

Rapport de Projet

Développement d'un Expert Advisor basé sur la
stratégie VWAP

Réalisé par :

Mahiedine Ferdjoukh

Encadrant :

José Rouillard

Date :

Juin 2025

Table des matières

1	Introduction	2
2	Présentation de la stratégie	3
2.1	Objectif de la stratégie	3
2.2	Structure de l'EA	3
2.3	Logique des signaux	3
2.4	Types de stop-loss et gestion des positions	4
2.5	Résumé du fonctionnement	4
2.6	Résultats comparés	4
2.6.1	Stratégie Convergente (ConvergingVWAP)	4
2.6.2	Stratégie Convergente avec BreakEven et Trailing Stop	5
2.6.3	Stratégie Divergente (DivergingVWAP)	5
3	Analyse des performances	9
3.1	Drawdown maximal et stabilité	9
3.2	Facteur de profit et rentabilité brute	9
3.3	Nombre de trades et fréquence	9
3.4	Taux de réussite (win rate)	10
3.5	Effet des filtres techniques	10
4	Recommandations pour amélioration future	11
4.1	Paramétrage dynamique des filtres	11
4.2	Optimisation de la stratégie convergente	11
4.3	Amélioration des sorties de position	12
4.4	Backtesting et validation croisée	12

1. Introduction

Le développement d'outils de trading automatisés, aussi appelés *Expert Advisors* (EA), occupe une place centrale dans les stratégies des investisseurs modernes. Dans ce contexte, l'objectif de ce projet est de concevoir, implémenter et évaluer un EA basé sur la stratégie du VWAP (*Volume Weighted Average Price*), largement utilisée pour sa capacité à identifier les zones d'équilibre entre le prix et le volume.

L'EA a été conçu pour fonctionner sur la plateforme **MetaTrader 5**, en utilisant le langage de programmation **MQL5**. Il repose principalement sur deux variantes de la stratégie VWAP :

- Une stratégie **convergente**, qui cherche des entrées lorsque le prix retourne vers le VWAP.
- Une stratégie **divergente**, qui détecte les écarts croissants entre le prix et le VWAP, potentiellement annonciateurs d'un retournement.

Pour renforcer la fiabilité des signaux, plusieurs filtres techniques ont été intégrés, notamment un **filtre RSI**, un **filtre de tendance** basé sur les moyennes mobiles, ainsi qu'un **filtre de volatilité** via l'ATR. En complément, des options de gestion du risque telles que les **stop-loss dynamiques** (ATR, VWAP, swing) et les outils comme le **break-even**, **trailing stop** ou **prise de profit partielle** permettent d'adapter le comportement de l'EA à différents marchés.

Le projet a été structuré en plusieurs phases :

1. Conception et implémentation modulaire des stratégies convergente et divergente.
2. Développement des systèmes de gestion de position.
3. Backtesting sur différents actifs (EURUSD, XAUUSD), avec des périodes de test de 6 à 12 mois.
4. Évaluation des résultats selon des critères objectifs : drawdown, ratio gains/pertes, nombre de trades, stabilité.

Ce rapport présente la démarche suivie, les choix techniques effectués, les résultats obtenus lors des tests, ainsi que les pistes d'amélioration pour renforcer les performances futures du système.

2. Présentation de la stratégie

2.1 Objectif de la stratégie

L'objectif principal de la stratégie développée est d'exploiter les zones d'équilibre et de déséquilibre entre le prix et le volume, en s'appuyant sur l'indicateur VWAP (Volume Weighted Average Price). Ce dernier est couramment utilisé par les investisseurs institutionnels pour évaluer le « prix moyen pondéré par le volume », considéré comme un niveau de référence sur les marchés.

2.2 Structure de l'EA

L'Expert Advisor a été conçu autour d'une architecture modulaire. Chaque composant (stratégie, exécution, stop loss, filtres) a été encapsulé dans une classe séparée, ce qui facilite l'entretien et les améliorations futures. Deux approches distinctes ont été codées pour détecter des opportunités de trading :

- **Stratégie convergente** : le système recherche des signaux lorsque le prix revient vers le VWAP après une phase d'écart. Ce comportement suggère un retour à la moyenne, souvent interprété comme une zone de rechargement.
- **Stratégie divergente** : dans ce cas, l'EA identifie des situations où le prix s'écarte progressivement du VWAP tout en évoluant dans une dynamique opposée à celle du VWAP lui-même. Cette situation peut signaler une perte de momentum ou l'approche d'un retournement.

2.3 Logique des signaux

Les signaux d'achat ou de vente ne sont pas déclenchés uniquement par le croisement du prix avec le VWAP. Plusieurs conditions doivent être réunies :

1. **Critère de positionnement du prix** par rapport au VWAP et à ses variations sur les dernières bougies.
2. **Confirmation par le RSI** : un indicateur de momentum est utilisé pour éviter les signaux contradictoires. Par exemple, une divergence acheteuse ne sera prise

que si le RSI est inférieur à un certain seuil.

3. **Filtres supplémentaires** : notamment un filtre de tendance (via moyennes mobiles EMA 50 et EMA 200) et un filtre de volatilité (via l'ATR).

2.4 Types de stop-loss et gestion des positions

La stratégie intègre plusieurs modes de gestion du stop-loss, sélectionnables via les paramètres d'entrée :

- **Stop loss fixe** : basé sur un nombre défini de points.
- **Stop loss ATR** : adaptatif selon la volatilité moyenne récente.
- **Stop loss basé sur VWAP** : positionné selon la distance au VWAP.
- **Stop loss swing** : calculé à partir des derniers plus hauts ou plus bas.

À ces éléments s'ajoutent des options avancées de gestion :

- *Break-even automatique*, pour sécuriser une position dès qu'un profit minimal est atteint.
- *Trailing stop*, pour suivre les mouvements favorables du marché.
- *Take profit partiel*, permettant de clôturer une portion de la position à un niveau cible tout en laissant courir le reste.

2.5 Résumé du fonctionnement

Lorsqu'un signal est détecté, l'EA vérifie d'abord les filtres. Si toutes les conditions sont réunies, la position est ouverte avec le lot calculé dynamiquement en fonction du risque défini. Par la suite, les modules de gestion (BE, trailing, TP partiel) se déclenchent selon les paramètres actifs.

Cette structure rend le robot relativement adaptable, tout en maintenant un cadre strict de gestion du risque et d'entrée sur signal validé.

2.6 Résultats comparés

2.6.1 Stratégie Convergente (ConvergingVWAP)

Paramètres du test

- **Symbole** : EURUSD (M10)
- **Période testée** : 01/01/2024 – 07/12/2024
- **Capital initial** : \$10 000
- **Stratégie active** : ConvergingVWAP uniquement
- **BreakEven, Trailing Stop, Partial TP** : désactivés

- **Stop Loss** : ATR (8 périodes, multiplicateur 2.35)

Résumé des performances

Analyse des résultats La stratégie convergente montre une croissance stable du capital malgré un faible taux de réussite (environ 30%). Elle tire sa rentabilité d'un bon ratio gains/pertes, avec un drawdown contrôlé sous les 20%. Le ratio de Sharpe supérieur à 1.5 indique une bonne constance des résultats.

2.6.2 Stratégie Convergente avec BreakEven et Trailing Stop

Paramètres du test

- **Symbole** : EURUSD (M10)
- **Période testée** : 01/01/2024 – 30/12/2024
- **Capital initial** : \$10 000
- **Stratégie active** : ConvergingVWAP uniquement
- **BreakEven** : Activé (MinProfitToBE = 95)
- **Trailing Stop** : Activé (130 pts après 150 pts)
- **Stop Loss** : VWAP
- **Partial Take Profit** : désactivé

Résumé des performances

Analyse des résultats Avec les protections activées, le comportement du système change :

- Hausse significative du nombre de trades (+690).
- Amélioration du taux de réussite (47%).
- Réduction du gain net.
- Plus grande régularité mais potentiel de gains plus limité.

Cela convient à des profils prudents mais pourrait limiter les rendements.

2.6.3 Stratégie Divergente (DivergingVWAP)

Paramètres du test

- **Symbole** : EURUSD (M10)
- **Période testée** : 01/01/2024 – 30/12/2024
- **Capital initial** : \$10 000
- **Stratégie active** : DivergingVWAP uniquement
- **BreakEven, Trailing Stop, Partial TP** : désactivés
- **Stop Loss** : Swing (lookback 20, offset 150)

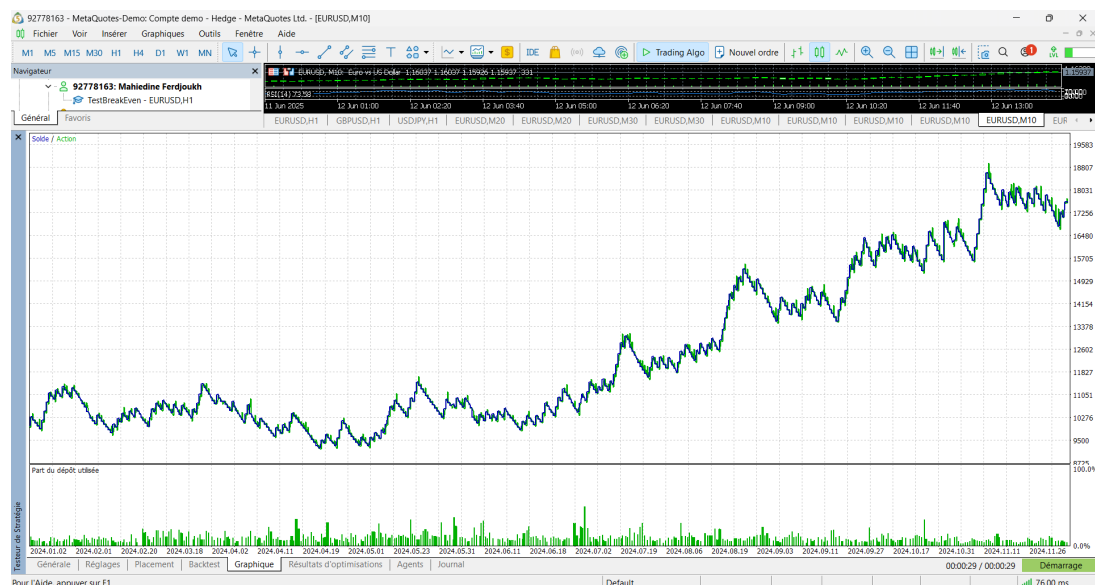


FIGURE 2.1 – Courbe de capital – stratégie convergente sans BE/TS

Indicateur	Valeur
Profit net total	\$7 619.06
Profit brut	\$51 108.34
Perte brute	-\$43 489.28
Facteur de profit	1.18
Drawdown maximal (solde)	\$2 188.23 (19.16%)
Ratio de Sharpe	1.60
Facteur de récupération	3.34
Nombre total de trades	478
Taux de réussite (trades gagnants)	29.71%
Plus grand gain	\$1 281.63
Plus grande perte	-\$327.02

TABLE 2.1 – Performance de la stratégie convergente

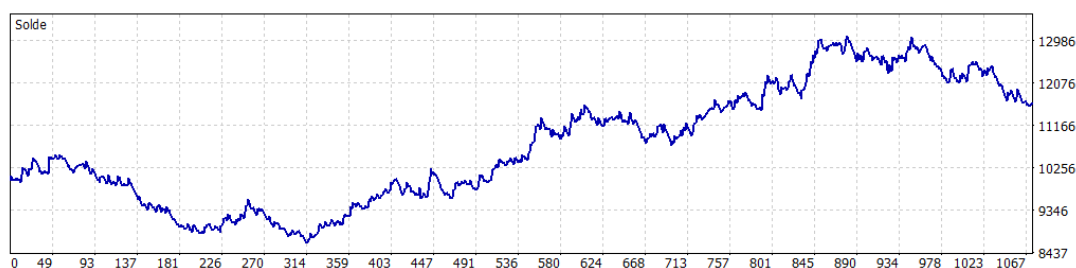


FIGURE 2.2 – Courbe de capital – stratégie convergente avec BE/TS

Résumé des performances

Analyse des résultats La stratégie divergente est plus sélective (moins de trades) mais elle offre un excellent équilibre entre risque et rendement :

- Le drawdown est faible (10.58%).
- Le ratio de Sharpe est élevé (2.00), synonyme de régularité.
- Le facteur de profit est supérieur à 1.6.
- Le ratio gains/pertes est bien maîtrisé (gains > pertes).

En revanche, le nombre de trades reste limité, ce qui peut affecter la stabilité statistique du système.

Cette stratégie peut être utile en complément d'une approche plus active, ou utilisée seule dans des contextes volatils favorables aux divergences prix/VWAP.

Indicateur	Valeur
Profit net total	\$1 641.32
Profit brut	\$28 754.54
Perte brute	-\$27 113.22
Facteur de profit	1.06
Drawdown maximal (solde)	\$1 890.44 (17.92%)
Ratio de Sharpe	0.83
Facteur de récupération	0.84
Nombre total de trades	1 168
Taux de réussite (trades gagnants)	47.43%
Plus grand gain	\$208.27
Plus grande perte	-\$221.56

TABLE 2.2 – Performance de la stratégie convergente avec BE et trailing stop

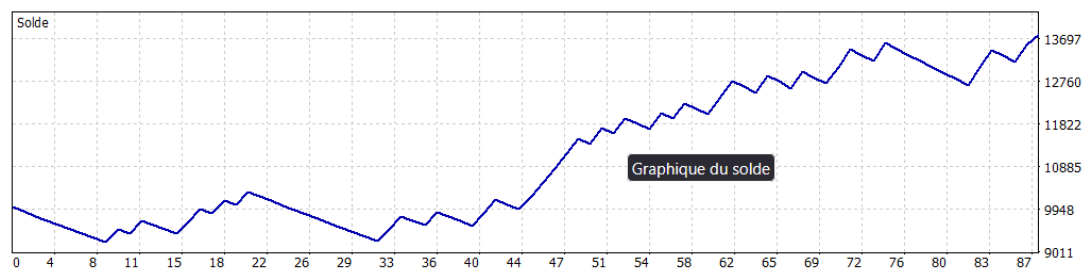


FIGURE 2.3 – Courbe de capital – stratégie divergente

Indicateur	Valeur
Profit net total	\$3 802.58
Profit brut	\$10 008.46
Perte brute	-\$6 205.88
Facteur de profit	1.61
Drawdown maximal (solde)	\$1 094.16 (10.58%)
Ratio de Sharpe	2.00
Facteur de récupération	3.41
Nombre total de trades	87
Taux de réussite (trades gagnants)	35.63%
Plus grand gain	\$394.68
Plus grande perte	-\$163.63

TABLE 2.3 – Performance de la stratégie divergente

3. Analyse des performances

3.1 Drawdown maximal et stabilité

Le **drawdown** permet d'évaluer le risque maximum encouru pendant une période de perte. Une stratégie avec un bon rendement mais un drawdown élevé est souvent plus risquée.

- **Stratégie convergente sans BE/TS** : drawdown à 19% — acceptable mais limite haute.
- **Stratégie convergente avec BE/TS** : drawdown réduit à 17.9%, légèrement meilleur mais pas significatif.
- **Stratégie divergente** : drawdown très bas à 10.5% très bonne stabilité.

On constate que la stratégie divergente est la plus stable sur le plan du risque, malgré un nombre de trades limité.

3.2 Facteur de profit et rentabilité brute

Le **facteur de profit** est un indicateur fondamental. Il exprime le ratio entre les gains et les pertes totales.

- **Convergent simple** : 1.18 rentable.
- **Convergent + BE/TS** : 1.06 presque à l'équilibre.
- **Divergent** : 1.61 excellent.

Conclusion : malgré moins de trades, le divergent est plus propre en termes de ratio gains/pertes.

3.3 Nombre de trades et fréquence

- **Convergent sans BE/TS** : 478 trades.
- **Convergent avec BE/TS** : 1 168 trades — **+144% de trades**.
- **Divergent** : seulement 87 trades.

Plus de trades n'est pas toujours meilleur. Le système avec BE/TS génère beaucoup d'opérations mais avec moins d'efficacité (baisse du profit net).

3.4 Taux de réussite (win rate)

- Convergent simple : 29.7%
- Convergent BE/TS : 47.4%
- Divergent : 35.6%

La stratégie BE/TS améliore le taux de réussite, mais cela s'accompagne de sorties prématurées, ce qui réduit les gains par trade.

3.5 Effet des filtres techniques

Hormis le filtre RSI qui reste actif dans les deux stratégies, les autres filtres EMA, ATR, volatilité ont été désactivés car ils dégradaient la performance lors des tests. Une version future pourrait envisager une activation conditionnelle selon la tendance globale du marché.

4. Recommandations pour amélioration future

L'analyse des résultats obtenus montre que les deux stratégies – convergente et divergente – présentent un potentiel intéressant, mais aussi des marges d'amélioration. Afin de renforcer la robustesse et la flexibilité du robot de trading, plusieurs pistes peuvent être envisagées pour les versions futures.

4.1 Paramétrage dynamique des filtres

Actuellement, certains filtres techniques tels que le filtre de tendance (EMA), la volatilité (ATR), ou le RSI sont codés en dur et désactivés par défaut. Il serait judicieux de :

- **Intégrer ces filtres comme paramètres d'entrée (input) dans l'Expert Advisor**, ce qui permettrait à l'utilisateur de les activer ou désactiver selon l'actif ou les conditions de marché sans modifier le code source.
- **Ajouter des paramètres spécifiques à chaque filtre** (période de l'EMA, seuil du RSI, etc.) pour affiner le réglage en fonction du style de trading ou du comportement du marché.

Cette modularité offrirait plus de contrôle à l'utilisateur final et faciliterait l'optimisation stratégique par backtesting.

4.2 Optimisation de la stratégie convergente

Bien que la stratégie *Converging VWAP* ait montré une bonne rentabilité globale, ses performances pourraient être améliorées pour garantir une plus grande stabilité dans le temps :

- **Travailler sur les conditions d'entrée** en testant d'autres configurations de seuils de convergence VWAP.
- **Explorer de nouveaux filtres contextuels**, comme l'analyse des volumes ou des patterns de bougies japonaises, pour éviter les entrées dans des phases de range

ou de volatilité extrême.

- **Améliorer la logique de sortie**, par exemple en intégrant une logique de take profit partiel progressive ou un trailing stop plus adaptatif (ex. basé sur ATR ou sur structure de marché).

4.3 Amélioration des sorties de position

Les résultats montrent que la gestion des sorties (notamment avec BE et trailing stop) a un impact significatif sur les performances. Une meilleure logique pourrait inclure :

- **Un trailing stop dynamique**, ajusté selon la volatilité du marché ou les derniers plus hauts/bas.
- **Un système de take profit multiple**, avec une fermeture partielle progressive à différents niveaux.
- **Un stop loss intelligent**, qui tient compte de la structure du marché (swing high/low) plutôt qu'un stop statique ou fixe.

4.4 Backtesting et validation croisée

Enfin, pour garantir la fiabilité des résultats obtenus :

- Une **validation croisée sur différentes années** et conditions de marché (range, tendance forte, news) est nécessaire pour confirmer la robustesse de l'approche dans le temps.