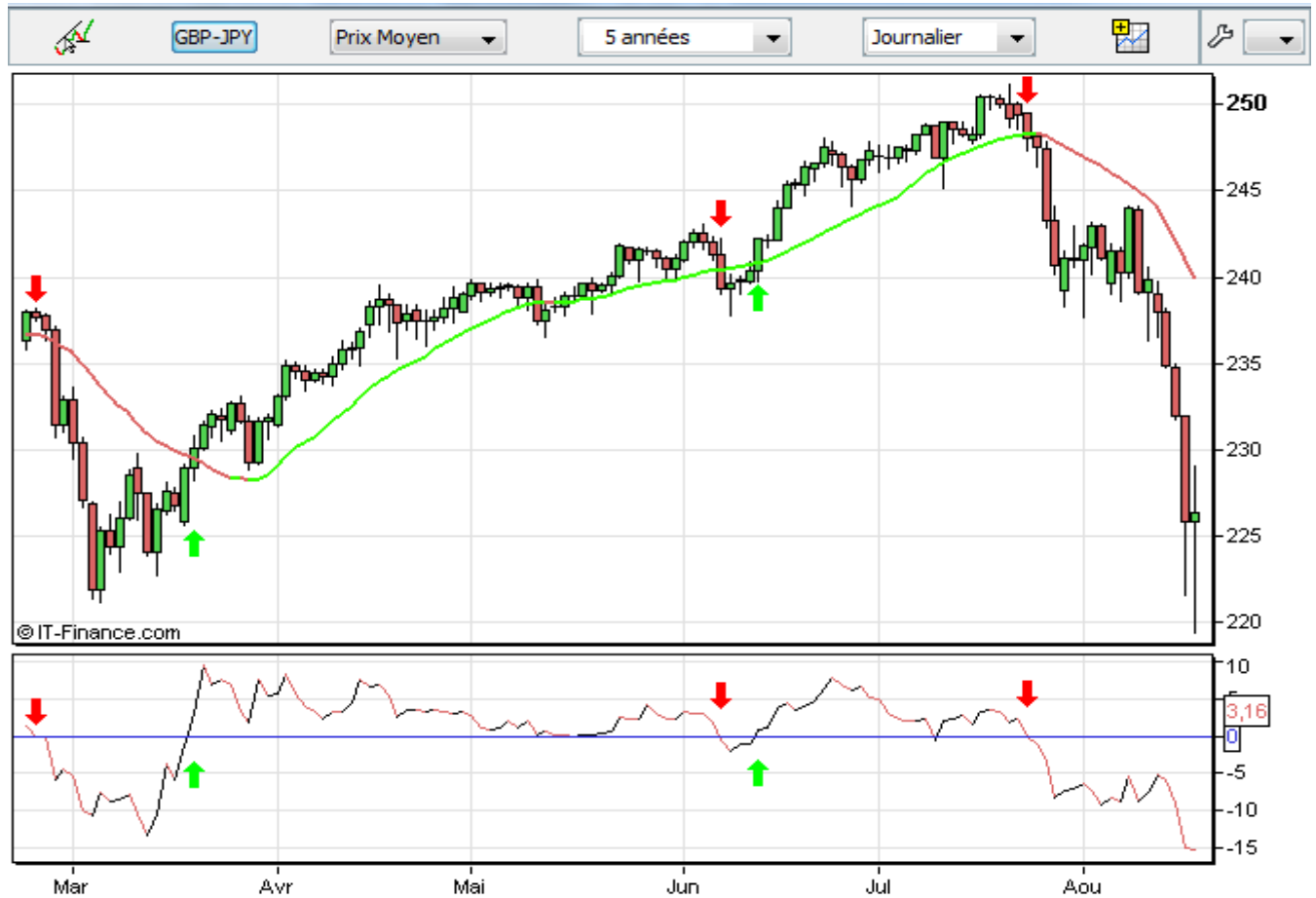
Un signal d'achat est donné lorsque le momentum croise à la hausse la ligne de 0. Toutefois, pour que le signal soit confirmé, il est conseillé d'attendre que le cours montre des signes d'essoufflement (Le momentum se retourne à la hausse alors que le cours poursuit sa tendance baissière).

Un signal de vente est donné lorsque le momentum croise à la baisse la ligne de 0. Toutefois, pour que le signal soit confirmé, il est conseillé d'attendre que le cours montre des signes d'essoufflement (Le momentum se retourne à la baisse alors que le cours poursuit sa tendance haussière).

Il est possible d'utiliser le momentum autrement:

- Rechercher les divergences qui apparaissent sur le cours et l'indicateur.
- Rechercher des lignes de tendances sur l'indicateur. Leur cassure montre un signe de retournement même si le momentum n'a pas franchi la ligne de 0.
- Ajouter sur l'indicateur une moyenne mobile pour lisser les signaux.

**Graphe :**



Source : tribuforex.fr

Figure 10 : L'indicateur momentum

### 3.1.2 Rate Of Change (ROC)

#### **Description:**

Le ROC est un indicateur oscillant, qui traduit la vigueur de la tendance.

#### **Méthode de calcul :**

$$\text{Rate of Change} = \frac{((\text{Clôture du jour} - \text{Clôture d'il y a n périodes}) * 100)}{\text{Clôture d'il y a n périodes}}$$

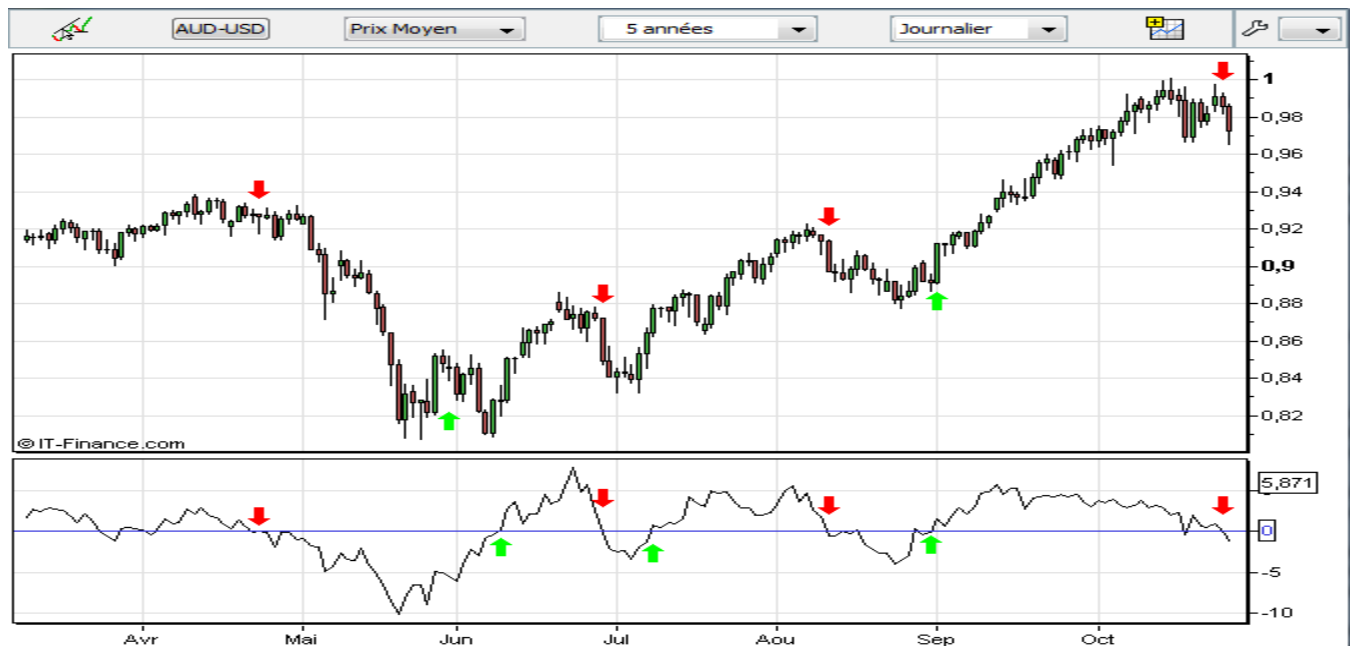
#### **Interprétation :**

Le Roc affiche les variations de cours sous forme lissée. Le Roc suit les cours. Plus les cours varient, plus le Roc varie. Sa période peut aller de 1, pour les titres extrêmement volatiles, jusqu'à 200 pour du trading à très long terme. Les valeurs les plus utilisés sont 12 et 25.

Plus le Roc est haut, plus la valeur est surachetée. Inversement, plus le Roc est bas, plus la valeur est survendue. Il est cependant prudent d'attendre une confirmation du signal par les prix. En effet le titre peut rester suracheté ou survendu pendant un bon moment.

Un phénomène longtemps reconnu dans l'analyse des valeurs est la cyclicité des hausses et des baisses. C'est cette cyclicité que le Momentum tente de faire ressortir. Ainsi le Roc à 12 jours est reconnu comme donnant un résultat assez cyclique, oscillant de haut en bas de manière assez régulière. Dans ce cas, l'on peut anticiper la tendance à venir d'après les cycles précédents.

### Graphe :



Source : tribuforex.fr

Figure 11 : L'indicateur ROC

### 3.1.3 RSI (Relative Strength Index)

#### Description

Le RSI « Relative Strength Index » est un indicateur parmi les plus connus et utilisés en analyse technique. Il a été développé par J.W. Wilder en 1978 et il met en évidence des zones de surachat et de survente. Ces zones permettent d'identifier l'essoufflement des forces acheteur ou vendeur et donc le moment où la probabilité de retournement de la dynamique est la plus forte.

Le RSI est un indicateur borné entre 0 et 100 qui mesure la régularité avec laquelle les cours montent ou baissent sur une période de temps déterminée

#### Méthode de Calcul :

Cet indicateur nécessite pour sa construction de faire le rapport entre la moyenne des clôtures en hausse et la moyenne des clôtures en baisse sur la même période.

H : valeur moyenne des séances haussières sur une période donnée.

B : valeur moyenne des séances baissières sur une période donnée.

$$RSI=100-[100/(1+H/B)]$$

### **Interprétation :**

Le RSI permet de détecter la maturité et l'essoufflement du mouvement en cours. On fixe de manière courante entre 20 et 30 la valeur de la borne inférieure (niveau de survente) et entre 70 et 80 la valeur de la borne supérieure (niveau de surachat). Le niveau de la zone de surachat et de survente doit être déterminé en fonction de la période de calcul utilisé pour le RSI. Plus la période de calcul est grande et plus le niveau de surachat doit être bas et le niveau de survente haut par exemple :

- Si la période du RSI est inférieure à 9, la zone de surachat commencera à 75/80 et celle de survente à 25/20.
- Si la période du RSI est plus grande que 9/14, le niveau de surachat commencera à 65 et celui de survente à 35.

Ainsi, la zone de surachat partira de la borne supérieure jusqu'à 100, et la zone de survente de la borne inférieure à 0.

Dans la phase d'avancer haussier, le RSI est supérieur à 50 et monte vers la borne haute. Dans le cas de mouvements de hausse importants, le RSI évoluera dans la zone de surachat (RSI sera supérieur à 70 par exemple). Lorsque le RSI sort de la zone de surachat en passant sous les 70, on considère que le mouvement en cours est arrivé à maturité et une correction technique baissière est à prévoir. Autrement dit, le RSI qui quitte la zone de surachat indique que les haussiers commencent à manquer du souffle.

Inversement pour les mouvements de baisse, le RSI est inférieur à 50 et recule vers la borne basse. Une fois que le RSI sort de cette zone par le haut, on peut s'attendre à un rebond haussier sur le titre. Autrement dit, le RSI qui quitte la zone de survente, indique que les vendeurs ont fini de vendre et que les nouveaux acheteurs commencent à accumuler la valeur à bon prix.

Un RSI dans la zone extrême montre la force des acheteurs ou des vendeurs. Néanmoins, un RSI suracheté indique que le potentiel de la hausse est limité. Il est alors trop tard pour acheter la valeur. La sortie du RSI de la zone de surachat donne un signal de vente. Symétriquement un RSI survendu indique que le potentiel de baisse est limité. La sortie du RSI de la zone de survente lance le signal d'achat.

L'utilisation des moyennes mobiles calculées à partir du RSI peut constituer une aide supplémentaire pour la prise de décision.

L'interprétation est alors la même que celle d'une moyenne mobile et des cours. Le franchissement à la hausse de la moyenne mobile du RSI par le RSI lui-même est un signal haussier. Inversement, le croisement à la baisse de la moyenne mobile par le RSI est un signal baissier sur le titre.

Enfin, l'analyse de l'indicateur en termes de divergences permet de détecter les points de retournement de la tendance.

### Graphique :



Source : tribuforex.fr

Figure 12 : L'indicateur RSI

#### 3.1.4 Stochastique

##### Description :

La stochastique est un oscillateur borné entre 0 et 100 développé par Georges Lane. Cet indicateur fait appel aux niveaux extrêmes atteints par la valeur sur une période donnée. Pour cela, la stochastique compare le niveau de clôture d'une valeur par rapport aux extrêmes atteints par le prix sur une période donnée. La zone haute de ce rang représente la zone où les acheteurs dominent le marché et inversement la zone basse représente la zone où le marché est dominé par les vendeurs.

Ainsi tout comme le RSI, l'indicateur stochastique met en évidence les zones de surachat et de survente. Ces zones sont également délimitées par des bornes, généralement 20 pour la zone de survente et 80 pour la zone de surachat. De cette façon, l'indicateur est en mesure d'identifier les essoufflements des forces acheteur/vendeur.

##### Méthode de Calcul :

La stochastique se calcule en situant le dernier cours de clôture dans le range parcouru par les prix sur une période donnée.

$$\text{Stochastique (n période)} = [(C - PB_n) / (PH_n - PB_n)] * 100$$

Avec pour variables :

**C** : le cours du jour

**PB<sub>n</sub>** : le cours le plus bas sur la période de calcul.

**PH<sub>n</sub>** : le cours le plus haut sur la période de calcul.

Ainsi, plus le dernier cours (C) est proche du plus haut (PH<sub>n</sub>) et plus la stochastique est élevée et proche de 100%. Réciproquement, plus le dernier cours est proche du plus bas atteint au cours de la période de calcul de l'indicateur et plus la stochastique est un oscillateur très réactif et volatil. Il n'intègre pas de moyenne, mais directement les variations du cours entre les plus hauts et les plus bas de la période considérée. L'indicateur peut passer de 0 à 100 très rapidement. Ainsi, il nécessite d'être filtré par un second indicateur %K qui est la moyenne mobile de l'indicateur stochastique.

**%K** = Moyenne (Stochastique, n), où n est la période de lissage.

Sur le graphique, la stochastique est traditionnellement représentée par les deux courbes : la stochastique et le %K. Ce couple constitue l'indicateur appelé Stochastique rapide.

Par opposition à la stochastique rapide, il existe également l'indicateur appelé la Stochastique lente. Il est constitué de %K et de %D qui est une moyenne mobile du %K.

**%D** = Moyenne (%K, n), où n est la période de lissage.

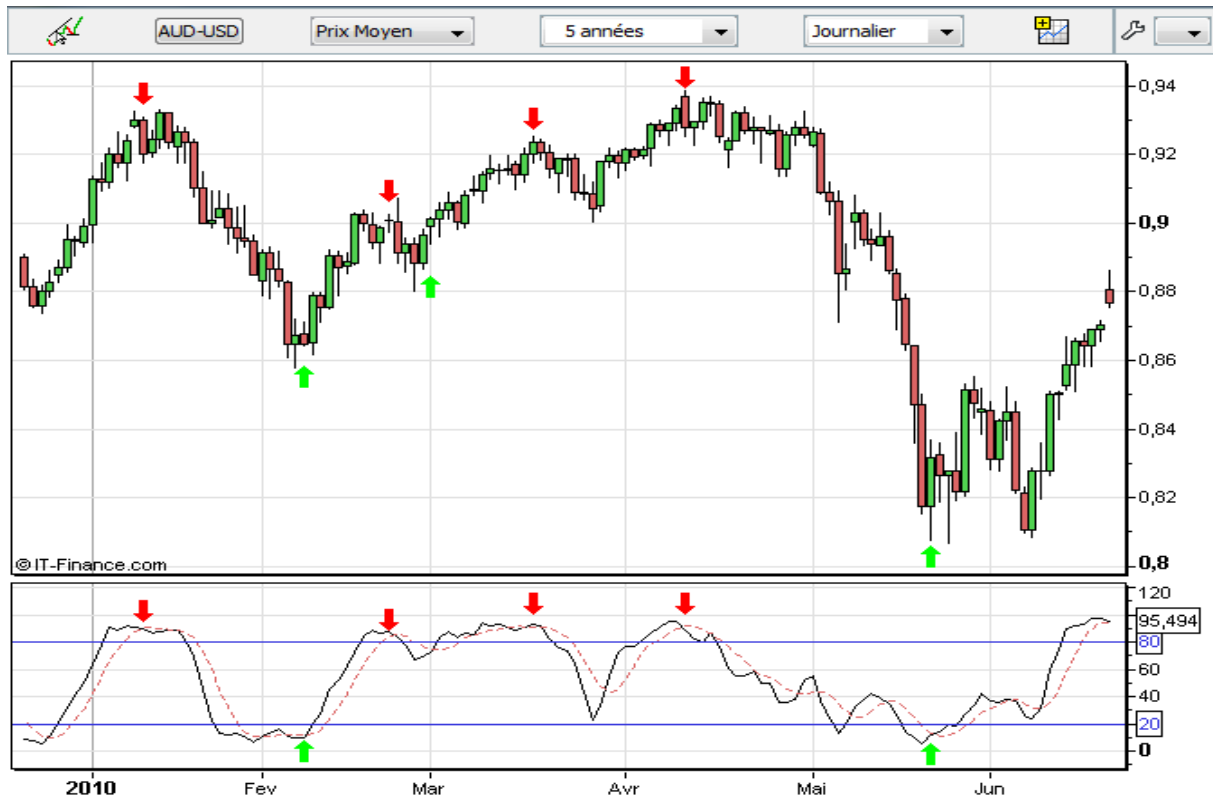
### **Interprétation :**

La stochastique permet de détecter l'essoufflement de la tendance. La lecture de l'indicateur s'effectue selon une zone de surachat et une zone de survente. Lorsque l'indicateur de la stochastique se trouve en zone extrême, on considère que le marché est survenu ou suracheté. Autrement dit, si la stochastique évolue dans la zone au-dessus de 80%, le marché est dominé par le consensus haussier. Inversement, lorsque la valeur évolue dans la zone sous les 20%. La stochastique peut rester bloquée pendant plusieurs jours sur les bornes extrêmes. Cela confirme l'existence d'une inertie dans la tendance des cours. En revanche, lorsque l'indicateur quitte la zone extrême, nous obtenons le signal de l'essoufflement de la pression acheteuse/vendeuse. Ainsi, la stochastique qui quitte la zone de surachat lance un signal de vente et la stochastique qui quitte la zone de survente lance un signal d'achat.

L'analyse de l'indicateur en termes de divergences permet de détecter le retournement de tendance.



## Graphique



Source : tribuforex.fr

Figure 13 : L'indicateur stochastique

### 3.2 Les indicateurs de tendance :

#### 3.2.1 Moyennes Mobiles Arithmétiques (MMA)

##### Description :

Les moyennes mobiles sont d'excellentes aides pour définir la tendance. Afin de visualiser la tendance, le cours moyen est calculé sur une période définie.

Comme son nom l'indique, la moyenne mobile arithmétique donne la valeur moyenne en divisant la somme des cours par la période de calcul de la moyenne mobile. Ainsi, elle affecte une pondération identique à chaque observation. C'est-à-dire, une MMA à 20 jours donne un poids égal au cours d'hier et à celui d'il y a 20 jours.

##### Méthode de calcul :

$$\text{MMA} = \text{somme glissante (Cours, Période de la MMA)} / \text{période de la MMA}$$

Exemple pour une MM3 :

la valeur en t de la :  $\text{MM} = (\text{cours en } t-1 + \text{cours en } t + \text{cours en } t+1) / 3$

### Interprétation :

#### ➤ Signaux d'achat :

- La moyenne bouge latéralement après une baisse et le cours coupe la moyenne vers le haut.
- Le cours croise la moyenne ascendante vers le haut.

#### ➤ Signaux de vente :

- La moyenne bouge latéralement après une hausse et le cours coupe la moyenne vers le bas.
- Le cours croise la moyenne descendante vers le bas.

### Graphique :



Source : tribuforex.fr

Figure 14 : L'indicateur MMA

### 3.2.2 MACD (MovingAverage Convergence Divergence)

#### Description :

C'est un oscillateur de moyennes mobiles exponentielles. Cette méthode consiste à analyser la convergence et/ou la divergence entre plusieurs moyennes mobiles. La MACD est généralement construite avec les moyennes mobiles exponentielles 12 et 26 jours. Le marché est considéré comme suracheté quand la MACD monte rapidement et survendu dans le cas contraire. En comparant la MACD avec une moyenne mobile exponentielle à 9 jours, on détecte un signal d'achat lorsque la MACD passe au-dessus de la MM 9 jours et un signal de

vente lorsque la MACD passe sous la MM 9 jours Le MACD ou Moving Average Convergence Divergence appartient à la catégorie des oscillateurs des moyennes mobiles. Construit à partir de deux moyennes mobiles cet indicateur permet d'anticiper les signaux lancés par l'analyse de ces derniers et d'être encore plus réactif.

### Méthode de Calcul :

$$\text{MACD} = \text{MME}(\text{Courte}) - \text{MME}(\text{Long})$$

Habituellement on utilise les moyennes mobiles à 12 et de celle à 26 périodes.

### Interprétation :

Lorsque le MACD évolue à la hausse, au-dessus du niveau zéro, cela indique une forte tendance à la hausse. Lorsque le MACD descend sous le niveau zéro, cela confirme la tendance descendante.

Lorsque le MACD croise la ligne de signal vers le haut, cela indique un signal d'achat. Lorsque le MACD croise la ligne de signal vers le bas, cela indique un signal de vente.

### Graphique :



Source : tribuforex.fr

Figure 15 : L'indicateur MACD

### 3.3 Les indicateurs de volatilité :

#### 3.3.1 Bandes De Bollinger :

##### Description :

Mise en évidence par John Bollinger au début des années quatre-vingt, c'est l'indicateur de volatilité sans doute le plus connu et le plus utilisé en analyse technique. La popularité actuelle de cet indicateur est due à la facilité avec laquelle il permet d'évaluer la volatilité d'un titre et surtout de spécifier l'état du marché : en tendance ou en phase de trading range.

Le deuxième avantage de cet indicateur est qu'il permet de trouver facilement les niveaux de supports résistances dans un marché non orienté et de détecter le moment où le marché débute une nouvelle tendance.

Les bandes de Bollinger sont formées de deux lignes qui vont encadrer l'évolution des cours autour de leur moyenne. L'objectif premier est d'encadrer l'évolution des cours en fonction de la volatilité du marché.

Le principe de base des bandes de Bollinger repose sur la loi normale qui dit que dans 95% des cas les cours évoluent entre  $\pm 2 \times \text{Ecart-type}$  autour de la moyenne. Dans seulement 5% des cas, les cours sortent de cet espace de fluctuation.

##### Méthode de Calcul :

Cet indicateur est composé de trois bandes :

- **La bande du milieu** correspondant à une moyenne mobile simple.

La MMS est généralement calculées sur la clôture, toutefois il est possible de faire le calcul sur une autre information tel que le prix typique.

Prix typique =  $(\text{plus haut du jour} + \text{plus bas du jour} + \text{clôture du jour})/3$

- **La bande supérieure** correspondant à la MMS à laquelle on ajoute  $2 \times \text{Ecart-type}$ .

**Bande supérieure = MMS (de la bande du milieu) +  $2 \times \text{Ecart-type}$**

- **La bande inférieure** correspondant à la MMS à laquelle on diminue  $2 \times \text{Ecart-type}$ .

**Bande inférieure = MMS (de la bande du milieu) -  $2 \times \text{Ecart-type}$**

##### Interprétation:

Lorsque la volatilité du marché augmente, on assiste à des variations de cours de plus en plus fortes.

L'écart type va s'accroître et entraîner de ce fait un élargissement des bandes de Bollinger.

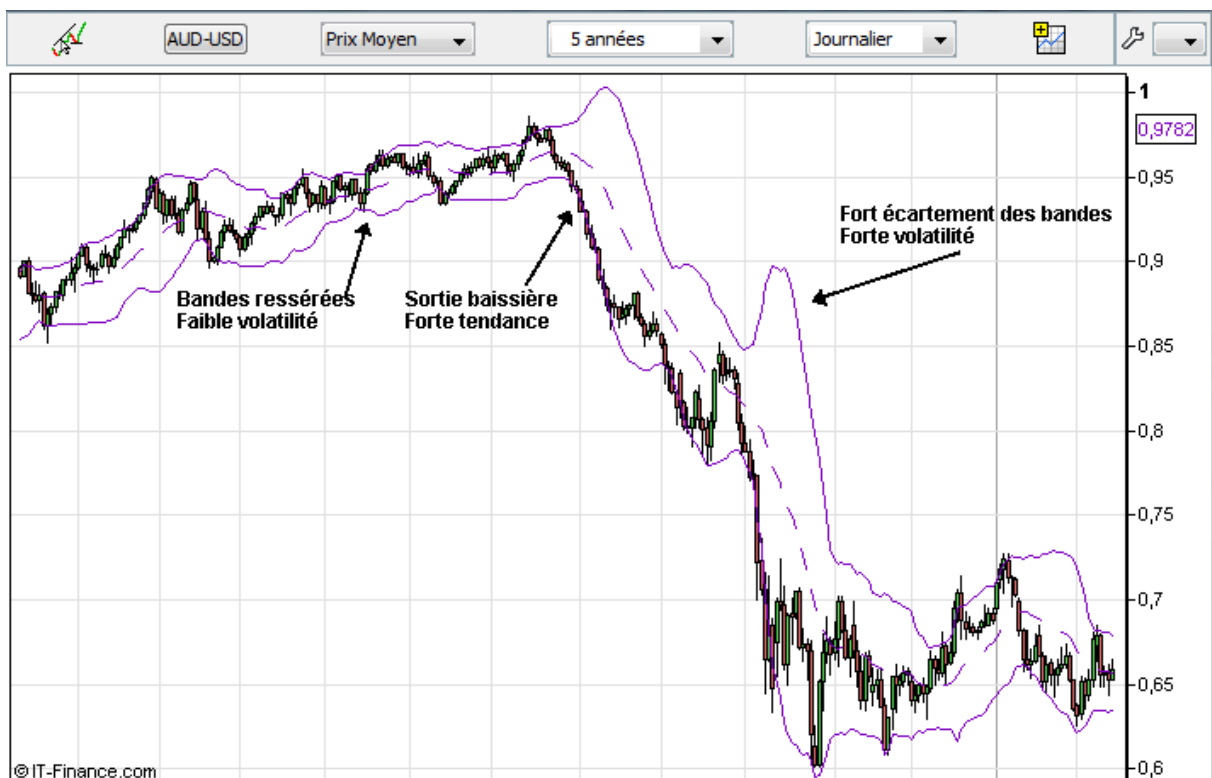
Inversement lorsque la volatilité du marché s'affaiblit, on assiste à des variations de cours de plus en plus faibles. L'écart-type va se réduire et entraîner de ce fait un rétrécissement des bandes de Bollinger.

Ainsi, la volatilité est minimale lorsque les bandes se contractent fortement et maximale lorsque les bandes s'écartent fortement. Tout débordement des cours en dehors des deux bandes indique un retour de la volatilité.

De ce retour la volatilité pourra émerger une nouvelle tendance. Ce qu'il faut comprendre c'est qu'une faible volatilité signifie qu'il existe un équilibre temporaire entre les acheteurs et les vendeurs. Lorsque l'équilibre acheteurs vendeurs est rompu et la valeur décale à la hausse comme à la baisse, la volatilité, explose et les cours sortent des bandes de Bollinger. Si ce sont les acheteurs qui ont gagné la bataille, les cours sortiront de la bande supérieure de Bollinger et inversement si ce sont les vendeurs qui ont gagné la bataille.

Ainsi, le signal de dépassement de la bande de Bollinger, qui arrive après une phase de faible volatilité (bandes étroites), doit être interprété comme le signal de départ d'une nouvelle tenace.

### Graphique :



Source : tribuforex.fr

Figure 16 : Les Bandes de Bollinger

## **Chapitre III : Etapes de construction de l'IS**

### **1. Cadre théorique :**

Un cadre théorique solide est le point de départ de la construction de l'indicateur composite. Le cadre devrait clairement définir le phénomène à mesurer et à ses sous-composantes, en sélectionnant les indicateurs et les poids individuels qui reflètent leur importance relative et les dimensions de l'ensemble composite. Ce processus devrait idéalement être basé sur ce qui est souhaitable de mesurer et non pas sur Les indicateurs disponibles. Le cadre théorique implique :

- Définir le concept : La définition devrait donner au lecteur une idée claire de ce qui est mesurée par l'indicateur composite. Il faut se référer au cadre théorique, reliant différents sous-groupes et les indicateurs sous-jacents.
- la détermination des sous-groupes. Concepts multidimensionnels peuvent être divisés en plusieurs sous-groupes. Ces sous-groupes ne sont pas nécessairement (statistiquement) indépendants les uns des autres, et les liens existants doit être décrit théoriquement ou empiriquement à la plus grande mesure possible.
- Identifier les critères de sélection des indicateurs sous-jacents. Les critères de sélection devraient fonctionner comme un guide pour savoir si un indicateur devrait être inclus ou non dans l'ensemble de l'indice composite. Il devrait être aussi précis que possible et doit décrire le phénomène mesuré, à savoir entrée, de sortie ou d'un processus.

### **2. Sélection des variables :**

Un indicateur composite est avant tout la somme de ses parties, les forces et faiblesses des indicateurs composites proviennent en grande partie de la qualité des variables sous-jacentes. Egalement, les variables doivent être sélectionnés sur la base de leur pertinence, leur analyse solidité, la rapidité, l'accessibilité, etc Critères pour assurer la qualité de l'ensemble des données de base. Bien que le choix des indicateurs doit être guidé par le cadre théorique pour les composites, le processus de sélection des données peut être très subjectif, car il ne peut y avoir aucun ensemble unique et définitif d'indicateurs. Un manque de données pertinentes peut également limiter la capacité du promoteur à construire des indicateurs composites. Compte tenu de la rareté des données quantitatives comparables au niveau international, les indicateurs composites sont souvent des données qualitatives provenant d'enquêtes ou examens. Des mesures de substitution peuvent être utilisées lorsque les données souhaitées ne sont pas disponibles.

La qualité et la précision des indicateurs composites devraient évoluer en parallèle avec l'amélioration de collecte des données et l'élaboration d'indicateurs.

### 3. Les méthodes d'imputation :

Dans la théorie de l'analyse statistique avec des données manquantes, on peut considérer trois hypothèses différentes sur l'origine du mécanisme sous-jacent à la non réponse dans les tableaux de données : MCAR (missingness completely at random), où le mécanisme de non réponse est indépendant des valeurs observées ; MAR (missingness at random), où le mécanisme de non réponse dépend des valeurs observées ; et MNAR (missingness not at random), où le mécanisme de non réponse dépend aussi des valeurs non observées. C'est la première hypothèse qui simplifie au mieux les analyses et c'est celle que l'on va adopter dans cette approche. Les deux méthodes les plus courantes dans les recherches sur l'imputation sont les suivantes:

- Imputation par la moyenne ou le mode: on attribue la valeur moyenne ou la plus observée de la variable à chacune des données manquantes de la même variable. Cette approche conduit à sous-estimer la dispersion des variables et à briser la structure de la relation entre elles.

- Imputation utilisant la régression: les variables avec données manquantes sont traitées comme des variables dépendantes, et une analyse de régression (linéaire ou logistique, selon le cas) sur le reste de variables permet l'affectation. Dans ce cas, on réussit à maintenir la structure de la relation entre les variables, bien qu'existe le risque que les données ne suivent pas la régression choisie par l'utilisateur.

La méthode de l'imputation multiple (Rubin, 1987) est l'un des plus attrayantes pour gérer le manque de données. Elle utilise des affectations aléatoires.

L'idée de base peut être résumée selon les étapes suivantes:

1. Affecter des valeurs aux données manquantes en utilisant un modèle aléatoire approprié .
2. Répéter M fois l'étape 1, aboutissant à M tableaux de données complets.
3. Effectuer l'analyse désirée sur l'ensemble des tableaux de M.

A la fin de ces étapes, les résultats de l'analyse de l'étape 3 peuvent être moyennés si l'on veut estimer la valeur et mesurer la stabilité en calculant l'erreur quadratique moyenne, etc

### 4. Analyse multivariée :

L'analyse multivariée recouvre un ensemble de méthodes destinées à synthétiser l'information issue de plusieurs variables. Ces méthodes visent à structurer et simplifier les données issues de plusieurs variables, sans privilégier l'une d'entre elles en particulier.

Les méthodes les plus utilisées sont :

- ❖ l'analyse en composantes principales (ACP),
- ❖ l'analyse factorielle des correspondances (AFC),
- ❖ l'analyse des correspondances multiples (ACM),
- ❖ la typologie et les méthodes de classification.

Le choix de l'une ou de l'autre de ces méthodes dépend des objectifs poursuivis et du type de données à analyser

L'ACP s'applique à un ensemble de variables numériques. Elle permet de positionner les individus sur un plan en deux dimensions, en fonction de la proximité de leurs réponses aux questions sélectionnées. Les variables sont également représentées sur le mapping, mais de manière indépendante des points-individus.

L'ACP permet ainsi de mettre en évidence la structuration des réponses en montrant le regroupement des individus selon des combinaisons de réponses aux questions prises en compte.

Les axes du mapping ne correspondent généralement pas à l'une ou l'autre des variables mais à un regroupement optimal de plusieurs variables (ex : revenu et niveau d'études peuvent participer ensemble à la formation d'un axe dans la mesure où elles peuvent être fortement corrélées).

Le tableau de départ de l'ACP comporte les individus en ligne et les variables en colonne, avec, dans chaque case, la réponse numérique de l'individu à la question correspondante. Les questions qualitatives ordinales, c'est-à-dire, celles dont les réponses peuvent être ordonnées entre elles (échelles, fréquences...) peuvent être remodifiées pour entrer dans le tableau de l'ACP.

L'algorithme de l'ACP effectue sur la matrice individus/variables différentes opérations (centrage-réduction des données, diagonalisation de la matrice, extraction de valeurs propres et de vecteurs propres...), en vue de passer du nombre de variables initial à un petit nombre de variables obtenues par combinaison des premières.

Ces nouvelles composantes forment les axes du mapping. La première composante est celle qui résume le mieux les informations contenues dans le tableau. La deuxième apporte un pourcentage inférieur mais complémentaire d'information, et ainsi de suite.

Le mapping d'ACP représente d'abord la première composante (axe horizontal) et la seconde (axe vertical). La somme des pourcentages d'explication des deux composantes renseigne sur le taux de déperdition d'information à partir des données de base. Ainsi, si la première composante résume 62% du tableau et la seconde 21%, l'information représentée sur le mapping est de 83%. L'information « perdue » est donc de 17%.

Les points-individus sont représentés sur le mapping en fonction de leurs coordonnées sur les facteurs. Les points proches correspondent à des individus ayant des profils proches, a priori, quant aux réponses aux variables prises en compte dans l'analyse.

Les points-variables sont également représentés sur le mapping, mais de manière complètement indépendante des individus.

Leur représentation indique leur corrélation avec les facteurs, à l'intérieur d'un cercle de rayon 1 défini avec une échelle arbitraire (qui peut être changée à loisir sans affecter la représentation des points-individus).

Ces points variables renseignent sur le sens à donner aux axes. Ainsi, une variable proche du cercle de corrélation (corrélation forte) et proche d'un axe participe beaucoup à la formation de cet axe.

Les angles inter-variables (en partant de l'origine) renseignent sur les corrélations entre elles. Ainsi, deux variables formant un petit angle sont fortement corrélées, alors qu'un angle droit signifierait qu'elles sont indépendantes.

L'analyse factorielle des correspondances s'applique à deux variables qualitatives (nominales). Elle permet de positionner sur un mapping les modalités de réponses des deux questions. L'analyse des correspondances Multiples (ACM) généralise l'AFC à un nombre quelconque



de variables et permet donc de représenter sur le même mapping les modalités de réponses de plus de deux variables.

Comme pour l'ACP, le but de ces analyses est de dégager des dimensions cachées contenues dans les réponses aux variables sélectionnées, pour faciliter l'interprétation de tableaux pas toujours lisibles au départ.



Source : [www.soft-concept.com](http://www.soft-concept.com)

Figure 17 : Le mapping d'Analyse Factorielle des Correspondances

Les mappings d'analyse des correspondances affichent donc des points-modalités.

Le tableau de départ de l'AFC simple est un tableau croisé (tableau de contingence) présentant la ventilation d'une population sur les modalités de réponses de deux questions qualitatives (ex : diplôme et profession).

L'ACM quant à elle, part d'un tableau disjonctif complet (tableau de burt) qui présente en ligne les individus et en colonne toutes les modalités des variables qualitatives retenues. Les cases d'intersection comportent la valeur 1 si l'individu répond au critère en colonne et 0 dans le cas contraire.

Comme en ACP, les deux premiers axes fournissent une partie généralement importante de l'information contenue dans le tableau initial (l'axe horizontal étant, par convention, le plus significatif).

La proximité des points renseigne, a priori, sur leurs associations. La disposition des modalités de chaque variable les unes par rapport aux autres aide à donner un sens à chaque axe (ce qui n'est pas toujours évident, à la seule observation du graphique).

L'analyse typologique s'applique à tous types de variables (numériques, qualitatives...). Elle permet de répartir la population de l'enquête en un nombre défini de sous-groupes aussi différents que possibles les uns des autres et dans lesquels les individus sont aussi semblables que possible entre eux. Les différentes méthodes d'analyse typologique partent des individus eux-mêmes et essaient de les classer progressivement selon la ressemblance de leurs réponses aux variables sélectionnées.

En final, les calculs itératifs des analyses typologiques aboutissent au classement des individus dans le nombre de groupes défini initialement. L'effectif de ces groupes peut être très différent. La visualisation graphique du résultat de l'analyse typologique est un mapping qui met en évidence les différents groupes. Le groupe central (le plus près du centre des axes) est le moins « typé » par rapport aux variables sélectionnées.

Certains logiciels d'analyse statistique permettent de créer à partir des résultats de la typologie, une nouvelle variable indiquant, pour chaque individu, son numéro de groupe d'appartenance. Cette question peut alors être croisée par les autres variables du questionnaire pour qualifier précisément le profil de chaque groupe.

Comme la typologie, la classification est une méthode de regroupement des individus selon leurs ressemblances. La différence est que le nombre de groupes n'est pas à fixer a priori et que le résultat est représenté sous la forme d'un arbre de classification.

L'élaboration de cet arbre peut être ascendante (méthode la plus fréquemment utilisée), par regroupements successifs des individus ou descendante, par divisions successives.

L'arbre de classification relie un individu à un autre ou à un sous-groupe d'individu issus eux-mêmes de regroupements. Lorsque l'on coupe l'arbre au niveau du dernier regroupement, on obtient deux groupes d'individus. Si la division est effectuée au niveau de l'avant-dernier regroupement, on obtient trois groupes.

Certains logiciels permettent d'effectuer ce découpage visuellement, sur l'arbre de classification, puis de générer dans le fichier de données la variable de groupe correspondante. Il faut noter qu'il est également possible d'appliquer une classification pour regrouper des questions plutôt que des individus. On obtient ainsi des groupes de variables dont les profils des réponses se ressemblent.

## 5. Normalisation :

Souvent, les variables ne sont pas exprimées avec la même norme. Dans un tel cas, une façon de réduire le risque pour comparer les variables est d'utiliser la normalisation. Le but de la normalisation sert de rapprocher les indicateurs dans la même unité.

### 5.1 Normalisation Min-Max :

Cette méthode consiste à donner la valeur 0 (min) à l'observation considérée comme la plus mauvaise et 1 (ou 10 ou 100) à celle qui correspond au meilleur score (max). Toutes les valeurs intermédiaires sont alors calculées selon la formule suivante :

$$Y = \frac{X - \text{Min}}{\text{Max} - \text{Min}}$$

Cette normalisation n'est pas stable lorsque des nouvelles données deviennent disponibles pour un nouveau point dans le temps, cela implique que les valeurs minimale et maximale peuvent être affectées. Pour assurer l'analogie entre les nouvelles données et les données existantes, l'indicateur doit être recalculé à chaque insertion de nouvelles données.

### 5.2 Normalisation z-scores :

Convertit tous les indicateurs à une échelle commune avec une moyenne de zéro et un écart standard d'un. Les valeurs sont alors calculées selon la formule suivante :

$$Y = \frac{X - \text{moyenne}}{\text{écart} - \text{type}}$$

La moyenne de zéro signifie qu'il évite d'introduire des distorsions de l'agrégation découlant de différences dans les moyens de l'indicateur. Le facteur d'échelle est l'écart type de l'indicateur. Ainsi, un indicateur avec des valeurs extrêmes aura intrinsèquement un effet plus important sur l'indicateur composite. Néanmoins, cet effet peut être corrigé dans la méthode d'agrégation.

## 6. Pondération :

Les indicateurs composites vont dépendre essentiellement des poids rattachés aux indicateurs les résultats seront très sensibles au choix des pondérations, méthodes de pondérations :

IndicatorAverage : La manière la plus intuitive d'agréger des indicateurs consiste à réaliser la moyenne de leurs scores. Cela sous-entend que le même poids est attribué à chaque indicateur.

L'approche DEA permet de construire une « frontière d'efficacité » convexe qui « enveloppe les données », et qui sert de référence (« benchmark ») pour mesurer la performance relative des indicateurs. La frontière d'efficacité est constituée des « meilleurs » indicateurs

La méthode BOD est très utilisée dans de nombreux domaines. Dans le domaine de la santé, des travaux de recherche ont été menés afin d'étudier la possibilité d'utiliser cette méthode pour mesurer l'efficacité ou la performance.

La construction d'un indicateur composite de qualité par la méthode UCM repose sur le principe selon lequel la qualité est une grandeur hypothétique non mesurable directement mais présente de façon sous-jacente dans les mesures des indicateurs initiaux. Ce point de départ range le modèle UCM dans la famille des modèles à erreur sur les variables qui repose dans ce cas précis sur deux hypothèses :

- chaque variable observée peut être écrite sous la forme de la somme d'une variable latente et d'un terme d'erreur. Ceci revient à considérer que chaque indicateur mesure un aspect particulier d'un concept sous-jacent
- la liaison entre chaque indicateur et l'indicateur composite est linéaire.

Le modèle UCM se présente sous la forme d'un ensemble d'équations structurelles dans lesquelles interviennent des variables observées (les indicateurs), une variable latente (l'indicateur composite) et un ensemble de coefficients fixes à estimer. L'expression générale du modèle est :

$$Y_{j,e} = \alpha_j + \beta_j * (g_e + \epsilon_{j,e})$$

Dans le processus d'allocation budgétaire (BAP), les experts sur un thème donné (par exemple, l'innovation, l'éducation, la santé, la biodiversité, ...) décrit par un ensemble d'indicateurs sont invités à attribuer un «budget» de cent points vers l'ensemble des indicateurs, basés sur leur expérience et leur jugement subjectif de l'importance relative des indicateurs respectifs. Les poids sont calculés comme les budgets moyens.

Le processus d'allocation budgétaire comporte quatre phases différentes:

- Sélection des experts pour l'évaluation;
- Répartition des budgets aux différents indicateurs;
- Calcul du poids;
- itération de la répartition du budget jusqu'à la convergence est atteinte (en option).

## **7. La robustesse et la sensibilité de l'indicateur synthétique :**

La qualité d'un modèle dépend de la solidité de ses hypothèses ainsi une bonne modélisation exige que le modélisateur doit fournir une évaluation de la confiance dans le modèle, l'évaluation des incertitudes associées à la modélisation et les choix subjectifs prises, c'est ce que l'analyse de la sensibilité fait.

Plus formellement, une analyse de sensibilité est l'étude de la façon dont la variation de la production peut être répartie, qualitativement ou quantitativement, des différentes sources de variation des hypothèses et la manière dont l'indicateur composite dépend de l'information introduite.

L'analyse de sensibilité est donc étroitement liée à l'analyse de l'incertitude, qui vise à quantifier l'incertitude globale dans le classement des variables en raison des incertitudes de l'entrée du modèle. Une combinaison de l'incertitude et de l'analyse de sensibilité peut aider à évaluer la robustesse du classement de l'indicateur composite, afin d'accroître la transparence, à identifier les pays qui sont favorisés ou affaiblis sous certaines hypothèses et d'aider à encadrer un débat autour de l'index.

## Conclusion:

Dans cette partie nous avons décrit le marché des matières premières ces caractéristiques et ces catégories ainsi nous avons cité quelque évènements historiques qui ont marqué l'histoire des matières premières plus précisément le pétrole à savoir le choc pétrolier de 1973 et 1979, nous avons traité le sujet de la volatilité des matières premières agricoles et l'impact de la turbulence des marchés financiers sur le prix de l'or. Dans le deuxième chapitre nous avons essayé de recenser les principes de l'analyse technique, ses points faibles et ses points forts, nous avons abordé les indicateurs techniques utilisés, avec leurs méthodes de calcul et leur interprétation graphiques. Dans le troisième chapitre nous avons passé en revue les principes étapes méthodologiques à suivre pour bâtir un indicateur synthétique selon la publication de l'OCDE.

Dans la partie suivante, nous essayerons de bâtir un indicateur synthétique de l'analyse technique, qui synthétise un certain nombre d'indicateurs standards d'analyse technique, en vue de maximiser les gains et faciliter l'intervention des traders sur le marché boursier. Toutefois dans le cadre de notre travail nous avons travaillé sur le marché de l'or vu la disponibilité des données, tout en laissant la possibilité à l'application construite d'être utilisable sur d'autres sous-jacents. Afin d'atteindre cet objectif, nous nous inspirerons de la méthode annoncée dans la partie de la revue littérature en respectant les principales étapes dans le processus de construction des indicateurs composites.

## **Partie II : Application**

### **Introduction:**

Le but de notre travail est de construire un système de trading performant et capable d'analyser le caractère aléatoire du marché financier. Nous avons alors opté pour les indicateurs techniques qui permettent d'anticiper les évolutions du marché financier. En revanche, la complexité et la multitude des indicateurs à considérer afin de conclure des stratégies de trading, ainsi que la nécessité de maximiser les profit, incitent à réfléchir à la construction d'un indicateur synthétique de l'analyse technique qui aura le privilège de refléter toutes les situations observées au niveau des indicateurs initiaux standards et réduire la taille de l'ensemble d'indicateurs initiaux sans perdre de l'information .

Nous avons travaillé sur le marché des matières premières plus précisément le marché de l'or vu la disponibilité des données. Notre échantillon contient 1400 observations journalières du cours de l'or. Il est composé des cours de clôture, cours d'ouverture, le cours le plus haut du jours et le cours le plus bas du jours.

D'autre part les indicateurs techniques choisis pour construire l'indicateur composite sont les moyennes mobiles simples, MACD, Momentum, ROC( Rate Of Change), RSI( Relative Strength Index), et les bandes de Bollinger. Après avoir calculé les indicateurs techniques nous avons procédé à la normalisation Min-Max qui conduit à des valeurs bornées entre 0 et 1.

Afin de trouver une structuration harmonieuse entre les indicateurs techniques nous avons effectué l'analyse en composante principale sur les indicateurs normalisés qui permet d'étudier la corrélation entre ces indicateurs et choisir le nombre de facteurs à considérer. Une fois l'analyse en composante principale est effectuée, nous avons passé au calcul des pondérations des indicateurs initiaux et aboutir à l'indicateur synthétique, puis élaborer la stratégie de trading basée sur les moyennes mobiles qui déclenche des signaux d'achats et de ventes à chaque croisement entre la moyenne mobile courte et la moyenne mobile longue de l'indicateur composite. A la fin nous avons effectué le backtest pour estimer les gains et les pertes de la stratégie de trading et vérifier sa pertinence ainsi que la performance de l'indicateur synthétique.

## **Chapitre I : Construction de l'indicateur composite**

### **1. Sélection des variables :**

Parmi les matières premières citées nous avons choisis l'or vu la disponibilité des données, notre échantillon est composé de 1400 observations des cours journaliers de l'or depuis 2008 il contient les cours d'ouverture, cours de clôture, les cours les plus hauts du jours et les cours les plus bas du jour.

D'autre part trader sur le marché des matières premières nécessite une capacité à anticiper les mouvements futurs des cours des matières premières sur lesquelles on investit. Pour cela, il existe différents indicateurs techniques qui nous permettent de repérer les mouvements à venir, les seuils et limites des cours, mais aussi les inversions de tendance. Il existe trois grandes catégories d'indicateurs qui peuvent être utilisés : les indicateurs techniques de tendance, de volatilité, de volume et momentum.

En clair, L'utilisation des indicateurs doit être diversifiée pour avoir des signaux pertinents. Dans le cadre de notre étude nous avons choisi (7) indicateurs, parmi les plus utilisés, nous avons retenu quatre oscillateurs qui sont le momentum, ROC( Rate Of Change), RSI( Relative Strength Index) et stochastique , deux indicateurs de tendance qui sont la moyenne mobile et MACD et un indicateur de volatilité qui est les bandes de bollinger. Nous pouvons étendre ce nombre si le besoin se présente à d'autres indicateurs supplémentaires qui pourraient contenir des informations pertinentes.

Les périodes utilisées pour les indicateurs techniques choisis sont :

MMS(20)  
MACD(12,26,9)  
STOCHASTIQUE(14)  
ROC(14)  
RSI(14)  
MOMENTUM(14)  
BDB(20)

Sur la base de ces paramètres et du programme de calcul des indicateurs établis sur VBA-Excel, nous sommes dans la mesure d'évaluer tous les indicateurs sur la période couvrant 1400 observations.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Date	ouverture	High	Low	cloture				bande du milieu	bande superieur	bande inferieur
2	07/03/2008	904,32	907,1	883,3	885,8						
3	10/03/2008	886,3	896,65	877,95	884,15						
4	11/03/2008	889,9	896,05	886,25	891,2						
5	12/03/2008	893,32	893,9	868,75	870,85						
6	13/03/2008	870,6	878,9	862,65	876,9						
7	14/03/2008	877,7	881,95	847,57	851,75						
8	17/03/2008	852,8	859,52	846,8	856,67						
9	18/03/2008	858,82	874,62	854,9	874,02						
10	19/03/2008	874,4	883,07	871,67	876,75						
11	20/03/2008	876,35	881,55	863,75	868,6						
12	21/03/2008	868,85	885,85	865,6	882,1						
13	24/03/2008	881,95	889,9	870,65	885,3						
14	25/03/2008	885,92	890,05	878	881,85						
15	26/03/2008	882,62	885,9	861,4	865,4						
16	27/03/2008	867	871,22	860,2	864,52						
17	28/03/2008	864,3	887,87	862,37	881,1						
18	31/03/2008	882,02	905,1	880,35	902,8						
19	01/04/2008	904,1	913,95	900,75	905,45						
20	02/04/2008	921,8	929,5	915,22	924,75						
21	03/04/2008	925,4	929,35	923,72	928,7				882,933	903,4006246	862,4653754
22	04/04/2008	929,1	931	904,25	905,17				883,9919048	899,9390989	868,0447106
23	07/04/2008	906,17	910,02	889,1	902,05				884,7657143	898,5301044	871,0013241
24	08/04/2008	888,25	897,7	881,25	891,2				885,1014286	897,0994891	873,1033681
25	09/04/2008	891,45	897,05	875,5	880,05				884,5704762	895,3398844	873,801068

Figure 18 : Calcul les indicateurs techniques sous VBA

## 2. Traitement des données manquantes :

Les données manquantes correspondent aux jours non ouvrables et les jours fériés.

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé l'imputation par la moyenne où on attribue la valeur moyenne des deux jours qui limitent la valeur manquante de la variable à chacune des données manquantes de la même variable.

## 3. Normalisation :

Nous avons opté pour la normalisation min-max qui conduit à des valeurs bornées entre 0 et 1. Ceci facilite leur utilisation pratique surtout aux moyens des signaux résultant de la méthode des divergences à travers le repérage facile des zones de tension. Elle consiste à diviser l'écart du cours par rapport à son minimum par l'étendue des données sur l'indicateur, autrement dit la différence entre le maximum et le minimum.

La formule de transformation de la méthode de normalisation Min-Max :

$$\frac{\text{cours} - \text{Min}(\text{cours})}{\text{Max}(\text{cours}) - \text{Min}(\text{cours})}$$

Afin de faciliter la tâche nous avons créé un programme VBA qui calcule les indicateurs techniques et effectue la normalisation Min-Max.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Date	ouverture	High	Low	cloture				%K	%D	Stochastique normalisé	14		
2	07/03/2008	904,32	907,1	883,3	885,8						-0,025929297			
3	10/03/2008	886,3	896,65	877,95	884,15						-0,025929297			
4	11/03/2008	889,9	896,05	886,25	891,2						-0,025929297			
5	12/03/2008	893,32	893,9	868,75	870,85						-0,025929297			
6	13/03/2008	870,6	878,9	862,65	876,9						-0,025929297			
7	14/03/2008	877,7	881,95	847,57	851,75						-0,025929297			
8	17/03/2008	852,8	859,52	846,8	856,67						-0,025929297			
9	18/03/2008	858,82	874,62	854,9	874,02						-0,025929297			
10	19/03/2008	874,4	883,07	871,67	876,75						-0,025929297			
11	20/03/2008	876,35	881,55	863,75	868,6						-0,025929297			
12	21/03/2008	868,85	885,85	865,6	882,1						-0,025929297			
13	24/03/2008	881,95	889,9	870,65	885,3						-0,025929297			
14	25/03/2008	885,92	890,05	878	881,85						-0,025929297			
15	26/03/2008	882,62	885,9	861,4	865,4						-0,025929297			
16	27/03/2008	867	871,22	860,2	864,52						-0,025929297			
17	28/03/2008	864,3	887,87	862,37	881,1						-0,025929297			
18	31/03/2008	882,02	905,1	880,35	902,8				82,4306539	53,8810501	0,534794444			
19	01/04/2008	904,1	913,95	900,75	905,45				91,6983303	74,4084648	0,748417021			
20	02/04/2008	921,8	929,5	915,22	924,75				90,7990602	88,3093481	0,893079296			
21	03/04/2008	925,4	929,35	923,72	928,7				96,6444982	93,0472962	0,942385685			
22	04/04/2008	929,1	931	904,25	905,17				84,1778443	90,5404675	0,916297879			
23	07/04/2008	906,17	910,02	889,1	902,05				65,6404952	82,1542792	0,829025362			
24	08/04/2008	888,25	897,7	881,25	891,2				52,8716304	67,5633233	0,67718171			
25	09/04/2008	891,45	897,05	875,5	880,05				35,9110169	51,4743809	0,509748967			

Figure 19 : Normalisation les indicateurs techniques sous VBA

#### 4. Analyse multivariée :

Une boîte nous permet de choisir les axes pour lesquels les graphiques doivent être affichés. Dans notre cas, le pourcentage de variabilité représenté sur les deux premiers axes n'est pas particulièrement élevé (58,65%) ; pour éviter une mauvaise interprétation des graphiques, un affichage sur les axes 1 et 3 est donc aussi demandé.



Figure 20 : Choix des axes pour lesquels les graphiques doivent être affichés

Le premier résultat intéressant à analyser est la matrice des corrélations. On remarque le résultat évident que les oscillateurs sont fortement corrélés, le momentum est fortement corrélé avec ROC(0,907) et avec stochastique (0,745), ainsi ROC est fortement corrélé avec stochastique (0,761). On remarque que les BDB et les indicateurs de tendances sont peu corrélés avec les oscillateurs.

Tableau 1 : Corrélation entre les indicateurs techniques

Matrice de corrélation (Pearson (n)) :							
Variables	MMS	MACD	MOMENTUM	ROC	RSI	TOCHASTIQU	BDB
MMS	1	-0,067	0,056	0,029	-0,038	0,094	0,209
MACD	-0,067	1	0,185	0,146	0,401	0,152	-0,066
MOMENTUM	0,056	0,185	1	0,907	-0,008	0,745	-0,076
ROC	0,029	0,146	0,907	1	-0,044	0,761	-0,128
RSI	-0,038	0,401	-0,008	-0,044	1	-0,054	-0,034
STOCHASTIQ	0,094	0,152	0,745	0,761	-0,054	1	-0,089
BDB	0,209	-0,066	-0,076	-0,128	-0,034	-0,089	1
Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$							

Le tableau suivant et le graphique associé sont liés à un objet mathématique, les valeurs propres, qui sont liées à un concept très simple : la qualité de la projection lorsque l'on passe de N dimensions (N étant le nombre de variables, ici 7) à un nombre plus faible de dimensions. Dans notre cas, on voit que la première valeur propre vaut 2.697 et représente 38.3% de la variabilité. Cela signifie que si l'on représente les données sur un seul axe, alors on aura toujours 38.3% de la variabilité totale qui sera préservée.

A chaque valeur propre correspond un facteur. Chaque facteur est en fait une combinaison linéaire des variables de départ. Les facteurs ont la particularité de ne pas être corrélés entre eux. Les valeurs propres et les facteurs sont triés par ordre décroissant de variabilité représentée.

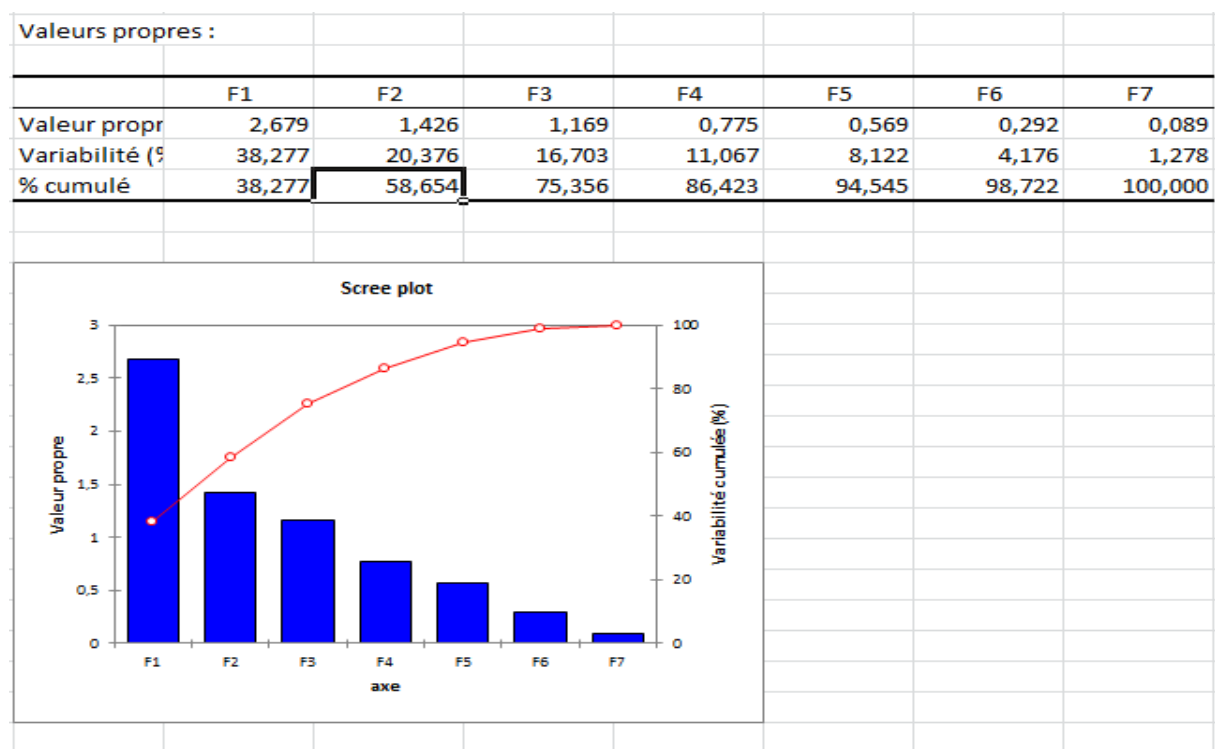


Figure 21 : Les valeurs propres et la variabilité cumulée correspondante

Les deux premières valeurs propres correspondent à un pourcentage élevé de la variabilité, si bien que la représentation sur les deux premiers axes factoriels est de bonne qualité. Dans notre exemple, cela n'est pas tout à fait le cas, d'où la nécessité de valider les hypothèses formulées par l'utilisation des graphiques sur les facteurs F1 et F2 d'une part, et F1 et F3 d'autre part. Nous voyons ici que le nombre de facteurs est 7. Le nombre de dimensions utiles maximum est automatiquement détecté par la méthode utilisée.

Le premier graphique particulier à la méthode est le cercle des corrélations (voir ci-dessous le cercle sur les axes F1 et F2). Il correspond à une projection des variables initiales sur un plan à deux dimensions constitué par les deux premiers facteurs. Lorsque deux variables sont loin du centre du graphique, alors si elles sont : proches les unes par rapport aux autres, alors elles sont significativement positivement corrélées ( $r$  proche de 1), orthogonales les unes par rapport aux autres, alors elles sont significativement non-corrélées ( $r$  proche de 0), symétriquement opposées par rapport au centre, alors elles sont significativement négativement corrélées ( $r$  proche de -1).

Lorsque les variables sont relativement proches du centre du graphique, alors toute interprétation est hasardeuse, et il est nécessaire de se référer à la matrice de corrélations à d'autres plans factoriels pour interpréter les résultats. Dans notre exemple, nous pourrions déduire du graphique ci-dessous que les variables MMS et BDB sont corrélées, alors qu'elles ne le sont pas, ce que l'on peut voir sur la matrice des corrélations ou sur le cercle des corrélations sur les axes F1 et F3. En revanche, on voit bien la forte corrélation entre momentum, stochastique et le ROC.

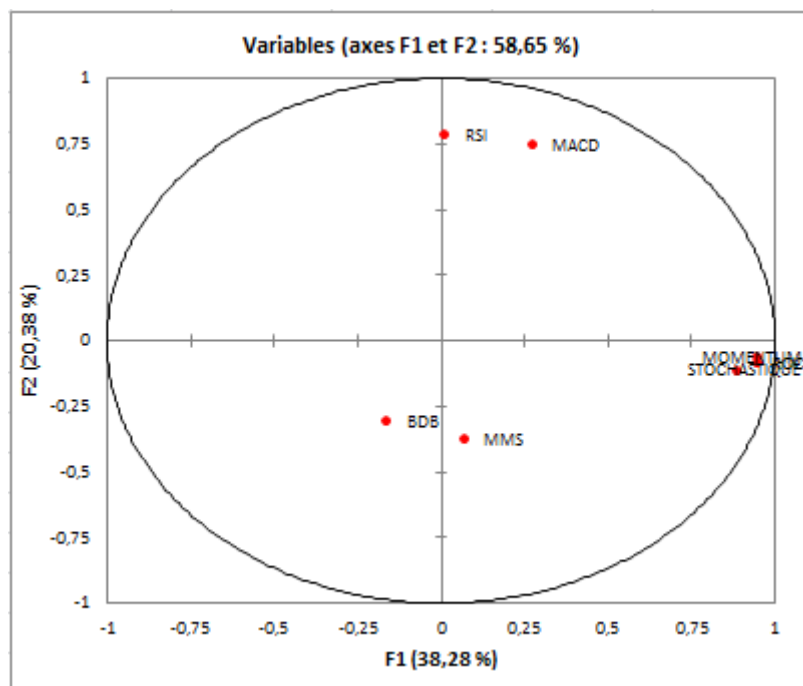


Figure 22 : Le cercle de corrélation sur les axes F1 et F2

Le cercle des corrélations est aussi utile pour interpréter la signification des axes. Dans notre cas, l'axe F1 est clairement lié aux oscillateurs : momentum, stochastique et ROC, alors que l'axe F2 est essentiellement lié à la MACD et le RSI. Ces tendances sont particulièrement intéressantes à dégager pour l'interprétation du graphique des individus. Pour confirmer le fait

qu'une variable est fortement liée à un facteur, il suffit de consulter la table des cosinus : plus le cosinus est élevé (en valeur absolue), plus la variable est liée à l'axe. Plus le cosinus est proche de zéro, moins la variable est liée à l'axe. Dans notre cas, nous voyons que ce qui concerne les BDB et MMS seront mieux interprétés sur les F2/F3.

Tableau 2 : Le cosinus carrés des variables

Cosinus carrés des variables :					
	F1	F2	F3	F4	F5
MMS	0,004	0,139	<b>0,483</b>	0,367	0,005
MACD	0,074	<b>0,559</b>	0,072	0,003	0,292
MOMENTUM	<b>0,891</b>	0,004	0,001	0,006	0,005
ROC	<b>0,899</b>	0,007	0,003	0,003	0,006
RSI	0,000	<b>0,614</b>	0,118	0,007	0,259
STOCHASTIQ	<b>0,783</b>	0,012	0,000	0,000	0,000
BDB	0,027	0,091	<b>0,492</b>	0,389	0,001

*Les valeurs en gras correspondent pour chaque variable au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand*

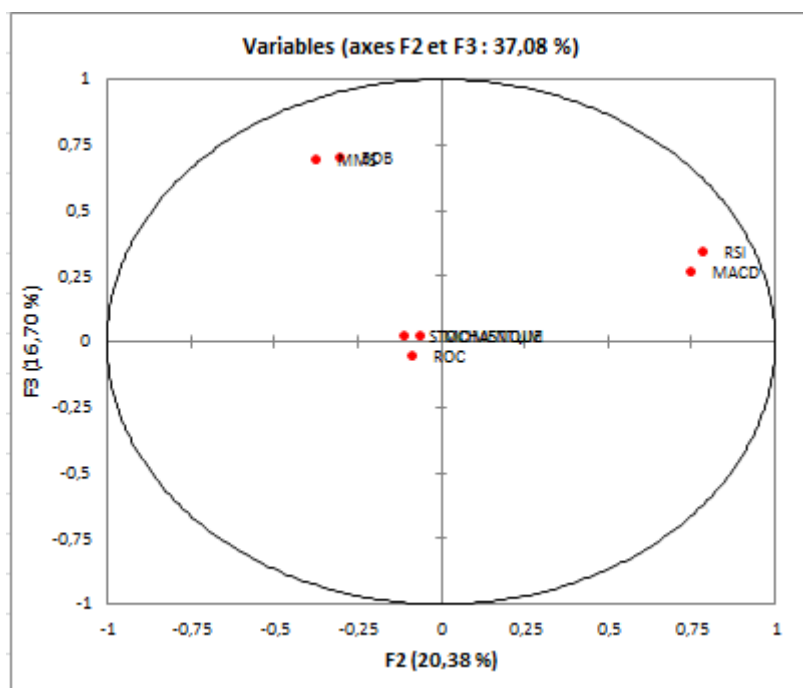


Figure 23 : Le cercle de corrélation sur les axes F2 et F3

## 5. Pondération :

L'objectif de l'ACP est d'étudier la structure de l'échantillon des données sous-jacentes afin d'effectuer des regroupements aux indicateurs qui ont des structures similaires. Les indicateurs intermédiaires obtenus vont être agrégé pour former l'indicateur composite. La procédure est effectuée comme suit :

Effectuer l'ACP sur les sept indicateurs techniques normalisés calculés sur toute la période échantillonnale, on obtient les composantes principales et leurs coordonnées dans une base de l'espace vectoriel, on a retenus dans le cadre de l'étude trois composantes principales qui expliquent 75% de la variance totale

Effectuer une rotation varimax de l'ACP afin de réduire les variables fortement corrélés avec chaque composante en gardant la variance totale expliquée. Cette rotation nous fournit les coordonnées des composantes principales après rotation, les valeurs propres correspondantes et la proportion de la variance expliquée par chacune d'entre elles.

Afin d'obtenir la matrice des pondérations on effectue une transformation sur la matrice des coordonnées des composantes principales après rotation, cette transformation consiste à élever au carré toutes les coordonnées des composantes principales après rotation pour avoir une structure positive des coefficients puis les diviser par la valeur propre correspondante au facteur principal après rotation. Les coefficients ainsi obtenus représentent les vecteurs de pondérations qui vont être utilisés dans la construction des indicateurs intermédiaires. Les variables qui sont fortement corrélées avec chaque composante principale après rotation vont être agrégées dans un indicateur intermédiaire. A ce niveau on obtient sept indicateurs intermédiaires (autant que de composantes principales retenues). La dernière étape de la construction de l'indicateur synthétique consiste à agréger les indicateurs intermédiaires en les pondérant par la part de la variance expliquée par la composante principale dont ils sont issus. A la fin de cette étape nous avons notre indicateur synthétique construit que nous pouvons représenter.

La formule de pondération :

$$P = \frac{\sum_j a_{ij}^2}{\sum_i \sum_j a_{ij}^2}$$

Tableau 3 : la méthode de pondération de l'analyse en composante principale

Coordonnées des variables après rotation Varimax :									
	D1	D2							
				$a_{1j}^2$	$a_{2j}^2$			$a_{1j}^2 / \sum_j a_{1j}^2$	$a_{2j}^2 / \sum_j a_{2j}^2$
MMS	0,110	-0,362		0,0121	0,131178			0,004546	0,09083473
MACD	0,181	0,775		0,032868	0,600204			0,012349	0,41561303
MOMENTUM	0,945	0,052		0,892244	0,002729			0,335226	0,00188944
ROC	0,952	0,028		0,905568	0,000785			0,340232	0,00054367
RSI	-0,084	0,779		0,007011	0,607478			0,002634	0,42065027
STOCHAST	0,892	-0,004		0,795582	1,79E-05			0,298909	1,2409E-05
BDB	-0,127	-0,319		0,016248	0,101749	$\sum_j a_{ij}^2$		0,006104	0,07045645
			$\sum_i a_{ij}^2$	2,66162	1,444141	4,105761		1	1
			$\sum_i a_{ij}^2 / \sum_i \sum_j a_{ij}^2$	0,648265	0,351735				

L'indicateur synthétique obtenu est représenté comme suit :

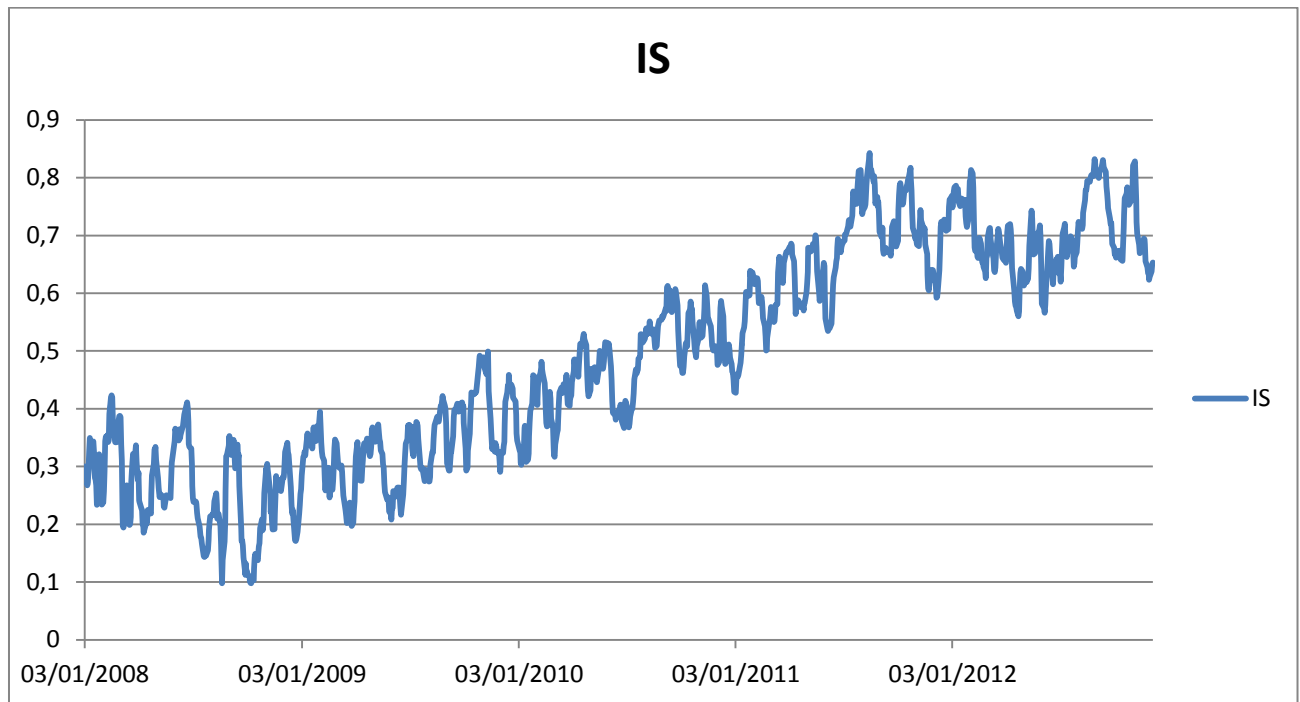


Figure 24 : L'indicateur synthétique

## 6. Taux de réussite de l'indicateur synthétique :

La 1ère chose à faire est de juger la pertinence de notre indicateur synthétique en effectuant le suivi des pentes, l'idée est de voir si l'indicateur obtenu a les mêmes tendances que le cours en terme de convergences et divergences, en d'autre terme s'il possède les mêmes pentes que le cours. En effet, pour une période donnée, on calcule les pentes du cours et les pentes de l'indicateur synthétique, puis on compte le nombre de fois où les pentes de l'indicateur synthétique sont de même signe que celles du cours. On divise le nombre obtenu par le nombre d'observations, afin d'obtenir le taux de réussite de l'indicateur synthétique. Dans notre cas, le taux de réussite était 80%, ce qui reflète que l'indicateur synthétique a presque le même mouvement que le cours du sous-jacent.

Tableau 4 : La méthode de calcul du taux de réussite

	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	date	cours	ind composite	pente du cours	pente de l'IS		SIGNE(pente IS)=SIGNE(pente cours)	nombre d'observations	taux de réussite
2	03/01/2008	0,123543	0,300213532	68,57218938	-219,5386278	0		995	1287
3	04/01/2008	0,129341	0,287249883	129,2101403	-224,773901	0			
4	05/01/2008	0,12489	0,298342767	78,88613105	-231,7875214	0			
5	06/01/2008	0,12489	0,286717483	34,88624962	-238,4114287	0			
6	07/01/2008	0,124637	0,267538225	0,47033264	-246,6046597	0			
7	08/01/2008	0,12319	0,27323841	-34,75109091	-255,5136547	1			
8	09/01/2008	0,139987	0,297779511	-62,44167124	-263,982825	1			
9	10/01/2008	0,138473	0,326644086	-79,05213696	-269,3004963	1			
10	11/01/2008	0,138473	0,349413208	-111,2815431	-266,7606503	1			
11	12/01/2008	0,154959	0,342464477	-146,3158779	-256,9487375	1			
12	13/01/2008	0,155355	0,34306487	-177,8038302	-238,9661852	1			
13	14/01/2008	0,154639	0,337327917	-214,6334514	-215,7042984	1			
14	15/01/2008	0,163518	0,337393261	-252,0971998	-194,7214406	1			
15	16/01/2008	0,151483	0,342322997	-283,7219662	-175,0006209	1			
16	17/01/2008	0,149072	0,343423395	-315,9728585	-156,9335303	1			
17	18/01/2008	0,138296	0,325063165	-361,0650393	-134,49683	1			
18	19/01/2008	0,145668	0,295297813	-408,1590205	-117,8676858	1			
19	20/01/2008	0,144162	0,280285298	-453,5632727	-104,3835157	1			
20	21/01/2008	0,144372	0,276965187	-499,1384179	-92,56657393	1			
21	22/01/2008	0,128954	0,267338498	-540,4596218	-78,97811768	1			
22	23/01/2008	0,152459	0,233842433	-592,7883588	-63,4127012	1			
23	24/01/2008	0,149531	0,256208682	-628,8650944	-48,56880361	1			
24	25/01/2008	0,168567	0,275246844	-664,7685123	-33,63588267	1			
25	26/01/2008	0,1702	0,299476227	-686,7881037	-21,69230639	1			

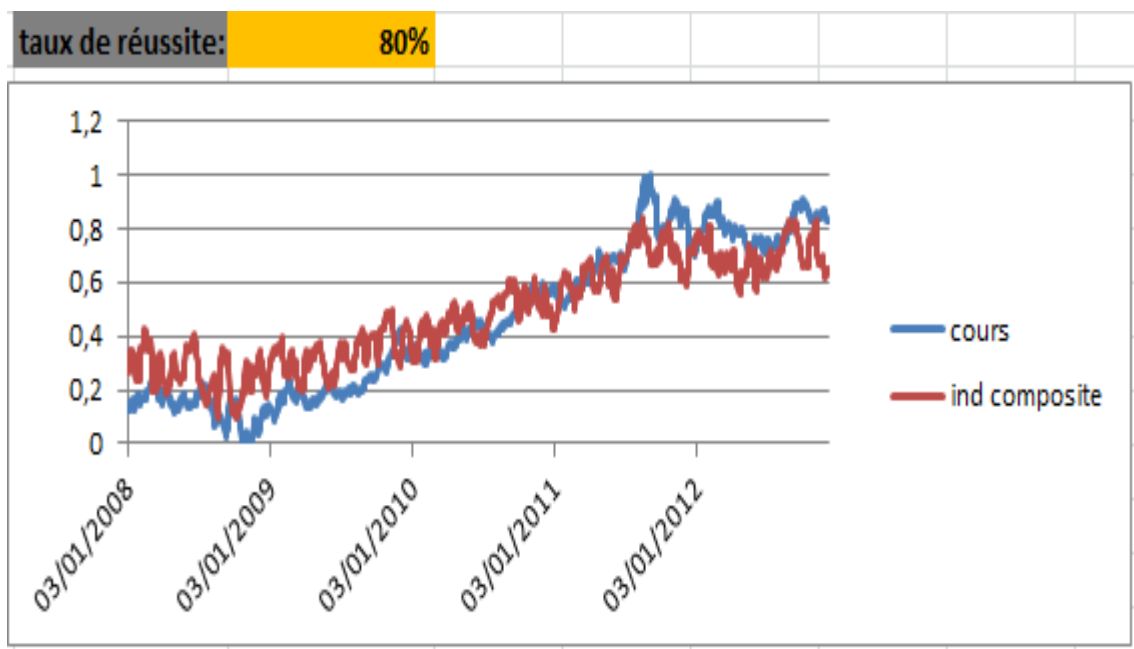


Figure 25 : Le taux de réussite entre l'indicateur synthétique et le cours de l'or



## Chapitre 2 : Elaboration d'une stratégie de trading :

### 1. La méthode de divergence :

On parle de divergence lorsqu'un indicateur évolue dans un sens contraire à celui des cours.

Même si les divergences ne peuvent pas justifier à elles seules un achat ou une vente, elles peuvent néanmoins donner des indications sur la force de la tendance.

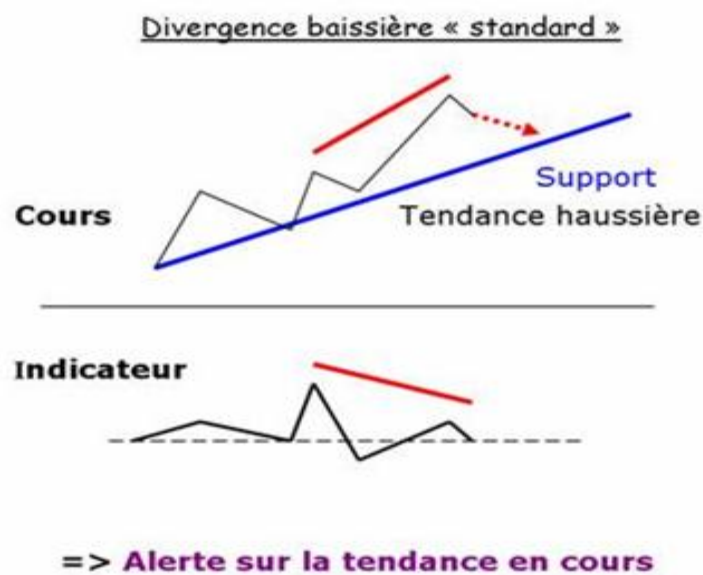
Il est possible de distinguer deux grands types de divergences :

➤ Les divergences standards :

Une divergence baissière standard apparaît dans une tendance haussière. Elle s'apprécie en comparant les sommets des cours, d'une part, de l'indicateur d'autre part.

La divergence est baissière quand les cours continuent à augmenter en faisant des nouveaux plus hauts alors que l'indicateur ne parvient pas à faire de nouveau plus haut. Les cours augmentent mais l'indicateur nous indique que la force est de moins en moins présente. Le retournement est donc fortement probable.

La divergence baissière standard donne une alerte sur la tendance en cours.



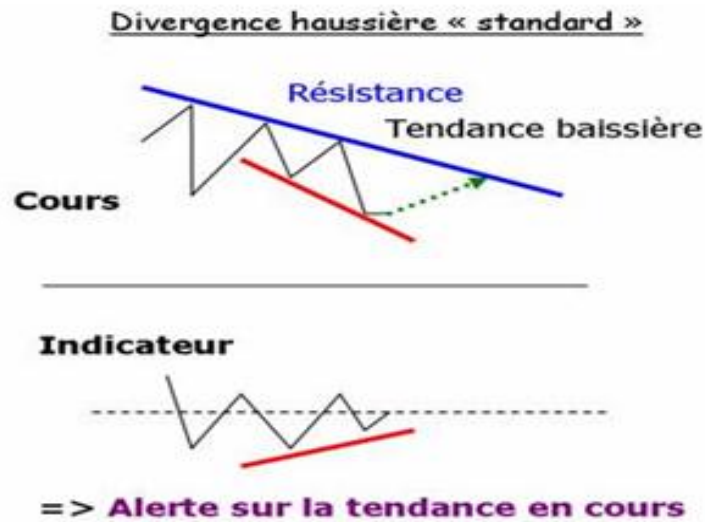
Source : [www.trading.school.eu](http://www.trading.school.eu)

Figure 26 : La divergence baissière

La divergence haussière standard apparaît dans une tendance baissière. Elle s'apprécie en comparant les creux des cours d'une part, de l'indicateur d'autre part.

La divergence standard est haussière lorsque les cours baissent alors que l'indicateur progresse. Les cours baissent alors que l'indicateur nous informe que les forces vendeuses se dissipent petit à petit au profit des acheteurs.





Source : [www.trading.school.eu](http://www.trading.school.eu)

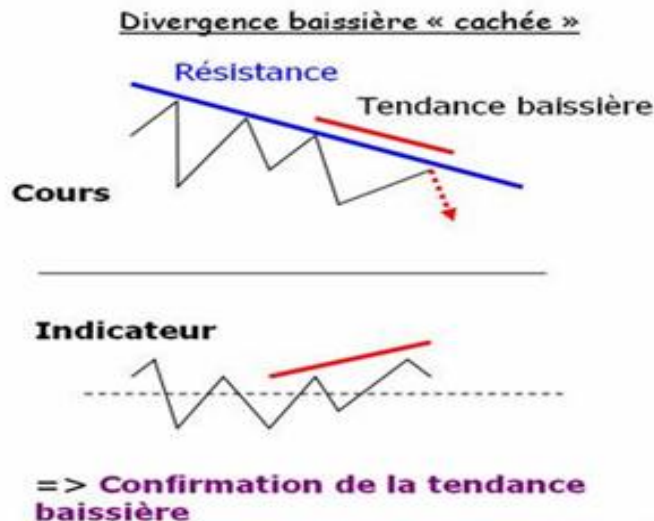
Figure 27 : La divergence haussière

➤ Les divergences cachées :

Une divergence baissière cachée apparaît dans une tendance baissière. Elle s'apprécie en comparant les sommets des cours d'une part, de l'indicateur d'autre part.

Cette divergence est caractérisée par des cours marquants des plus hauts de moins en moins haut alors que l'indicateur enregistre des plus hauts de plus en plus hauts.

Ce type de divergence permet de confirmer la tendance en cours. L'indicateur a tout donné mais les cours refusent de monter. On peut donc conclure que le mouvement baissier est fort.

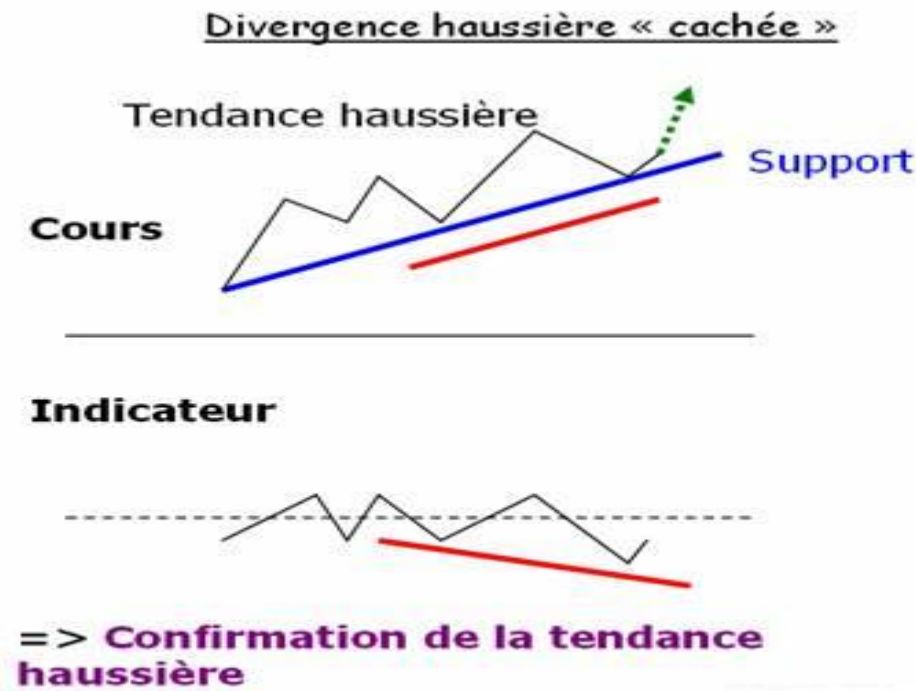


Source : [www.trading.school.eu](http://www.trading.school.eu)

Figure 28 : La divergence baissière cachée

Une divergence haussière cachée apparaît dans une tendance haussière. La divergence s'apprécie en comparant les creux des cours d'une part, de l'indicateur d'autre part.

Cette divergence est caractérisée par deux plus bas consécutif de plus en plus haut alors que l'indicateur enregistre des nouveaux plus bas. L'indicateur donne tout ce qu'il peut mais les cours ne baissent pas. Il y a donc un fort signe de hausse.



Source : [www.trading.school.eu](http://www.trading.school.eu)

Figure 29 : La divergence haussière cachée

Les divergences sont plus efficaces quand elles interviennent dans des niveaux de surachat / sur vente.

## 2. La méthode au seuil fixe :

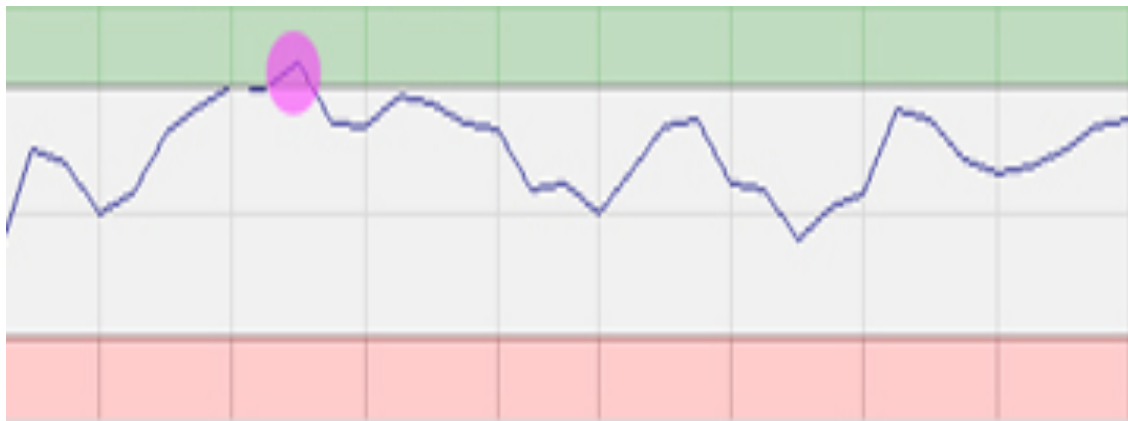
La méthode du seuil fixe permet de déterminer des zones particulières :

- Une zone de sur-vente : nous informe que ce n'est pas le moment de vendre
- Une zone de sur-achat : nous informe que ce n'est pas le moment d'acheter.

Généralement le signal est haussier lorsque l'oscillateur quitte sa zone de survente. Le signal est baissier quand l'oscillateur quitte la zone de sur-achat.

Un signal d'achat est généré quand l'indicateur croise le niveau de sur-achat vers le haut. Une position longue est ouverte au prix du marché. Un signal de vente est généré quand l'indicateur croise le niveau de sur-vente vers le bas.

Cet exemple montre un signal d'achat après le croisement du cours vers le haut du niveau de surachat (zone en vert) :



Source : [www.trading.school.eu](http://www.trading.school.eu)

Figure 30 : Signal d'achat

Cet exemple montre un signal de vente après le croisement du cours vers le bas du niveau de survente (zone en rouge) :



Source : [www.trading.school.eu](http://www.trading.school.eu)

Figure 31 : Signal de vente

### 3. La méthode de la moyenne mobile :

Le déclenchement de signaux d'achat ou de vente peut être observé par l'utilisation de deux moyennes mobiles, une avec une période d'observation plus courte que l'autre. Des signaux d'achat ou de vente sont générés quand la moyenne mobile courte croise la moyenne mobile longue. Par exemple, si la moyenne mobile courte croise en dessous de la moyenne mobile longue, un signal d'achat est déclenché. Un signal de vente est déclenché quand la moyenne mobile courte croise en dessus de la moyenne mobile longue.

Cet exemple montre les signaux d'achats (vert) et de ventes (rouge) déclenchés à chaque croisement de la moyenne mobile courte (bleu) et la moyenne mobile longue (noir).



Source : tribuforex.fr

Figure 32 : Les signaux d'achats et de ventes

#### 4. La stratégie d'investissement choisie :

Dans le cadre de notre étude, le taux de réussite était de 80%, ce qui montre que l'indicateur synthétique suit à 80% la tendance du cours donc la méthode de divergence ne mènera pas à générer des signaux d'achats et de ventes, elle peut être utilisée comme un complément de stratégie. D'autre part la méthode du seuil fixe présente l'inconvénient d'être très longue et ne génère pas suffisamment de signaux.

Donc nous avons choisis la méthode du croisement d'une moyenne mobile courte et une moyenne mobile longue vu la relative facilité à laquelle les moyennes mobiles simples sont calculées, ainsi elle permet de lisser le cours du sous-jacent et elle présente la technique la plus fiable dans un marché à tendance.

### Chapitre 3 : Backtest

Le backtest permet d'estimer les gains et pertes d'une stratégie de trading dans le passé. Le but est de savoir si une stratégie de trading est gagnante sur un grand nombre de cas, ceci afin de la valider ou de la rejeter. Le backtest permet donc à l'utilisateur d'avoir une base de donnée consistante et de vérifier si sa stratégie est efficace ou non.

Dans le cadre de notre étude, la stratégie adoptée est celle des moyennes mobiles, nous avons alors appliquer le backtest sur un échantillon de 5 ans, afin de comparer, les gains et les pertes résultants du backtest sur l'indicateur synthétique, avec les gains et les pertes résultants du backtest sur le cours de l'or, pour s'assurer de l'avantage de la construction de l'indicateur synthétique.

Pour faciliter la tâche, nous avons créé un programme VBA qui effectue tout le backtest, il suffit de faire entrer les moyennes mobiles courtes et longues, ainsi que le cours du sous-jacent, puis le programme génère les signaux d'achats et de ventes, et calcule les performances de chaque opération de vente.

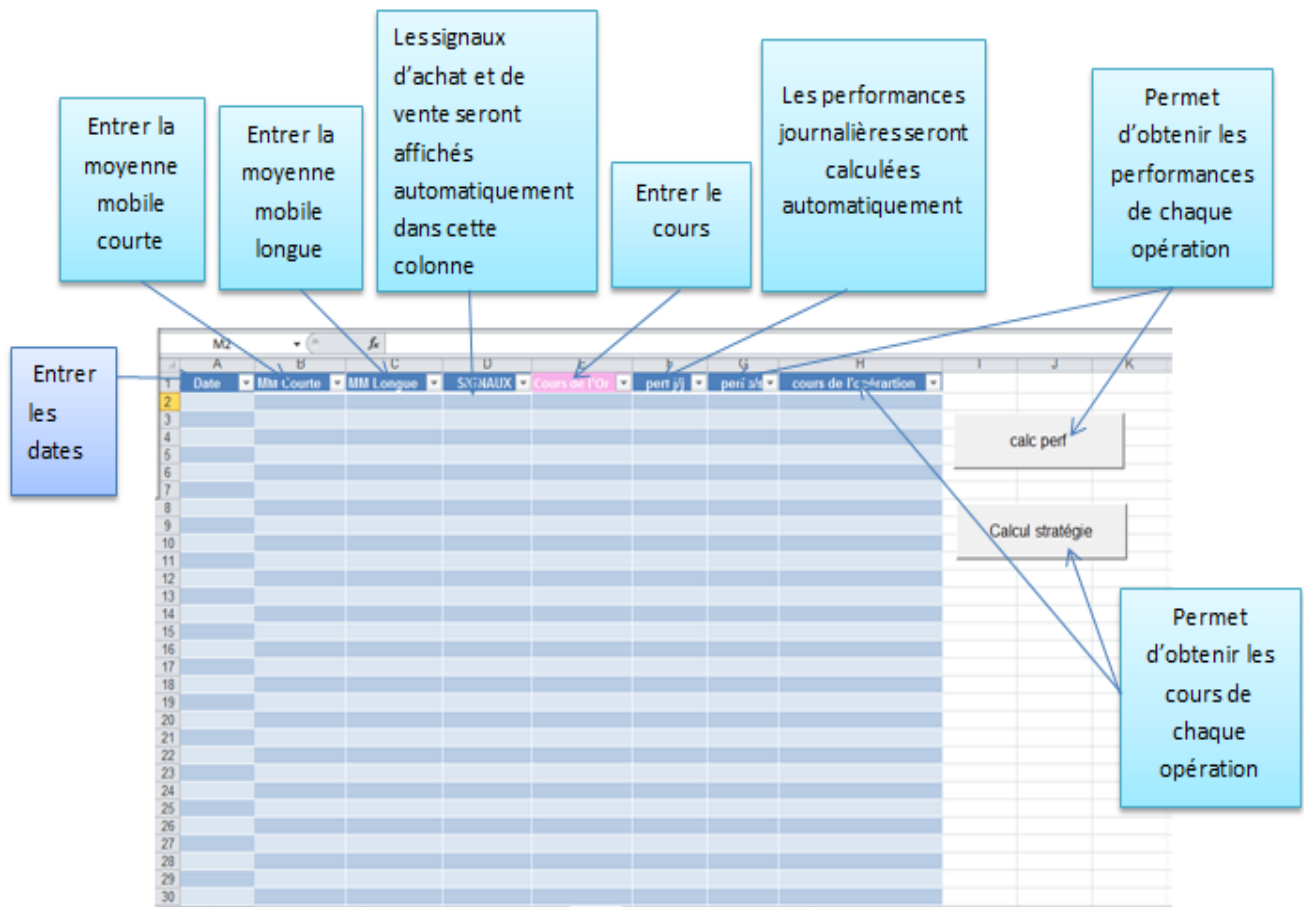
$$\text{Performance de l'opération de vente} = \frac{\text{Cours de vente}}{\text{Cours d'achat}} - 1$$

Par la suite, nous faisons entrer le montant à investir (qui correspond au premier cours d'opération d'achat), et en cliquant sur le bouton 'calcul stratégie', le programme génère les cours qui correspondent aux opérations d'achats et de ventes déclenchées par le croisement de la moyenne mobile courte et la moyenne mobile longue tout au long de notre période échantillonnale.

La formule de calcul du cours de l'opération de vente est la suivante :

$$\text{Cours de vente} = \text{cours d'achat} + \text{performance} * \text{cours d'achat}$$

Tableau 5 : Backtest



Nous avons effectué le backtest sur les moyennes mobiles de l'indicateur synthétique pour les périodes 20 et 50 puis nous avons investi un montant de 10000\$, à la fin de la période échantionnale nous avons eu une performance de 84% de la somme investie.

La performance est calculée comme suit :

$$\text{Performance} = \frac{(\text{Cours de la dernière opération de vente} - \text{la somme investie}) * 100}{\text{la somme investie}}$$

La figure suivante illustre les premières opérations d'achats et de ventes déclenchées par le croisement des moyennes mobiles (20,50) de l'indicateur synthétique et les cours de ces opérations.



Tableau 6 : Les premières opérations d'achats et de ventes du backtest sur l'IS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Date	MM Courte	MM Longue	SIGNALUX	Cours de l'IS	perf %	perf %	cours de l'opération			
2	03/01/2008	0.283221502	0.205660921		858.8						
3	04/01/2008	0.282779476	0.207516914		865.69						
4	05/01/2008	0.282153213	0.211834809		860.4	0.802%					
5	06/01/2008	0.280230919	0.216200545		860.4	-0.611%					
6	07/01/2008	0.278488341	0.221220416		860.1	0.000%					
7	08/01/2008	0.275458381	0.227553021		858.38	-0.035%					
8	09/01/2008	0.273927051	0.23378287		878.34	-0.200%					
9	10/01/2008	0.271900891	0.238861975		876.54	2.325%					
10	11/01/2008	0.269457929	0.241060939		876.54	-0.205%					
11	12/01/2008	0.266938947	0.241635165		895.13	0.000%					
12	13/01/2008	0.264583038	0.242107611		896.6	2.235%					
13	14/01/2008	0.258778927	0.242472124		895.75	0.052%					
14	15/01/2008	0.250943975	0.24267287		906.3	-0.095%					
15	16/01/2008	0.241653792	0.242859122		892	1.178%					
16	17/01/2008	0.231917464	0.242873105		889.135	-1.578%					
17	18/01/2008	0.222405113	0.242841619		876.33	-0.321%					
18	19/01/2008	0.214522156	0.243895455		885.09	-1.440%					
19	20/01/2008	0.211010852	0.24691344		883.3	1.000%					
20	21/01/2008	0.212052818	0.251072279		883.55	-0.202%					
21	22/01/2008	0.218057241	0.255655581		865.23	0.028%					
22	23/01/2008	0.225630064	0.260663466		893.16	-2.073%					
23	24/01/2008	0.235682439	0.266953574		889.68	3.228%					
24	25/01/2008	0.243947322	0.270340847		912.3	-0.390%					
25	26/01/2008	0.251078129	0.271819763		914.24	2.542%					
26	27/01/2008	0.25493919	0.26868251		914.3	0.213%					
27	28/01/2008	0.257052406	0.26350677		914.31	0.007%					
28	29/01/2008	0.263791493	0.258444712	achat	929.51	0.001%		10000			
29	30/01/2008	0.255595952	0.255123551		922.94	1.662%					
30	31/01/2008	0.253167986	0.253167986		930.38	-0.707%					

La figure suivante illustre la dernière opération de vente générée par le croisement des moyennes mobiles (20,50) de l'indicateur synthétique ainsi que le cours de l'opération.

Tableau 7 : La dernière opération de vente du backtest sur l'IS

1204	07/08/2012	0.943464974	0.99406128		1611.49	0.474%				
1205	08/08/2012	0.953803524	0.991971221		1612.16	0.061%				
1206	09/08/2012	0.963862434	0.989901148		1616.57	0.042%				
1207	10/08/2012	0.971750452	0.988001152		1620.23	0.274%				
1208	13/08/2012	0.97767671	0.985269312		1609.36	0.226%				
1209	14/08/2012	0.981192195	0.981387868		1599.1	-0.671%				
1210	15/08/2012	0.98389316	0.976881803	achat	1603.15	-0.638%		17077.0137		
1211	16/08/2012	0.986779822	0.972527662		1614.23	0.253%				
1212	17/08/2012	0.989604318	0.967202087		1615.94	0.691%				
1213	20/08/2012	0.992220059	0.961437721		1620.34	0.106%				
1214	21/08/2012	0.99538243	0.95686608		1636.64	0.272%				
1215	22/08/2012	0.997809327	0.953597413		1653.73	1.006%				
1216	23/08/2012	0.999409665	0.95097556		1669.43	1.044%				
1217	24/08/2012	1	0.949346372		1669.61	0.949%				
1218	27/08/2012	0.998167843	0.948012983		1664.07	0.011%				
1219	28/08/2012	0.995462368	0.947214909		1667.26	-0.332%				
1220	29/08/2012	0.990209464	0.945242691		1655.51	0.192%				
1221	30/08/2012	0.982587257	0.942134785		1655.12	-0.705%				
1222	31/08/2012	0.974135333	0.939219572		1691.85	-0.024%				
1223	04/09/2012	0.966382251	0.937273862		1695.64	2.219%				
1224	05/09/2012	0.958913392	0.93621559		1692.83	0.224%				
1225	06/09/2012	0.949818458	0.935248513		1700.97	-0.166%				
1226	07/09/2012	0.938746242	0.933790797		1736.38	0.481%				
1227	10/09/2012	0.926851463	0.934219681	vente	1725.19	2.082%	7.613%	18377.00356		
1228	11/09/2012	0.913221944	0.934623896		1731.5	-0.644%				
1229	12/09/2012	0.899114685	0.933422155		1732.58	0.366%				
1230	13/09/2012	0.883922529	0.930515638		1765.2	0.062%				
1231	14/09/2012	0.870654271	0.926494097		1771.67	1.883%				
1232	17/09/2012	0.857675928	0.921736755		1759.62	0.367%				

Le diagramme suivant présente les performances de l'indicateur synthétique :

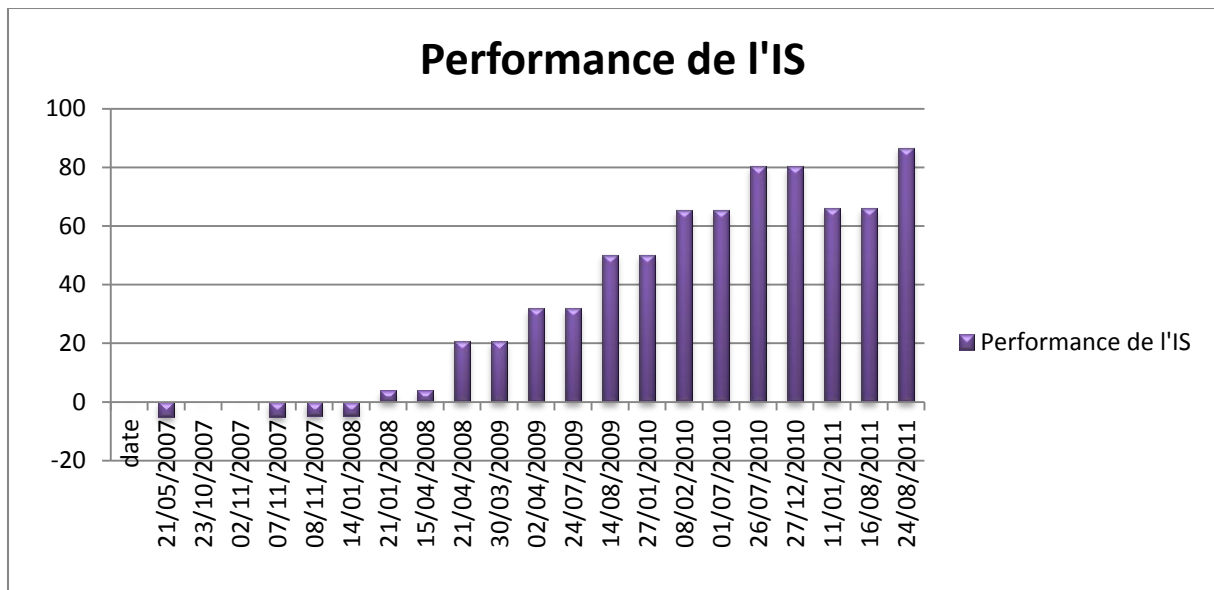


Figure 33 : La performance de l'IS

#### Tableau récapitulatif :

<b>Somme investie</b>	10000\$
<b>Période</b>	5 ans
<b>Dernière opération de vente</b>	18377\$
<b>Performance</b>	84%

Nous avons fait la même démarche en effectuant le backtest sur les moyennes mobiles du cours de l'or pour les période 20 et 50 puis nous avons investi la somme 10000\$, nous avons obtenue à la fin de la période échantillonnale un gain de 25% de la somme investie.

La figure suivante montre les premières opérations d'achats et de ventes qui correspond au croisement de la moyenne mobile courte (20) et la moyenne mobile longue (50) du cours du sous-jacent.



Tableau 8 : Les premières opérations d'achats et de ventes du backtest sur le cours

	Date	MM Courte	MM Longue	SIGNALIX	Cours de l'or	perf JJ	perf st	cours de l'opération
2	03/01/2008	0.129315025	0.123797947		858.8			
3	04/01/2008	0.130870643	0.125553538		865.69			
4	05/01/2008	0.131970355	0.127194295		860.4	0.802%		
5	06/01/2008	0.134332165	0.128935173		860.4	-0.611%		
6	07/01/2008	0.136782259	0.130665835		860.1	0.000%		
7	08/01/2008	0.139240735	0.132283504		858.38	-0.036%		
8	09/01/2008	0.141793938	0.134134515		878.34	-0.200%		
9	10/01/2008	0.144122528	0.135799792		876.54	2.325%		
10	11/01/2008	0.14623405	0.13775605		876.54	-0.206%		
11	12/01/2008	0.148684144	0.139746192		896.13	0.000%		
12	13/01/2008	0.15003661	0.141347514		896.6	2.235%		
13	14/01/2008	0.150420234	0.142943319		895.75	0.052%		
14	15/01/2008	0.150907613	0.144758165		906.3	-0.095%		
15	16/01/2008	0.150916715	0.145942657		892	1.178%		
16	17/01/2008	0.151421387	0.147936902		889.135	-1.578%		
17	18/01/2008	0.151387029	0.149734278		876.33	-0.321%		
18	19/01/2008	0.152494668	0.151717694		885.09	-1.440%		
19	20/01/2008	0.153634162	0.153539732		883.3	1.000%		
20	21/01/2008	0.155367976	0.155380731		883.55	-0.202%		
21	22/01/2008	0.15717219	0.157214967		865.23	0.028%		
22	23/01/2008	0.159805676	0.15944462	achat	893.16	-2.073%		10000
23	24/01/2008	0.161258258	0.161284802	vente	889.68	3.228%	-0.390%	9961.037216
24	25/01/2008	0.161971352	0.163437811		912.3	-0.390%		
25	26/01/2008	0.161672826	0.16529107		914.24	2.542%		
26	27/01/2008	0.16140297	0.167114905		914.3	0.213%		
27	28/01/2008	0.16087691	0.168957335		914.31	0.007%		
28	29/01/2008	0.160362226	0.170759308		929.51	0.001%		
29	30/01/2008	0.159155837	0.171837549		922.94	1.662%		
30	31/01/2008	0.158412709	0.172949729		930.38	-0.707%		

La figure suivante montre la dernière opération de vente correspondante au croisement de la moyenne mobile courte(20) et la moyenne mobile longue(50) du cours de l'or.

Tableau 9 : La dernière opération de vente du backtest sur le cours

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
942	03/09/2010	0.91753642	0.9974085		1625.15	0.104%			0				
943	06/09/2010	0.92651039	0.99762673		1620.4	0.599%			0				
944	07/09/2010	0.93412734	0.99873725		1656.25	-0.292%			0				
945	08/09/2010	0.94236409	0.99893402		1662.68	2.212%			0				
946	09/09/2010	0.9497303	0.99921599		1647.05	0.388%			0				
947	10/09/2010	0.95780095	0.99962056		1660.73	-0.940%			0				
948	13/09/2010	0.96784798	1		1719.15	0.831%			0				
949	14/09/2010	0.97608929	0.99901207		1735.45	3.518%			0				
950	15/09/2010	0.98262181	0.9975027		1789	0.948%			0				
951	16/09/2010	0.983896	0.994496		1756.08	3.086%			0				
952	17/09/2010	0.98892316	0.99172327		1745.33	-1.840%			0				
953	20/09/2010	0.99395395	0.9895676	achat	1761.4	-0.612%			0		12089.9142		
954	21/09/2010	0.99644682	0.98736596		1784.95	0.921%			0				
955	22/09/2010	0.99865755	0.98565982		1789.75	1.337%			0				
956	23/09/2010	1	0.98421726		1823.7	0.269%			0				
957	24/09/2010	0.99831078	0.98256322		1848.15	1.897%			0				
958	27/09/2010	0.99644727	0.98042595		1893.88	1.341%			0				
959	28/09/2010	0.99122171	0.97676275		1829.53	2.474%			0				
960	29/09/2010	0.99003034	0.97452167		1767.55	-3.398%			0				
961	30/09/2010	0.99075754	0.97388376		1769.33	-3.368%			0				
962	01/10/2010	0.98939006	0.97375544		1822.35	0.101%			0				
963	04/10/2010	0.98120245	0.97236253		1787.78	2.997%			0				
964	05/10/2010	0.97372793	0.9725121		1837.25	-1.897%			0				
965	06/10/2010	0.96529231	0.9714404	vente	1824.55	2.767%		3.585%	1		12523.3638		
966	07/10/2010	0.95564256	0.97038872		1824.38	-0.691%			0				
967	08/10/2010	0.94618486	0.96905752		1881.53	-0.003%			0				
968	11/10/2010	0.93441995	0.96713888		1900.25	3.133%			0				
969	12/10/2010	0.92318337	0.96468591		1879	0.995%			0				
970	13/10/2010	0.91142893	0.96268554		1817	-1.118%			0				
971	14/10/2010	0.90338012	0.96153578		1866.55	-3.300%			0				

Le diagramme suivant présente les performances du cours de l'or :

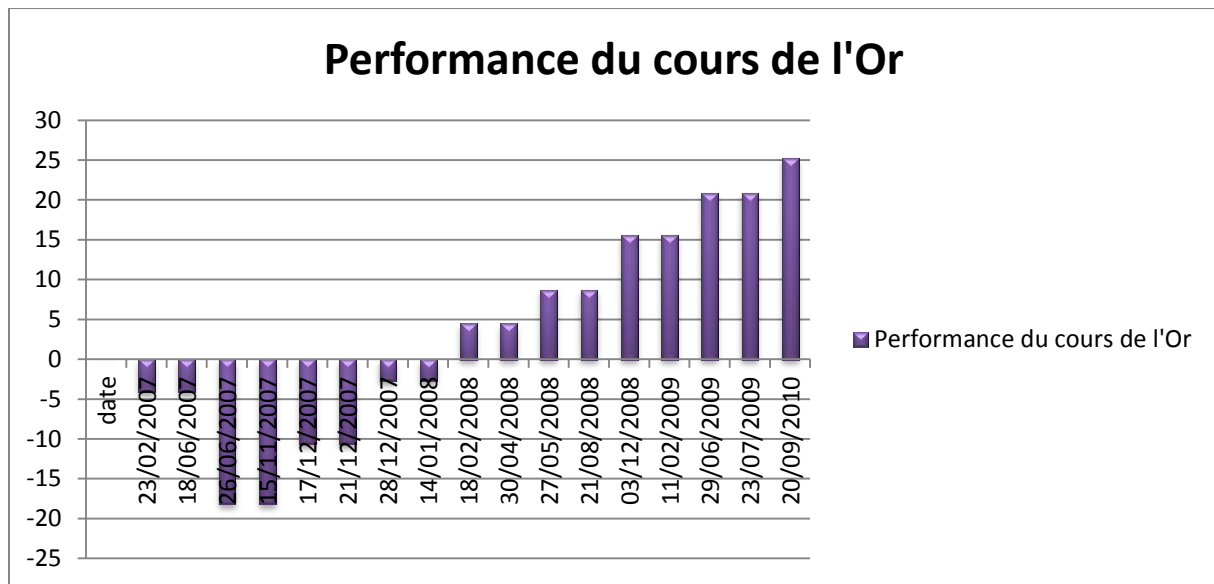


Figure 34 : La performance du cours de l'or

#### Tableau récapitulatif :

<b>Somme investie</b>	10000\$
<b>Période</b>	5 ans
<b>Dernière opération de vente</b>	12523\$
<b>Performance</b>	25%

Suite aux performances obtenues du backtest sur l'indicateur synthétique et du backtest sur le cours de l'or, il s'est avéré que le trading sur l'indicateur synthétique donne des résultats meilleurs que le trading sur le cours, il donne des gains plus importants.

## Conclusion:

Dans cette partie, il a été question de la construction de l'indicateur synthétique d'analyse technique. Nous avons dans un premier temps mis en place les indicateurs standards d'analyse technique à utiliser dans le processus de construction. Pour ces variables données, nous avons passé en revue à la méthode de normalisation Min-Max pour avoir des indicateurs bornés entre 0 et 1. A la suite de cette étape, nous avons entamé l'analyse en composante principale afin d'étudier la corrélation entre les indicateurs et déduire le nombre de facteurs à prendre en considération. Quant à la dernière étape, nous avons calculé les pondérations des indicateurs initiaux et abouti à l'indicateur synthétique. Ainsi nous avons étudié le comportement de l'indicateur synthétique par rapport au cours de l'or en calculant le taux de réussite qui nous a confirmé que l'indicateur composite retrace bien les mouvements du cours.

Par ailleurs, nous avons élaboré, dans le 2<sup>ème</sup> chapitre la stratégie de trading à suivre afin d'identifier des signaux d'achats et de ventes. Par la suite, on a effectué le backtest qui nous a confirmé la pertinence de la stratégie d'investissement choisie et la bonne performance de l'indicateur synthétique.

## Conclusion générale :

Au terme de ce travail, notre objectif principal est atteint avec un bon indice de satisfaction. Durant un peu plus de trois mois de travail acharné, nous nous sommes battus afin de construire un indicateur synthétique d'analyse technique qui va nous servir à réaliser une bonne anticipation des signaux d'achats et de ventes.

Pour aboutir à ce résultat nous avons procédé à des tâches échelonnées en plusieurs étapes. Dans un premier temps nous avons procédé à la mise en place des outils nécessaires pour la construction de l'indicateur synthétique. Dans cette étape notre travail consistait à la définition, au calcul et à l'interprétation des signaux des indicateurs standards d'analyse technique. Ces derniers nous serviront de variables initiales pour la construction de l'indicateur synthétique.

Dans un deuxième temps, nous avons normalisé les indicateurs techniques déjà calculés par la méthode de normalisation Min-Max pour aboutir à des indicateurs bornés entre 0 et 1. Dans l'étape suivante on a effectué l'analyse en composante principale aux indicateurs normalisés pour étudier la corrélation entre les variables et déduire le nombre de facteurs à prendre en considération. Ensuite nous avons passé au calcul des pondérations des indicateurs initiaux en se basant sur la méthode de pondération de l'analyse en composante principale, nous avons essayé, une fois l'indicateur synthétique mis en place, de procéder à sa présentation et à son utilisation dans le cadre de l'objectif principal visé qui est la bonne anticipation des signaux d'achat et de vente sur le marché boursier. Pour cela, nous avons d'abord analysé les comportements de l'indicateur synthétique par rapport au cours de l'or en calculant le taux de réussite qui a confirmé que l'indicateur synthétique retrace bien le mouvement du cours du sous-jacent.

À partir d'une méthode de reconnaissance des signaux que nous avons confectionnée sur la base des croisement des moyennes mobiles courtes et moyennes mobiles longues de l'indicateur synthétique (puis du cours de l'or) nous avons réussi à anticiper les signaux du marché.

Par ailleurs, dans le cadre de la validation des résultats obtenus, nous avons procédé à la mise en place du backtest afin de vérifier la pertinence de la stratégie d'investissement choisie et la bonne performance de l'indicateur synthétique construit.

D'autre part, un travail n'étant jamais parfait surtout quand il est réalisé dans un laps de temps réduit, nous nous sommes donnés quelques pistes de réflexion en guise d'amélioration et de perspectives. Pour cela, nous avons recensé des éléments qui pourront soit contribuer à l'enrichissement de l'indicateur composite d'analyse technique, soit le compléter dans sa mise en pratique.

En vue d'enrichir l'application, nous avons pensé lors de la conception de l'IS à laisser la possibilité d'introduire d'autres indicateurs d'analyse technique jugés pertinents pour le suivi d'un actif financier particulier. En effet, dans le cadre de notre travail nous avons retenus sept indicateurs différents. Il serait par conséquent intéressant d'allonger cette liste en incluant d'autres indicateurs d'analyse technique.

## Bibliographies

### Ouvrages:

- ✓ Handbook on Constructing Composite Indicators methodology and user guide
- ✓ A Composite Index of Economic Integration in the Asia-Pacific Region
- ✓ THIERRY BECHU, ERIC BERTRAND, L'analyse technique, pratiques et méthodes, 5e édition, Economica, 2002.
- ✓ Principaux indicateurs économiques, Analyse méthodologique comparative : Indicateurs de l'industrie, du commerce, de détail et de la construction, « Supplément 1 », OCDE, 2001.
- ✓ Principaux indicateurs économiques, Analyse méthodologique comparative : indices des prix à la consommation et des prix à la production, « Supplément 2 », OCDE, 2001.

### Site Web:

- ✓ <http://www.abcbourse.com/>
- ✓ <http://www.edubourse.com/>
- ✓ <http://www.boursorama.com/>
- ✓ <http://www.trading-school.eu>
- ✓ <http://www.soft-concept.com>
- ✓ <http://www.tribuforex.fr>
- ✓ <http://www.strategie-bourse.com>