

Etude Prédicative du Cours Boursier par l'Analyse Technique et Backtesting : Cas de la SONATEL SN

Predictive Study of Stock Prices through Technical Analysis and Backtesting: Case of SONATEL SN

Mamadou KANDJI

Docteur en Science de Gestion,

Groupe ISM (Membre du Réseau Galiléo)

Membre du laboratoire Finance et Financement de l'économie Université Cheikh Anta DIOP
de Dakar (EDJPEG/UCAD)
Sénégal

Date de soumission : 17/05/2024

Date d'acceptation : 05/07/2024

Pour citer cet article :

KANDJI M. (2024) «Etude Prédicative du Cours Boursier par l'Analyse Technique et Backtesting : Cas de la SONATEL SN», Revue Internationale des Sciences de Gestion « Volume 7 : Numéro 3 » pp : 246 - 271

Résumé

Cette étude vise à réaliser une analyse prédictive du cours boursier de la Sonatel SN en utilisant l'analyse technique et le backtesting. En s'appuyant sur les données historiques du cours de l'action de la Sonatel SN, l'analyse technique sera employée pour identifier les schémas et les tendances significatifs du marché. Les indicateurs techniques les plus pertinents seront sélectionnés pour développer un modèle prédictif visant à fournir des prévisions sur les mouvements futurs du cours de l'action. Ce modèle sera ensuite soumis à un processus de backtesting afin d'évaluer sa performance et sa rentabilité. Les résultats de cette analyse prédictive seront utilisés pour formuler des recommandations aux investisseurs intéressés par le trading. L'hypothèse générale de cette étude est que l'efficacité combinée de l'analyse technique et du backtesting permettra de développer un modèle prédictif fiable capable d'anticiper les mouvements futurs du cours de l'action de la Sonatel SN. En contribuant à une meilleure compréhension des mécanismes du marché boursier, cette étude vise à aider les investisseurs à prendre des décisions d'investissement plus éclairées et à optimiser leurs rendements.

Mots clés : Etude prédictive; Cours boursiers; analyse technique; backtesting; Sonatel SN

Abstract

This dissertation aims to perform a predictive analysis of Sonatel SN share price using technical analysis and backtesting. Using historical data on Sonatel SN share price, technical analysis will be used to identify significant market patterns and trends. The most relevant technical indicators will be selected to develop a predictive model aimed at providing forecasts of future share price movements. This model will then undergo a backtesting process to assess its performance and profitability. The results of this predictive analysis will be used to make recommendations to investors interested in trading. The overall hypothesis of this study is that the combined effectiveness of technical analysis and backtesting will enable the development of a reliable predictive model capable of anticipating future movements in Sonatel SN share price. By contributing to a better understanding of stock market mechanisms, this study aims to help investors make more informed investment decisions and optimise their returns.

Keywords : Predictive study; Shares prices; technical analysis; backtesting; Sonatel SN

Introduction

L'industrie des télécommunications joue un rôle essentiel dans l'économie mondiale et offre des opportunités d'investissement intéressantes. La Sonatel SN, en tant qu'entreprise de télécommunications sénégalaise cotée en bourse, est un acteur clé de ce secteur. Son cours boursier est influencé par de nombreux facteurs, notamment les performances financières de l'entreprise, les tendances du marché des télécommunications, les avancées technologiques, les politiques réglementaires et les événements économiques.

Dans un environnement financier en constante évolution, les investisseurs sont constamment à la recherche de moyens pour prédire les mouvements futurs du marché et prendre des décisions d'investissement éclairées. L'analyse technique et le backtesting sont des approches couramment utilisées pour évaluer la performance des actions et anticiper les tendances des cours boursiers.

L'analyse technique repose sur l'idée que les prix des actions reflètent toutes les informations disponibles sur le marché. Les analystes techniques étudient les graphiques et les indicateurs historiques pour identifier des schémas récurrents, des niveaux de support et de résistance, ainsi que des signaux d'achat ou de vente potentiels. Ces informations peuvent aider les investisseurs à prendre des décisions de trading basées sur des données passées.

Le backtesting, quant à lui, permet aux investisseurs de tester leurs stratégies d'investissement sur des données historiques. Cela leur permet de mesurer la performance potentielle de leur stratégie et de prendre des décisions plus éclairées. En utilisant le backtesting, les investisseurs peuvent évaluer la rentabilité de leurs stratégies dans des conditions de marché variées et ajuster leurs approches en conséquence.

Dans le contexte spécifique de la Sonatel SN, une étude prédictive du cours boursier basée sur l'analyse technique et le backtesting peut fournir des informations précieuses aux investisseurs intéressés par cette entreprise. Comprendre les schémas et les tendances historiques du cours de l'action Sonatel SN peut les aider à prendre des décisions d'investissement plus éclairées et à minimiser les risques potentiels.

Cette étude porte sur **la capacité de l'analyse technique et du backtesting à prédire de manière précise le cours boursier de la Sonatel SN**. Malgré l'utilisation répandue de ces approches dans le domaine de l'investissement, il existe des incertitudes quant à leur efficacité et à leur fiabilité en tant qu'outils de prédiction des tendances des cours boursiers.

Plus précisément, les questions de recherche abordées par cette étude pourraient inclure :

- Dans quelle mesure l'analyse technique permet-elle d'identifier des schémas et des tendances significatifs dans les données historiques du cours boursier de la Sonatel Sn ?
- Les indicateurs techniques utilisés dans l'analyse technique peuvent-ils fournir des signaux fiables pour prendre des décisions d'achat ou de vente d'actions de la Sonatel Sn ?
- Le modèle prédictif basé sur l'analyse technique de la Sonatel SN peut-il fournir des prévisions sur les mouvements futurs du cours boursier de l'entreprise ?
- L'utilisation du backtesting permet-elle de mesurer la performance et la rentabilité des stratégies d'investissement basées sur l'analyse technique de la Sonatel SN ?

En répondant à ces questions, cette étude vise à évaluer l'efficacité et la fiabilité de l'analyse technique et du backtesting dans la prédiction du cours boursier de la Sonatel SN. Les résultats obtenus contribueront à la compréhension de la pertinence de ces approches et fourniront des indications précieuses aux investisseurs intéressés par cette entreprise.

L'objectif de cette étude est de réaliser une analyse prédictive du cours boursier de la Sonatel SN en utilisant l'analyse technique et le backtesting. L'étude vise à développer un modèle prédictif fiable et à évaluer son efficacité pour anticiper les mouvements futurs du cours de l'action de la Sonatel SN.

A cet effet, nous adoptons la méthode du backtesting qui consiste à utiliser des données historiques réelles pour mesurer la performance d'une stratégie financière.

La réponse à la problématique posée, dans le cadre de cette étude nous conduit à adopter le plan ci-après portant sur :

- la capacité prévisionnelle de l'analyse technique;
- la méthodologie suivie;
- l'Analyse et la discussion des résultats.

1. La capacité prévisionnelle de l'analyse technique

Nous allons explorer diverses théories qui justifient la capacité de l'analyse technique à anticiper les futurs cours boursiers et à engendrer des bénéfices. Nous nous concentrerons d'abord sur le lien entre la rentabilité de l'analyse technique et l'hypothèse d'efficacité des marchés.

1.1. Perception de l'analyse technique par les praticiens

Sur le marché financier, il est essentiel de savoir comment les acteurs et les négociateurs anticipent l'avenir du marché. Dans cette partie, nous exposons les résultats de diverses études sur la perception de l'importance des analyses technique et fondamentale.

Selon (Frankel&Froot,1990), il existe deux types principaux de participants sur le marché des financiers : les fundamentalistes et les chartistes. Les fundamentalistes prévoient les fluctuations des cours en se basant sur l'analyse des conditions économiques, tandis que les chartistes se concentrent uniquement sur l'évolution passée des taux de change pour prédire leur futur. Cette classification met en évidence l'existence d'attentes diverses sur le marché des changes.

Selon ces deux chercheurs, l'analyse macroéconomique standard ne peut pas prédire la plupart des variations du taux de change à court terme. (MacDonald&Taylor, 1992) démontrent aussi que les modèles basés uniquement sur une théorie des fondamentaux économiques n'offrent pas d'explications suffisantes sur les mouvements des taux de change à court terme. De plus, (Harvey, 1996) stipule que les efforts visant à déterminer les taux de change futurs sur la base des « fondamentaux » économiques ont eu peu de succès, en particulier à court terme.

Malgré la prise de considération croissante des facteurs non fondamentaux dans les attentes et les décisions des différents intervenants sur le marché des changes, les données empiriques sur l'utilisation de l'analyse technique sur les marchés financiers sont insuffisantes. Les études de Goodman (1979) et de Goodhart (1988) sont les premières à apporter à l'attention des chercheurs universitaires sur la large utilisation de l'analyse technique par les professionnels de Forex.

Ces chercheurs ont été suivis par plusieurs d'autres indiquant que les praticiens attribuent un rôle important à l'analyse technique. Taylor et Allen (1992) ont interrogé plus de 200 traders sur le marché des changes de Londres et ont constaté que presque tous les principaux courtiers en devises de Londres utilisent l'analyse technique dans une certaine mesure et ont tendance à l'associer à une analyse fondamentale. En particulier, le chartisme est le principal outil de prévision des traders intra-quotidiens. Menkhoff (1997) trouve aussi que dans le marché allemand des changes, le chartisme est largement utilisé.

Toutefois, dans un sondage, Cheung et al. (1999) constatent que les négociants en devises au Royaume-Uni indiquent que l'usage de l'analyse technique s'est amplifié en tant que méthode de négociation privilégiée entre 1993 et 1998, alors que l'utilisation de la négociation basée sur les fondamentaux est restée pratiquement inchangée.

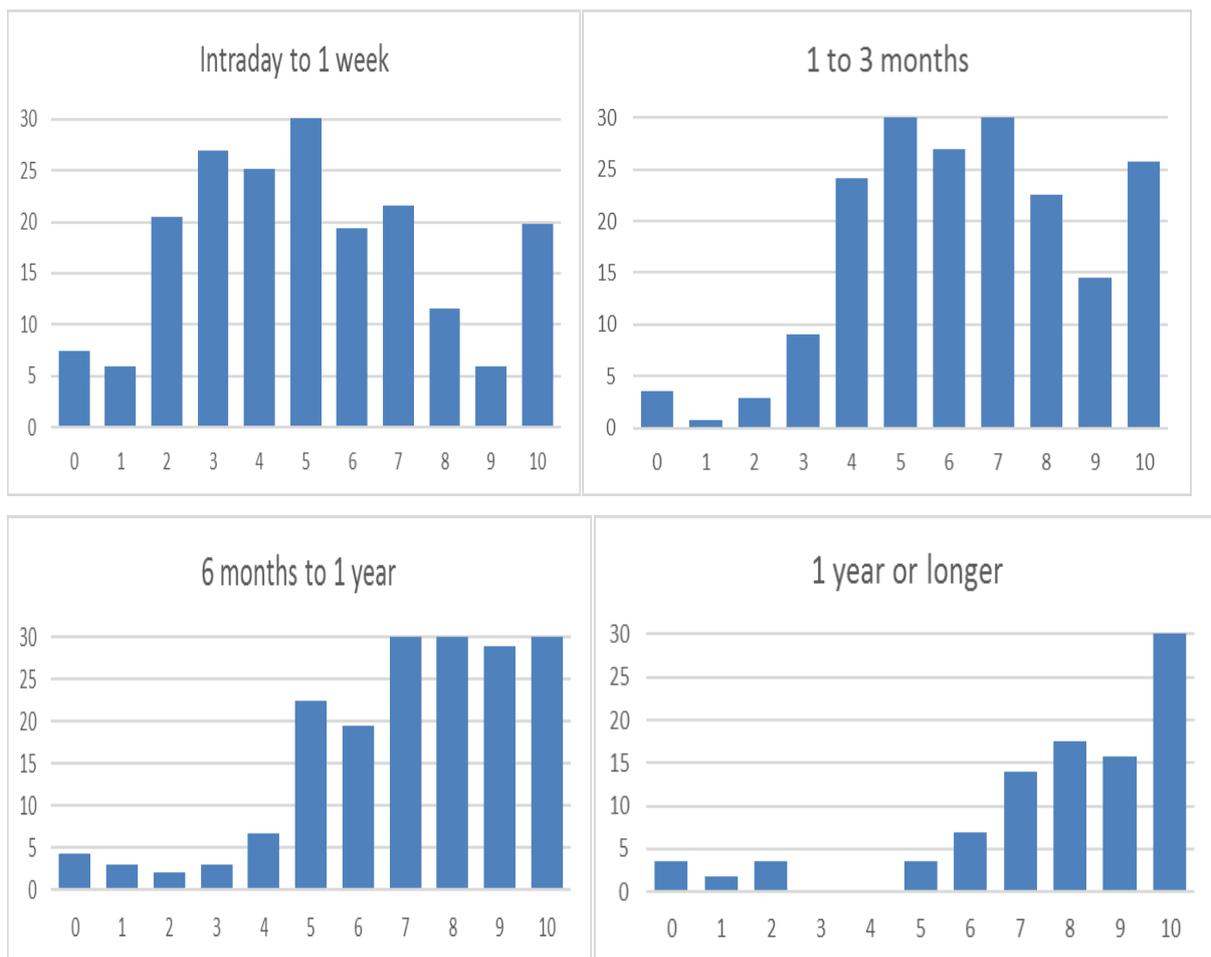
Dans un sondage plus récent auprès des négociateurs américains sur le Forex, Cheung et Chinn (2001) constatent que 30 % des participants pourraient être considérés comme des analystes techniques en raison de l'utilisation croissante de l'analyse technique.

1.2. Utilisation de l'analyse technique par horizon de temps

Certaines études empiriques portant sur l'utilisation de l'analyse technique dans la pratique trouvent que l'importance relative des méthodes de prévisions fondamentales et techniques sur le marché des changes dépend de l'horizon de temps de négociation utilisée.

Selon les travaux de Allen et Taylor (1990) sur le marché des changes de Londres, l'analyse technique est utilisée principalement pour les prévisions à court terme. Ce résultat est confirmé pour Hong Kong par Lui et Mole (1998).

Figure 1 : Utilisation des analyses technique et fondamentale par horizon de temps



Source : Auteur

Cette figure récapitule les travaux de Allen et Taylor (1990) en montrant l'importance accordée par les négociateurs sur le marché de Londres à chaque méthode de prévision (chartiste et fondamentale) pour des horizons de temps allant de l'intra journalier (intraday) jusqu'à plus d'un an.

Dans ce graphique, l'axe des ordonnées représente le pourcentage des traders. Alors que sur l'axe des abscisses, 0 indique une utilisation pure de l'analyse technique et 10 signifie une utilisation pure de l'analyse fondamentale.

L'article de T. Oberlechner (2001) tente d'étendre les résultats des enquêtes précédentes sur l'importance de l'analyse technique auprès des traders à Londres (Taylor et Allen, 1992) et à Hong Kong (Lui et Mole, 1998) dans une nouvelle zone géographique (Francfort, Londres, Vienne et Zurich).

Le questionnaire de T. Oberlechner (2001) porte sur des informations de base sur le statut professionnel et personnel des traders y compris le type et l'emplacement de l'établissement, le rang professionnel, le lieu de travail, l'âge, les années d'expérience professionnelle et le sexe. Dans une partie ultérieure, les participants dans ce questionnaire (traders et journalistes financiers) ont été invités à évaluer l'importance qu'ils attachent à l'analyse technique par rapport à l'analyse fondamentale sur une série d'horizons de prévision allant de l'intraday à plus d'un an. L'enquête comprenait également des questions sur la vision des traders sur l'importance des sentiments et de la rationalité sur le marché des changes et dans leurs propres décisions sur ce dernier.

L'article montre que plus l'horizon de prévision est court, plus l'utilisation de l'analyse technique est importante à la fois pour les cambistes que pour les journalistes financiers. Sur des horizons de prévision de plus en plus longs, les deux groupes attribuent progressivement plus d'importance à l'analyse fondamentale. Les questionnaires démontrent que les négociateurs et les journalistes financiers évaluent à la fois le sentiment d'être légèrement plus influents que la rationalité sur le marché des changes. Les résultats montrent également que, parmi les négociants en devises, le rôle du chartisme a augmenté ces dernières années.

La comparaison entre les résultats trouvés par T. Oberlechner (2001) et l'enquête menée par Taylor et Allen (1992) auprès des principaux courtiers en devises de Londres indique que l'analyse technique est devenue plus importante pour le marché des changes au cours de la dernière décennie sur tous les horizons de temps étudiés.

L'étude des liens entre l'approche de prévision adoptée par les traders et leurs variables personnelles et professionnelles révèle qu'il n'existe pas des relations significatives dans

l'approche de prévision utilisée en ce qui concerne l'âge des traders, le genre, type de trader (spot, forward...), poste (stagiaire, trader junior et trader senior), interbancaire versus les négociateurs clients et la limite de négociation (jusqu'à 10 millions \$, 11-20 millions \$, 21-50 millions \$ et 50 millions \$ ou plus). Toutefois, une préférence statistiquement significative est trouvée pour les opérateurs ayant des limites de négociations allant jusqu'à 50 millions de dollars US. Cette préférence réside dans le fait d'utiliser une approche de prévision plus chartiste que les opérateurs ayant des limites de négociation de plus de 51 millions de dollars américains.

Cette étude soutient les résultats précédents, celle de Taylor et Allen (1992) et Lui et Mole (1998), que les participants au marché des changes ne considèrent pas que l'utilisation de l'analyse fondamentale et l'analyse technique est mutuellement exclusif. En fait, cette enquête révèle que parmi les négociateurs sur les marchés des changes européens de Francfort, de Londres, de Vienne et de Zurich, les fundamentalistes et les chartistes n'émergent pas comme des groupes distincts. Au contraire, la majorité des traders utilise une combinaison équilibrée des deux méthodes de prévision. Seule une minorité de négociateurs emploie une approche de prévision globale exclusivement fondamentale ou exclusivement chartiste.

Par conséquent, plutôt que d'être un outil de prévision de second ordre employé par un sous-groupe de participants au marché qui ne possède pas des informations fondamentales pertinentes ou ne savent pas comment interpréter ces informations, le chartisme semble être un outil de prévision important employé par une majorité des participants au marché des changes en plus de l'analyse des fondamentaux économiques. Généralement, le chartisme est considéré comme plus important sur les horizons de prévisions plus courts alors que sur les horizons de prévisions plus longs, la plupart des acteurs du marché accordent plus d'importance aux fondamentaux. Cette constatation est conforme aux études antérieures menées par Taylor et Allen (1992) à Londres, par Menkhoff (1997) en Allemagne et par Lui et Mole (1998) à Hong Kong.

1.3. Finance comportementale

Malgré son adoption généralisée par les professionnels, l'analyse technique a souvent été ignorée par les universitaires, principalement en raison de son désaccord avec l'hypothèse centrale de l'efficience des marchés en finance. Selon cette hypothèse, un marché est considéré comme efficace au sens de la forme faible si les prix intègrent pleinement toutes les informations disponibles dans l'historique des prix. Étant donné que l'analyse technique

repose essentiellement sur l'examen de cet historique des prix, la question de la rentabilité des divers indicateurs de l'analyse technique contredit cette hypothèse d'efficacité des marchés. Cette perspective est corroborée par Narasimhan (2000), qui souligne que les lacunes théoriques de l'analyse technique suscitent le scepticisme des universitaires.

Dans ce contexte, Jensen (1978) indique que dans la mesure où les prix passés sont connus, ils ne peuvent avoir aucun pouvoir prédictif et ils ne peuvent pas permettre de produire un profit économique. Le profit économique est le profit qu'on a ajusté pour les coûts de transaction et le risque.

1.4. Auto-réalisation de l'analyse technique

Certains chercheurs avancent que le fonctionnement de l'analyse technique repose sur la croyance généralisée des participants du marché en ses principes, ce qui pourrait contribuer à créer les tendances qu'ils anticipent, illustrant ainsi le phénomène d'auto-réalisation. Les indicateurs variés de l'analyse technique sont largement connus des traders, qui, en se basant sur ces mêmes signaux aux mêmes instants, prennent des décisions similaires d'achat ou de vente, influençant ainsi la direction du marché selon cette méthode de prévision.

Dans son étude portant sur la rentabilité des indicateurs techniques et la modélisation de la dynamique des prix du marché, Shimidt (2002) a démontré que l'augmentation significative du nombre de traders utilisant l'analyse technique peut impacter la liquidité du marché. Les analystes techniques, disposant d'un volume de transactions conséquent, peuvent alors orienter les prix du marché dans le sens favorable à leur stratégie, engendrant ainsi des opportunités de profit.

Certains critiques académiques reprochent à l'analyse technique d'être une discipline auto-réalisatrice, arguant que l'intervention des analystes techniques sur les marchés financiers provoque les mouvements de prix qu'ils prétendent avoir anticipés.

Toutefois, dans la pratique, pour que l'analyse technique fonctionne par auto-réalisation, il est nécessaire que les outils utilisés soient largement répandus parmi les traders et qu'il y ait une vigilance vis-à-vis des derniers indicateurs à la mode. Il est donc crucial de connaître les configurations techniques les plus importantes et les plus répandues telles que l'Epaule-Tête-Epaule (ETE), les triangles, les doubles sommets ou les doubles creux. De nombreux indicateurs techniques basés sur les prix permettent également d'intervenir sur les marchés, tels que les moyennes mobiles, le MACD, les bandes de Bollinger ou le RSI.

Il convient de noter que l'analyse technique ne joue pas un rôle prédominant sur les marchés financiers, étant donné que les analystes fondamentaux sont en plus grand nombre, ce qui limite l'impact de cette critique.

Cependant, pour que cette critique soit justifiée, il faudrait que tous les analystes agissent de la même manière sur le marché, ce qui est peu probable. Pour être valide, cette affirmation exigerait que la majorité des investisseurs croient en l'analyse technique et que tous les analystes techniques prévoient exactement la même chose au même moment, ce qui n'est pas le cas. Un certain nombre d'intervenants contestent la validité de l'analyse technique et les analystes techniques ont des points de vue différents sur le marché en fonction de divers facteurs tels que leurs horizons de placement et leurs stratégies d'investissement.

2. Méthodologie

Le but de cette étude est d'élaborer une stratégie de trading efficace sur le marché des actions, en se concentrant spécifiquement sur l'action de la Sonatel SN. Nous décrirons la méthodologie employée dans la partie empirique.

2.1. Stratégie de trading

Notre travail consiste à identifier les indicateurs techniques les plus efficaces. Pour ce faire, nous effectuons des tests rétroactifs (backtests) sur 9 indicateurs techniques sur une période d'un an, du 01/07/2022 au 30/06/2023, en utilisant des données quotidiennes et en établissant des règles de décision. Le backtest est une méthode spécifique de test qui utilise des données historiques réelles pour évaluer la performance d'une stratégie financière comme si elle avait été mise en œuvre pendant des périodes antérieures et dans les mêmes conditions de marché.

La deuxième étape consiste à choisir les indicateurs techniques les plus efficaces. Par la suite, nous testerons la robustesse des rendements générés par ces indicateurs techniques en évaluant leur performance sur la période allant du 01/07/2023 au 30/09/2023, afin de minimiser l'effet du data snooping.

De manière intuitive, les investisseurs financiers sont attirés par les rendements que les systèmes de trading peuvent produire. Dans ce contexte, nous allons définir le concept de performance tel qu'il sera utilisé dans notre méthode de création de stratégie.

Cependant, ces mesures de performance ne tiennent pas compte du risque associé à cette stratégie de trading. Pour équilibrer la performance de notre stratégie de trading avec le risque pris, nous allons considérer les mesures suivantes :

Commençons par une approche simple qui vise à mesurer la probabilité de prendre la bonne décision d'investissement. Une stratégie de trading étant un ensemble de transactions réussies et de transactions échouées, nous pouvons donc calculer :

$$\text{Le Pourcentage de transactions profitables (\% gain)} = \frac{\text{Nombre de transactions gagnants}}{\text{Nombre de transactions}}$$

$$\text{Le Pourcentage de transactions perdantes (\% perte)} = 1 - \% \text{ gain}$$

Nous pouvons donc calculer l'espérance de nos gains :

$$E = \% \text{ gain} \times \text{gain} + \% \text{ perte} \times \text{perte}$$

$$E = (\% \text{ gain} \times \frac{\text{gain}}{\text{perte}} + \% \text{ perte}) \times \text{perte}$$

Cette écriture nous permet de mettre en évidence une notion intimement liée au % gain : le profit factor

$$E = (\% \text{ gain} \times \text{profit factor} + \% \text{ perte}) \times \text{perte}$$

Le "Profit Factor" est un indicateur qui mesure le ratio entre les gains générés par les transactions réussies et les pertes des transactions échouées. C'est un outil de mesure du risque qui permet d'évaluer la rentabilité par rapport aux pertes. Malgré sa simplicité, il est essentiel car il est facile à interpréter et aucune stratégie de trading valable ne peut avoir un "Profit Factor" inférieur à 1.

Nous avons un autre indicateur utile le "Ratio de Sharpe", inventé par l'Américain William Sharpe. Ce ratio permet de mesurer la rentabilité excédentaire par rapport au rendement d'un investissement sans risque, divisé par l'écart type de cette rentabilité. Il combine donc la rentabilité et le risque dans une seule mesure.

$$\text{Ratio de Sharpe} = \frac{\text{Rendement du portefeuille} - \text{Rendement sans risque}}{\sigma(\text{rendement})}$$

2.2. Etude de la performance des indicateurs techniques

Étant donné la variété des outils d'analyse technique et le grand nombre d'indicateurs techniques disponibles, il est essentiel d'identifier les plus efficaces et performants parmi eux. Autrement dit, ceux qui nous offriront les meilleures opportunités de trading.

A cet effet, nous allons effectuer des tests rétroactifs (backtests) sur certains indicateurs d'analyse technique pour déterminer les plus performants. Cette première étape nous permettra de développer une stratégie de trading basée sur les indicateurs les plus efficaces.

2.2.1 Les tests rétroactifs

Nous allons mettre en place des tests rétroactifs pour 9 indicateurs techniques sur une période d'un an, du 1/07/2022 au 30/06/2023, afin d'évaluer leur capacité à prédire et à générer des profits sur le cours de l'action Sonatel SN.

Le backtesting, ou test rétroactif, est une méthode qui permet de tester la validité d'un modèle ou d'une stratégie en utilisant un grand volume de données historiques réelles. Dans le contexte des marchés financiers, le backtesting est considéré comme une forme spécifique de test historique qui évalue la performance d'une stratégie financière comme si elle avait été appliquée dans le passé, dans les mêmes conditions de marché.

L'utilisation de données réelles lors du backtesting rend cette méthode plus efficace que les tests réalisés sur des séries de données simulées artificiellement. Bien que le backtesting ne puisse pas prédire comment une stratégie se comportera dans des conditions futures, son principal avantage est qu'il permet de comprendre la vulnérabilité d'une stratégie en l'appliquant à des conditions réelles qui se sont produites dans le passé. Cela permet au concepteur de la stratégie d'apprendre de ses erreurs sans risquer de l'argent réel.

Nous avons effectué ces tests pour la période allant du 01/07/2022 jusqu'au 30/06/2023 pour une time frame quotidienne. Les données exportées de Investing.com sont : la date, le cours d'ouverture, le cours plus bas, le cours le plus haut et le cours de clôture et ces données s'élèvent à plus 248 périodes.

Les indicateurs testés sont au nombre de neuf, à savoir : Moyenne Mobile Arithmétique (MMA), Moyenne Mobile Exponentielle (MME), les Bandes de Bollinger (BB), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Relative Strength Index (RSI), Williams % R (% R), Stochastique, Commodity Channel Index (CCI), Momentum. Étant donné que ces indicateurs ne fournissent pas les mêmes informations, nous avons classé ces indicateurs en deux groupes : le premier comportant les indicateurs de tendance et le second englobe les oscillateurs.

2.2.2 Les indicateurs de tendance

Les indicateurs de suivi de tendance sont utilisés pour détecter les tendances sur les marchés financiers. Dans notre étude, ce groupe d'indicateurs contient la MMA, MME, BB, MACD. La moyenne mobile est un indicateur reflétant la valorisation moyenne du cours sur une période donnée, permettant ainsi d'identifier la tendance et de donner des signaux de trading. Le premier indicateur testé est le croisement de 2 moyennes mobiles arithmétiques : l'une à

court terme (20 périodes) et l'autre à moyen terme (50 périodes). Cet indicateur est calculé comme suit :

$$MMA (20 \text{ périodes}) = \frac{\sum \text{Cours(Sonatel)}}{20}$$

$$MMA (50 \text{ périodes}) = \frac{\sum \text{Cours(Sonatel)}}{50}$$

La stratégie mise en place consiste à vendre lorsque la MMA (50) croise à la hausse la MMA (20) et à acheter si la MMA (50) dépasse à la baisse la MMA (20).

De manière similaire à ce premier indicateur, nous allons également tester le croisement de deux Moyennes Mobiles Exponentielles (MME), l'une à court terme (20 périodes) et l'autre à long terme (50 périodes). La MME donne une pondération plus importante aux cours les plus récents et est calculée de la manière suivante :

$$MME = MME [n - 1] + \left(\frac{2}{\text{Periode}+1}\right) \times (\text{Cours}(n) - MME [n - 1])$$

Où :

- MME [n-1] : est la valeur de la moyenne mobile de la période précédente.
- Cours[n] : est le cours de clôture de la période
- $\left(\frac{2}{\text{Nombre de Periode}+1}\right)$: est le pourcentage exponentiel qui dépend de la période de calcul de la moyenne mobile (20 périodes ou 50 périodes).

La stratégie adoptée est basée sur le croisement des 2 MME, c'est-à-dire acheter quand la MME (50) croise à la baisse la MME (20) et à vendre si la MME (50) dépasse à la hausse la MME (20).

Un troisième indicateur de tendance testé, c'est le MACD qui est calculé comme suit :

$$\text{Ligne MACD} = MME (12) - MME (26)$$

$$\text{MACD histogramme} = \text{ligne MACD} - MME \text{ ligne MACD (9)}$$

La stratégie testée consiste à trader le croisement de l'histogramme MACD avec la ligne 0. Un signal d'achat est déclenché quand il y a un dépassement à la hausse de la ligne 0 et un signal de vente lors du croisement à la baisse de cette dernière.

Le dernier indicateur de tendance testé est les bandes de Bollinger de 20 périodes. Cet indicateur constitué de 3 bandes calculées comme suit :

$$MMA (20 \text{ périodes}) = \frac{\sum \text{Cours(Sonatel)}}{20}$$

$$\text{Bande de Bollinger supérieure} = MMA + 2 \times \text{écarts-types}$$

Bande de Bollinger inférieure = MMA - 2 × écarts-types

Étant donné que les bandes de Bollinger reposent sur l'hypothèse de la loi normale des cours, c'est-à-dire 95% des valeurs observées se trouvent situées entre les deux bandes extrêmes, la stratégie testée consiste à acheter lorsque le cours dépasse à la baisse la bande inférieure et vendre lorsque le cours dépasse à la hausse la bande supérieure.

2.2.3 Les oscillateurs

Les oscillateurs sont des indicateurs élaborés pour identifier des situations de tension susceptibles de déboucher sur des retournements de tendance. Dans notre étude, ce groupe d'indicateurs contient le RSI, Momentum, % R, Stochastique, CCI.

Commençons par le premier indicateur qui est le Relative Strength Index (RSI). Nous avons calculé cet indicateur sur 14 périodes.

La stratégie de trading adoptée pour le test rétroactif s'énonce comme suit : un signal d'achat est déclenché quand le RSI (14 périodes) quitte la zone de sur vente (la zone inférieure à 30) et un signal de vente est déclenché quand le RSI (14 périodes) quitte la zone de sur achat (la zone supérieure à 70).

Le deuxième indicateur étudié est le Williams % R. Cet indicateur de la famille des oscillateurs est relativement similaire aux indicateurs RSI et Stochastique. Il permet de mettre en évidence les niveaux de sur achat et de sur vente. C'est un indicateur borné qui évolue entre 0 et -100 et il est calculé comme suit :

$$\%R(n) = \left[\frac{\text{Max}(n) - \text{cours du jour}}{\text{Max}(n) - \text{Min}(n)} \right] \times 100$$

Avec : • Max (n) : le cours le plus haut de la période n

• Min (n) : le cours le plus bas de la période n

La stratégie testée consiste à calculer % R sur 14 périodes et à acheter quand le % R (14) quitte la zone de survente (inférieure à -80) et à vendre quand % R (14) quitte la zone de surachat.

L'indicateur Williams % R a en réalité beaucoup de points communs avec le troisième indicateur testé qui est l'oscillateur stochastique, puisque les deux mesurent le prix de clôture par rapport à la fourchette de négociation totale pour une période donnée. Le stochastique est utilisé pour indiquer des situations d'excès d'achats et d'excès de ventes dans une échelle de 0

à 100. L'indicateur est composé de la variable « K% » et de sa moyenne mobile « D% ». Les formules de calcul sont :

$$K\% = \frac{\text{Cours de cloture actuel} - \text{plus bas de la période de référence}}{\text{le plus haut de la période de référence} - \text{plus bas de la période de référence}} \times 100$$

$$D\% = \frac{K1\% + K2\% + \dots + Kn\%}{N}$$

La stratégie mise en place pour le test rétroactif consiste à acheter lorsque la droite D % (3) croise à la baisse K % (14) dans les zones de sur achat ou de sur vente (supérieure à 80 ou inférieure à 20) et à vendre lorsque D % (3) croise à la hausse K % (14) dans les zones de surtension.

Nous avons également effectué le backtesting de l'indicateur Commodity Channel Index (CCI). Cet indicateur est calculé en utilisant la formule suivante :

$$CCI = \frac{\text{Cours typique} - MM(\text{cours typique})}{0.015 \times \text{déviation moyenne}}$$

Avec :

$$\text{cours typique} = \frac{H+B+C}{3}$$

H = plus haut de la séance, **B** = plus bas de la séance et **C** = cours de clôture

$$\text{Déviation moyenne} = \frac{1}{P} \times \sum | \text{cours typique} - MM(\text{cours typique}) |$$

La stratégie de trading CCI (14) utilisé pour le test rétroactif consiste à considérer le dépassement de cet indicateur par le niveau 100 vers le bas comme un signal de vente alors que le dépassement de niveau (-100) vers le haut est considéré comme un signal d'achat.

Le dernier indicateur testé est l'oscillateur Momentum de 14 périodes. Cet indicateur indique la direction des tendances en comparant les cours actuels et passés, il est calculé comme suit :

$$\text{Momentum (x périodes)} = C - C(x)$$

Avec :

- C : dernier cours de clôture
- C (x) : cours de clôture de la séance tenue x périodes auparavant

Cet indicateur est représenté par une ligne qui fluctue autour de 0, la stratégie testée s'annonce alors comme suit : un signal d'achat est déclenché lors du passage cette ligne au-dessus la ligne 0, et un signal de vente apparaît quand le Momentum passe au-dessous de la ligne 0.

2.2.4 Test de robustesse

Les tests de robustesse évaluent la fiabilité des résultats obtenus précédemment. Un indicateur est jugé robuste s'il assure la continuité des résultats, que ce soit sur une période prolongée ou pour un groupe élargi.

Dans cette section, nous aborderons la question du "data snooping" identifiée par de nombreux chercheurs. Ce phénomène se produit lorsqu'un indicateur technique semble profitable par coïncidence après une période suffisante d'analyse informatique, mais s'avère inefficace sur d'autres ensembles de données.

Pour remédier à ce problème, notre approche était de valider les résultats positifs en les testant sur différents ensembles de données ou sur différentes périodes temporelles, ce qui allait nous permettre d'évaluer l'effet du data snooping. Dans notre cas, vu que tous les indicateurs sélectionnés ont donné un résultat négatif, nous allons sélectionner quelques indicateurs pour effectuer ce test.

Il est important de noter que pour effectuer le backtest des stratégies mentionnées précédemment, nous avons rédigé un script Python. Ce script a plusieurs objectifs :

- Calculer les différents indicateurs techniques mentionnés précédemment.
- Créer des signaux d'achat et de vente en utilisant les stratégies associées à chaque indicateur.
- Effectuer un backtest de la stratégie en calculant sa performance et en la comparant à une stratégie d'achat et de conservation.
- Afficher un graphique des performances de la stratégie d'achat et de conservation et de la stratégie de trading.
- Calculer les statistiques de performance, telles que le nombre d'opérations, le pourcentage des transactions gagnantes, le profit net, l'espérance de profit/perte, le facteur de profit, le ratio de Sharpe et le rendement annuel. Le tout sur la base des données historiques téléchargées.
- Toutes ces informations sont ensuite affichées dans un tableau pour une analyse facile et rapide. Dans le prochain chapitre, nous présenterons et interpréterons les résultats de chaque test effectué.

3. Analyse et discussion des résultats

Nous allons analyser et interpréter les résultats obtenus lors des différents tests, les graphiques de performance générés lors des tests de robustesse qui comparent notre stratégie à celle d'une stratégie d'achat et de conservation (Buy and Hold) et dans un second temps passer aux recommandations.

3.1. Présentation et interprétations des résultats

Nous commencerons la présentation des résultats dans un premier temps par celle des indicateurs de tendances, puis dans un second temps celle des oscillateurs, suivi de celle des tests de robustesses et enfin présenter les graphiques de performance générés lors des tests de robustesse qui comparent notre stratégie à celle d'une stratégie d'achat et de conservation (Buy and Hold).

3.1.1 Présentation des résultats des indicateurs de tendances

Le backtesting des différentes stratégies de trading des indicateurs techniques de tendance a été effectué pour une période d'une année allant du 01/07/2022 au 30/06/2023 sur le cours de l'action Sonatel.

Les résultats des tests rétroactifs effectués sur les différents indicateurs de tendance énumérés ci-dessus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Résultats des backtests pour les indicateurs de tendances

Indicateur de Tendance	MMA	MME	Bandes de Bollingers	MACD
Nombre d'opérations	6	7	7	23
Pourcentage des transactions gagnantes	16,67%	14,29%	14,29%	4,35%
Profit net (FCFA)	-35768	-11544	-87474	-136094
Espérance profit/pertes	-144,810	-46,737	-354,145	-550,987
Profit Factor	0,266	0,717	0,097	0,122
Ratio de Sharpe	-0,062	-0,018	-0,107	-0,150
Taux de rendement annuel	-7,27%	-2,35%	-17,78%	-27,66%

Source : Auteur

MMA (Moyenne Mobile Arithmétique) : Cet indicateur a réalisé 6 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 16,67%. Le profit net est négatif (-35768 FCFA), indiquant une perte. Le taux de rendement annuel est également négatif (-7.27%), ce qui suggère une performance médiocre sur l'année.

MME (Moyenne Mobile Exponentielle) : Cet indicateur a réalisé 7 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 14.29%. Le profit net est également négatif (-11544 FCFA), mais moins que la MMA. Le taux de rendement annuel est le moins négatif parmi les quatre indicateurs (-2.35%).

Bandes de Bollinger : Cet indicateur a réalisé 7 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 14.29%. Le profit net est négatif (-87474 FCFA) et le rendement annuel est également négatif (-17,78%).

MACD (Moving Average Convergence Divergence) : Cet indicateur a réalisé 23 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 4,35% la moins performantes des quatre indicateurs. Le profit net est également négatif (-136094 FCFA). Le taux de rendement annuel est le plus négatif avec (-27,66%).

En résumé, tous les indicateurs montrent une performance négative avec un profit net négatif et un taux de rendement annuel négatif. Cela signifie que les stratégies utilisées pour ces indicateurs n'ont pas été rentables pendant la période considérée.

3.1.2. Présentation des résultats des oscillateurs

Des tests rétrospectifs ont été réalisés sur les oscillateurs mentionnés précédemment afin d'évaluer leur capacité à prédire les fluctuations sur le cours de l'action Sonatel. La période de backtesting s'étend du 01/07/2022 au 30/06/2023.

Les résultats de ces tests pour chaque oscillateur sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2: Résultats des backtests des indicateurs de Momentum

Indicateur de Tendance	RSI	Momentum	Williams %R	CCI	STOCHASTIQUE
Nombre d'opérations	8	28	35	29	49
Pourcentage des transactions gagnantes	0	7,14%	5,71%	6,90%	6,12%
Profit net (FCFA)	-62689	-189899	-238971	-168039	-263818
Espérance profit/pertes	-253,800	-768,822	-967,495	-680,320	-1068,088
Profit Factor	0	0,131	0,096	0,129	0,072
Ratio de Sharpe	-0,115	-0,181	-0,215	-0,166	-0,231
Taux de rendement annuel	-12,74%	-38,59%	-48,57%	-34,15%	-53,61%

Source : Auteur

Le RSI : Cet indicateur a réalisé 8 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 0%. Le profit net est négatif (-62689 FCFA), indiquant une perte. Le taux de rendement

annuel est également négatif (-12,74%), ce qui suggère une performance médiocre sur l'année.

Momentum : Cet indicateur a réalisé 28 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 7,14%. Le profit net est également négatif (-189899 FCFA). Le taux de rendement annuel est le moins négatif parmi les quatre indicateurs (-38,59%).

Williams %R : Cet indicateur a réalisé 35 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 5,71%. Le profit net est négatif (-238971 FCFA) et le rendement annuel est également négatif (-48,57%).

CCI : Cet indicateur a réalisé 29 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 6,90%. Le profit net est également négatif (-168039 FCFA). Le taux de rendement annuel est le plus négatif avec (-34,15%).

STOCHASTIQUE : Cet indicateur a réalisé 49 opérations avec un pourcentage de transactions gagnantes de 6,12%. Le profit net est également négatif (-263818 FCFA). Le taux de rendement annuel est le plus négatif avec (-53,61%)

En résumé, tous les indicateurs montrent une performance négative avec un profit net négatif et un taux de rendement annuel négatif. Cela suggère que les stratégies utilisées pour ces indicateurs n'ont pas été rentables pendant la période considérée.

3.1.3 Présentation des résultats des Tests de robustesses

Le test est effectué pour une période de 3 mois allant du 01/07/2023 au 30/09/2023 et les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3: Résultats des tests de robustesse

Indicateurs	Taux de rendement annuel
Moyenne Mobile Arithmétique	-17,60%
Moyenne Mobile Exponentielle	9,96%
Momentum	21,68%
RSI	-17,36%
Williams %R	10,30%

Source : Auteur

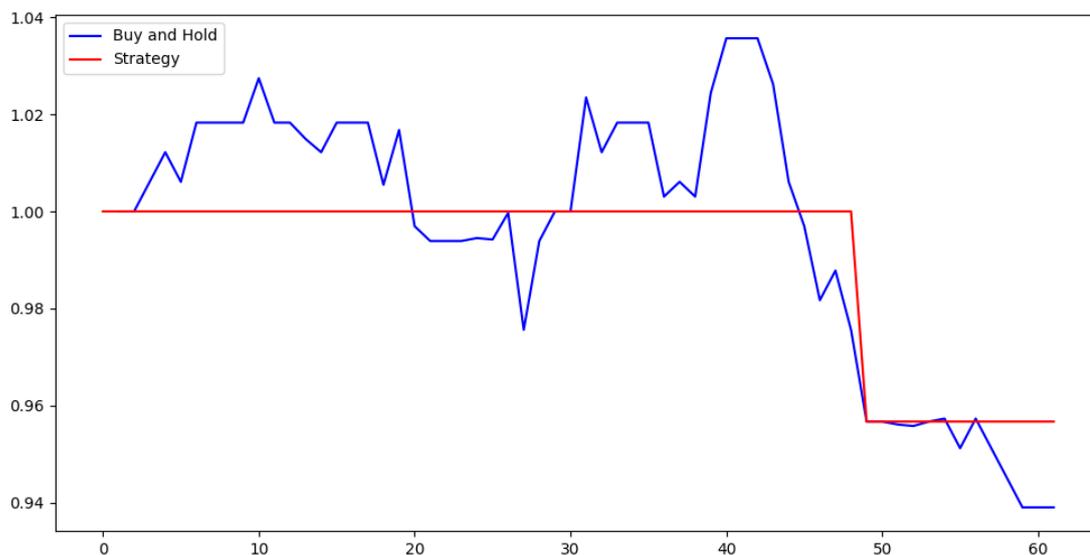
A partir de ce tableau, on peut conclure que seulement deux indicateurs parmi ceux sélectionnés n'ont pas réussi à dégager des résultats positifs dans les tests de robustesse. Ces

indicateurs sont la moyenne Mobile Arithmétique (MMA) et le RSI, alors que les autres ont fait preuve de leur capacité à prévoir l'évolution du cours de la Sonatel sur cette période.

3.2 Discussion

A l'issue de la présentation des résultats, cette approche, axée sur l'analyse graphique est privilégiée pour mener des discussions à travers cette étude.

Figure 2 : Graphique comparatif des stratégies (Buy and hold) et MMA



Source : Auteur

Il est à noter que sur ce graphique l'axe des x représente le temps, et l'axe des y représente la performance de la stratégie, généralement mesurée par la croissance du capital investi.

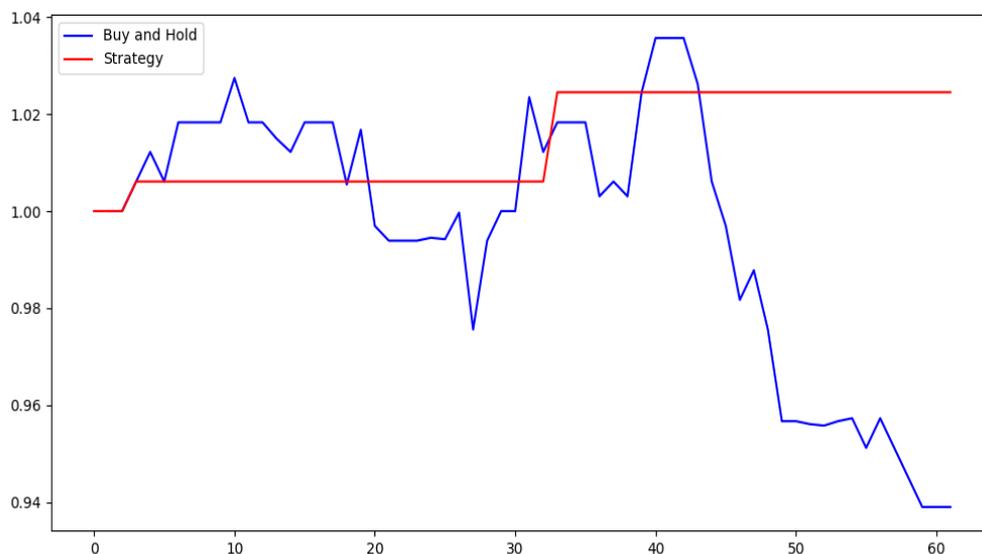
La courbe bleue, représentant la stratégie d'achat et de conservation ("Buy and Hold"), montre une performance stable au fil du temps. Cela suggère que cette stratégie pourrait être moins risquée et offrir une croissance régulière du capital investi.

La courbe rouge, représentant la stratégie de trading basée sur les moyennes mobiles arithmétiques, commence de manière similaire à la stratégie "Buy and Hold" mais connaît une chute significative après environ 40 unités de temps. Cela peut indiquer que cette stratégie est plus sensible aux fluctuations du marché et peut entraîner une perte de capital plus importante.

Les investisseurs pourraient interpréter que la stratégie "Buy and Hold" est plus appropriée pour ceux qui cherchent une approche d'investissement à long terme avec moins de gestion

active, tandis que la stratégie basée sur les moyennes mobiles pourrait nécessiter une surveillance plus constante et être sujette à des risques plus élevés.

Figure 3 : Graphique comparatif des stratégies (Buy and Hold) et MME



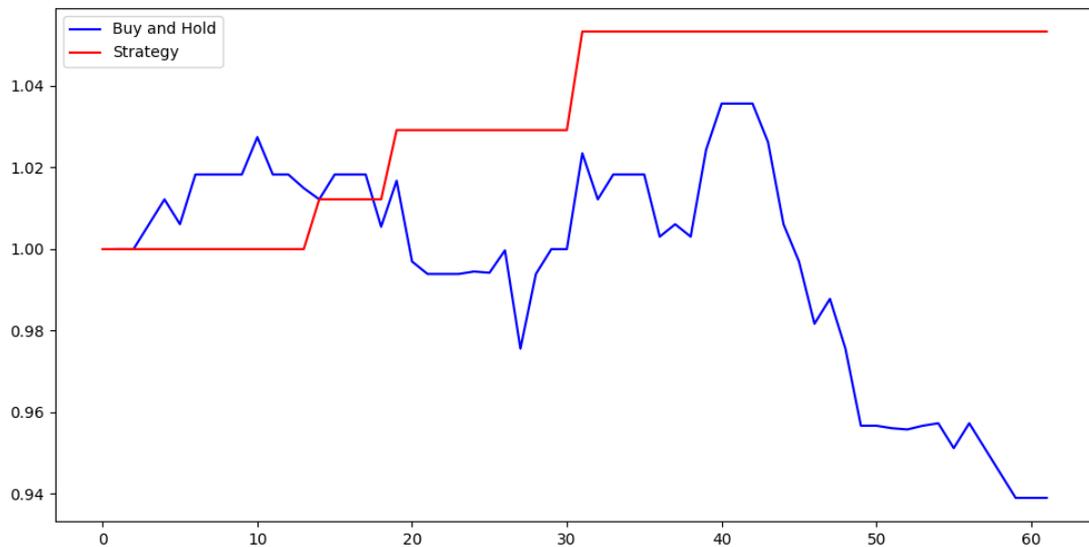
Source : Auteur

Ce graphique nous montre la stratégie d’achat et de conservation (“Buy and Hold”) qui présente une performance stable sur le long terme, ce qui peut être interprété comme une croissance régulière du capital investi.

Notre stratégie de trading basée sur les moyennes mobiles exponentielles, semble offrir une performance moins volatile que celle basée sur les moyennes mobiles arithmétiques. Cela signifie que cette stratégie est plus efficace pour lisser les fluctuations du marché et pourrait potentiellement offrir une meilleure protection contre les pertes soudaines.

En comparant les deux courbes, on peut déduire que la stratégie d’achat et de conservation est moins complexe et peut être préférable pour les investisseurs qui recherchent une approche à long terme avec moins de gestion active. En revanche, la stratégie de trading nécessite une analyse plus approfondie et une réactivité aux tendances du marché, mais peut offrir des avantages en termes de réduction des risques et d’optimisation des retours sur investissement.

Figure 4 : Graphique comparatif des stratégies (Buy and Hold) et Momentum

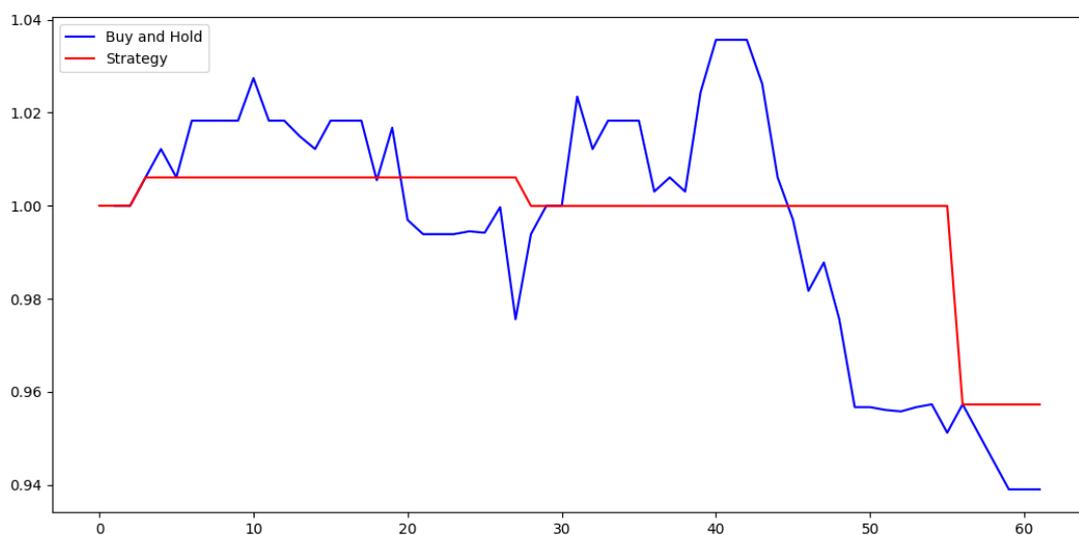


Source : Auteur

La stratégie de trading basée sur l'oscillateur Momentum, montre une croissance constante du capital investi, suggérant que cette stratégie pourrait être plus performante sur la même période.

En comparant les deux stratégies, la stratégie basée sur l'oscillateur Momentum a mieux réussi à accroître le capital investi par rapport à la stratégie d'achat et de conservation dans le contexte de ce graphique.

Figure 5 : Graphique comparatif des stratégies (Buy and Hold) et RSI



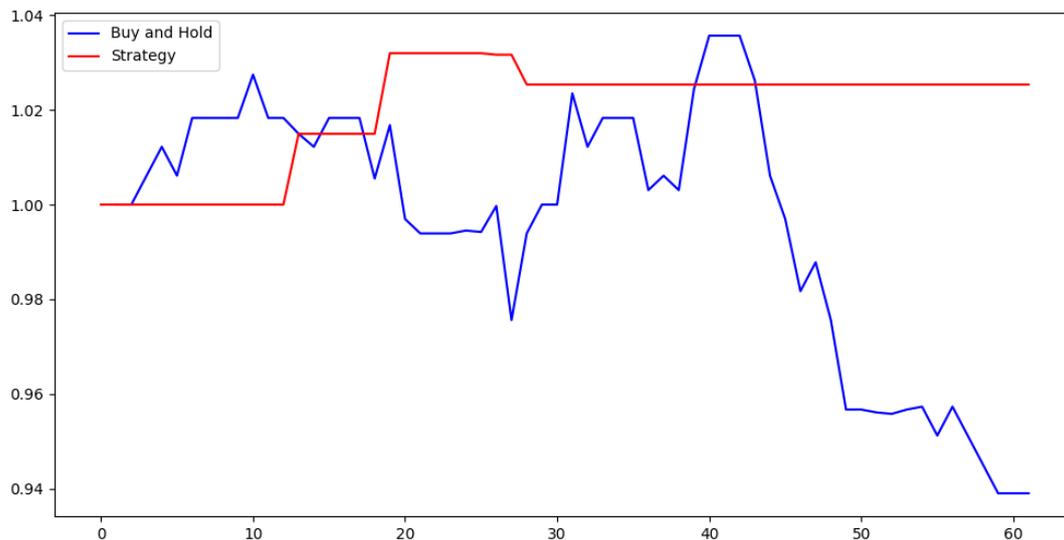
Source : Auteur

La courbe bleue indique que la stratégie d’achat et de conservation (“Buy and Hold”) maintient une performance stable autour de la valeur 1.00 sur l’axe des y, ce qui reflète une croissance constante du capital investi sur la période représentée.

La courbe rouge, associée à une stratégie de trading basée sur l’indice de force relative (RSI), commence par fluctuer de manière similaire à la stratégie “Buy and Hold” mais connaît ensuite une baisse significative de performance après le point 30 sur l’axe des x.

En comparant les deux stratégies, la stratégie “Buy and Hold” offre une meilleure stabilité et pourrait être plus avantageuse sur le long terme, tandis que la stratégie basée sur le RSI pourrait être plus risquée ou moins performante dans cet exemple.

Figure 6 : Graphique comparatif des stratégies (Buy and Hold) et Williams %R



Source : Auteur

La courbe rouge, qui représente la stratégie de trading basée sur le Williams %R, fluctue légèrement mais maintient globalement sa valeur au fil du temps. Cela suggère une croissance stable du capital investi.

La courbe bleue, qui représente la stratégie d’achat et de conservation (“Buy and Hold”), commence par une performance similaire à celle de la stratégie de trading basée sur le Williams %R mais connaît une baisse significative après environ 40 unités de temps sur l’axe des x. Cela indique une performance moins favorable de cette stratégie sur la période observée.

Conclusion

Notre recherche consistait à faire une étude prédictive du cours boursier par l'analyse technique et backtesting sur le cours de la Sonatel. En effet, cette étude sur l'analyse technique met en évidence l'importance cruciale de la compréhension approfondie des outils d'analyse technique pour les investisseurs actifs sur les marchés financiers. L'analyse graphique et l'analyse mathématique offrent des perspectives complémentaires pour interpréter les mouvements des prix, anticiper les tendances et prendre des décisions éclairées en matière de trading.

De nos jours, le recours à l'analyse technique est largement répandu pour la prévision de l'évolution des cours. Cette méthode se repose sur l'hypothèse que le marché intègre automatiquement toutes les informations concernant le cours, ce qui nous amène à considérer qu'il est inutile de chercher à comprendre les raisons qui sont derrière les mouvements des cours. C'est à partir de cette idée que l'analyse technique s'est imposée dans la prévision à court terme, face à l'analyse fondamentale et aux principes de la théorie du portefeuille. Ce travail nous a permis d'appréhender les différents aspects de l'analyse technique et de nous familiariser avec ses principaux outils. Cependant, ce que nous avons cité comme figures et indicateurs ne constitue qu'une partie de la très large panoplie offerte aux traders, libres à eux-mêmes de choisir l'outil ou l'indicateur qui convient le plus à leurs politiques d'investissements.

D'un point de vue implication managériale et scientifiques, cette étude met en évidence l'importance cruciale de la compréhension approfondie des outils d'analyse technique pour les investisseurs actifs sur les marchés financiers de l'UEMOA. L'analyse graphique et l'analyse mathématique offrent des perspectives complémentaires pour interpréter les mouvements des prix, anticiper les tendances et prendre des décisions éclairées en matière de trading.

L'analyse technique, en se basant sur la psychologie des investisseurs et l'évolution des prix, permet aux traders de mieux appréhender les opportunités de marché et de gérer les risques associés à leurs transactions. L'utilisation d'indicateurs techniques tels que le Williams %R, le RSI et les moyennes mobiles offre des outils précieux pour évaluer la force des tendances, la volatilité du marché et les points d'entrée et de sortie potentiels.

Il est essentiel pour les investisseurs de rester informés, de se former continuellement et de suivre de près les évolutions du marché pour ajuster leurs stratégies de trading en conséquence.

En revanche, certaines limites sont notées et peuvent être assimilées comme étant des axes de recherche en terme de perspectives :

- la stratégie de diversification couplée aux d'analyse technique du portefeuille pour mesurer l'impact des options sur le cours des actions;
- la prise en compte des aspects émotionnel, traduits par la gestion prudente des risques et la discipline dans l'exécution des transactions.
- le principes relatifs au caractère efficient des marchés financiers, développés par (Salima&oumar, 2017), pose la question de la construction des cours d'action. Ce qui nécessite plusieurs modalités fondamentales à savoir la rationalité des investisseurs, la libre circulation et la gratuité de l'information, l'absence des coûts des transactions et d'impôts, ainsi que l'atomicité des investisseurs.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Allen, Helen L. and Mark P. Taylor (1990). « Charts, noise and fundamentals in the London foreign exchange market ». *Economic Journal*, p. 49-59.
- ❖ Cheung, Yin-Wong and Menzie D. Chinn (2001). « Currency traders and exchange rate dynamics : a survey of the US market ». *Journal of International Money and Finance*, vol 20, p. 439-471.
- ❖ Edwards, R., Magee, J., (1967). « Technical Analysis of Stock Trends ». New York Institute of Finance, Business Information and Publishing, p.23-29.
- ❖ Goodhart, C., (1988). « The foreign exchange market : a random walk with a dragging anchor », *Economica*, vol 55, p. 437-460.
- ❖ Harvey, C., (1995). « Predictable risk and returns in emerging markets ». *Review of Financial Studies*, p. 773-816
- ❖ Goodman, S. H., (1979). « Foreign exchange rate forecasting techniques : Implications for business and policy ». *The Journal of Finance*, vol 34, p. 415-427.
- ❖ Jensen, M.C., (1978). « Some anomalous evidence regarding market efficiency ». *Journal of Financial Economics*. Vol 6, p. 95-101.
- ❖ Narasimhan, J., (2000). « Discussion on the paper by LMW ». *Journal of Finance*, vol 4, p. 1765-1770.
- ❖ Menkhoff, L., (1997). « Examining the use of technical currency analysis ». *International Journal of Finance and Economics*, vol 2, no 4, p. 307-318.
- ❖ Oberlechner, T., (2001). « Importance of technical and fundamental analysis in the European exchange market », *International Journal of Finance and Economics*, vol 6, no 1, p. 81-93.
- ❖ Schmidt, A. B., (2002). « Why technical trading may be successful? A lesson from the agent based modeling ». *Physica A*, vol 303, p. 185-188.
- ❖ Salima., H; Oumar, T., (2017) « Peut-on toujours parler de l'efficience des marchés financiers », *revue du contrôle de la comptabilité et de l'audit*.