



BIENVENUE

2024-2025

---

**PROJET VBA**

**CALCUL ET AFFICHAGE DE VOLATILITÉ IMPLICITE**

---

Léo RENAULT  
Noa DUCAROIX--LASSEUR  
Edmond DEINES  
Arthur DURAND

**ING2 MF**  
Renaud VERIN

## **Table des matières**

<b>I – Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>II – Travail en équipe .....</b>	<b>4</b>
<b>III – Cahier des charges .....</b>	<b>5</b>
<b>IV – Notre solution conceptuelle .....</b>	<b>6</b>
<b>V - Conclusion.....</b>	<b>10</b>

## **I – Introduction**

Dans le cadre d'un projet, nous avons développé un outil Excel utilisant le VBA pour calculer et visualiser la volatilité implicite des options. Ce projet s'inscrit dans une approche pratique d'apprentissage, combinant compétences techniques et méthodologies de travail collaboratif.

La volatilité implicite, un concept clé dans le domaine des marchés financiers, est essentielle pour évaluer les options et comprendre les attentes des marchés concernant la volatilité future d'un actif. Ce projet s'appuie sur un travail préliminaire réalisé lors d'un exposé dans la matière Contingent Claim Valuation (CCV), où nous avons exploré les bases théoriques et pratiques du calcul de la volatilité implicite. Ce premier travail nous a permis de mieux comprendre les enjeux techniques et les défis associés à cette thématique, et a constitué un socle solide pour la réalisation de ce projet.

À travers ce projet, nous avons cherché à concevoir un outil performant, intuitif et didactique, permettant d'automatiser les calculs complexes liés à la volatilité implicite. Le développement de cet outil a inclus plusieurs étapes, notamment l'importation et la gestion de données, l'implémentation de la formule de Black-Scholes inversée, la visualisation des résultats sous forme de graphiques 2D et 3D, et la création d'une interface utilisateur ergonomique.

Dans ce rapport, nous présenterons les différentes phases de réalisation de notre projet, mettant en lumière le travail d'équipe, la conception de la solution, ainsi que les conclusions et perspectives qui en découlent.

## II – Travail en équipe

Au début de ce projet, nous étions trois membres : Léo Renault, Arthur Durand et Noa Ducaroix--Lasseur. Nous avons choisi de travailler sur ce sujet afin de prolonger et approfondir le travail commencé dans la matière Contingent Claim Valuation (CCV), où nous avons déjà abordé les bases du calcul de la volatilité implicite. Notre volonté commune de développer un outil fonctionnel s'est avérée être un moteur pour ce projet.

En cours de route, Edmond Deines nous a rejoints pour compléter l'équipe et nous aider à mener à bien ce travail dans les délais impartis. Son arrivée a constitué un défi organisationnel, car il a dû s'intégrer rapidement dans un projet déjà bien amorcé. Cependant, grâce à un effort collectif, nous avons su l'intégrer efficacement, lui transmettre les bases du projet, et tirer parti de ses compétences pour renforcer notre approche.

Ce projet, qui s'est déroulé sur une semaine, nous a permis de constater les bénéfices d'une bonne organisation et d'un historique de travail en commun. Les trois premiers membres de l'équipe avaient déjà collaboré sur des projets précédents, notamment l'année dernière dans le cadre d'un développement en Java. Cette expérience commune a facilité la communication et la répartition des tâches, permettant un démarrage rapide et efficace du projet.

Pour coordonner nos efforts, nous avons organisé des réunions régulières sur Microsoft Teams et maintenu un fil de discussion actif sur WhatsApp. Ces outils nous ont permis d'échanger rapidement sur les améliorations possibles et de définir une ligne de conduite claire pour le projet. Edmond a également contribué à ces discussions en apportant des idées nouvelles et un regard extérieur, ce qui a enrichi notre démarche.

L'intégration d'un nouveau membre, bien que complexe, a été une opportunité pour renforcer notre esprit d'équipe et notre capacité à relever des défis organisationnels. Cette expérience a non seulement contribué au succès de notre projet, mais elle nous a également permis de développer des compétences en communication et en gestion d'équipe, qui seront précieuses pour nos futurs projets.

### III – Cahier des charges

#### Les objectifs :

- Développer une macro VBA permettant de récupérer les prix des options et des données de marché, soit en ligne via une API/un site web, soit via un import Excel existant.
- Calculer la volatilité implicite en utilisant la formule de Black-Scholes inversée.
- Comparer la volatilité implicite calculée avec la volatilité historique de l'actif.
- Afficher les résultats sous forme de graphiques, dont un smile de volatilité.
- Fournir une interface utilisateur intuitive permettant la saisie des paramètres, la sélection des analyses et la visualisation des résultats.

#### Fonctionnalités principales :

##### Saisie de l'utilisateur :

- L'utilisateur entre les informations de l'actif dans une interface Excel dédiée. Il rentre la paire souhaitée.

##### Récupération des données :

- La macro se connecte à un site internet via des requêtes ou une automatisation web pour :
  - Extraire les prix des options et autres données nécessaires au calcul de la volatilité implicite.
  - Garantir une gestion robuste des erreurs en cas de problème de connexion ou de format des données.
- (OU) Récupération des données via un import Excel

##### Calcul de la volatilité implicite :

- Implémentation d'un algorithme en VBA permettant de réaliser une interpolation à partir de l'équation de Black-Scholes afin de calculer la volatilité implicite à partir des prix des options.

##### Comparaison avec la volatilité historique (Optionnel, si le temps le permet) :

- Extraction ou calcul de la volatilité historique à partir des prix historiques de l'actif (données locales ou récupérées en ligne).
- Affichage des résultats sous forme de graphique.

##### Smile de volatilité :

- Génération d'un graphique représentant le smile de volatilité pour différentes valeurs du strike. Graphique en 2 dimensions. (Graphique 3D avec la maturité, en option).

##### Interface utilisateur :

- Une interface Excel intuitive permettant :
  - La saisie des paramètres de recherche.
  - La sélection des options d'analyse souhaitées.

- L'affichage des résultats sous forme graphique.

## IV – Notre solution conceptuelle

Ce projet VBA est conçu pour analyser des options financières en calculant notamment leur volatilité implicite et en visualisant les résultats sous différentes formes. Les fonctionnalités principales incluent la collecte de données via une API, AlphaVantage, le calcul de la volatilité implicite à l'aide du modèle de Black-Scholes avec la méthode de Newton-Raphson, et la création de visualisations avancées sous forme de graphiques 2D et 3D.

### Organisation du projet :

Le projet s'appuie sur plusieurs feuilles Excel :

1. **Liste Actifs** : liste les actifs financiers analysés, identifiés par leur symbole/ticker, et sert de base pour la sélection des actifs à étudier.
2. **Data** : centralise les données nécessaires pour les calculs, incluant les symboles, dates d'expiration, prix d'exercice, prix des options, prix des actifs sous-jacents et taux sans risque. Cette feuille intègre également une colonne pour la volatilité implicite que notre logiciel calcule.
3. **VolatImpliciteCalculee** : présente les résultats filtrés et simplifiés pour une analyse plus ciblée.
4. **MatriceVolatilité** : transforme les résultats en une matrice permettant une analyse croisée des volatilités implicites en fonction des strikes et des maturités.
5. **UI** : Interface utilisateur sur laquelle se trouve le bouton pour lancer le logiciel.

### Théorie :

- **Modèle de Black-Scholes** : calcule le prix d'une option call selon la formule suivante :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + rS \frac{\partial C}{\partial S} - rC = 0$$

Cette équation décrit l'évolution du prix de l'option  $C$  en fonction du temps  $t$ , du prix de l'actif sous-jacent  $S$ , et des paramètres  $r$  (taux d'intérêt sans risque) et  $\sigma$  (volatilité).

Le modèle de **Black-Scholes** pour une option d'achat (call) est donné par la formule :

$$C = S_0 \Phi(d_1) - X e^{-rT} \Phi(d_2)$$

où :

- $C$  : prix de l'option d'achat
- $S_0$  : prix actuel du sous-jacent
- $X$  : prix d'exercice de l'option
- $r$  : taux d'intérêt sans risque
- $T$  : temps jusqu'à l'échéance (en années)
- $\Phi(d_1)$  et  $\Phi(d_2)$  : les fonctions de distribution cumulative de la loi normale
- $d_1$  et  $d_2$  sont des termes calculés à partir des variables ci-dessus, où :

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

- **Méthode Newton-Raphson** : utilisée pour calculer la volatilité implicite en résolvant l'équation suivante :  
 $f(\sigma) = C_{\text{calculé}}(\sigma) - C_{\text{observé}}(\sigma)$   
 En itérant selon la règle :  
 $\sigma_{n+1} = \sigma_n - f(\sigma_n) / f'(\sigma_n)$  ; où  $f'(\sigma)$  est la dérivée de  $f(\sigma)$  par rapport à  $\sigma$ . (connu sous le nom de vega en finance).
- **CalculateImpliedVolatility** : applique ces formules pour parcourir les lignes de la feuille "Data", calculer les volatilités implicites et filtrer les options ITM ou invalides. En effet, parfois, la méthode de Newton n'aboutit pas car c'est une méthode numérique.
- **TransformToMatrix** : organise les résultats calculés en une matrice structurée.
- **TraceSmileVolatilite** et **Create3DSurfaceChart** : génèrent respectivement un graphique 2D du smile de volatilité et un graphique 3D pour visualiser les variations des volatilités.

#### Collecte et visualisation des données :

- **RecupDonnee** : interroge une API, Alpha Vantage pour collecter les données d'options et d'actifs sous-jacents, et les intègre dans la feuille "Data".
- **JsonConverter** : permet de traiter les données API au format JSON pour les exploiter en VBA.
- **RunBothMacros** : orchestre la collecte des données, les calculs et la génération des visualisations.

```

Sub RunBothMacros()
    Dim symbol As String

    ' Récupérer le symbole de l'utilisateur
    symbol = GetSymbol2()    ' Affiche le Userform et demande à l'utilisateur de choisir un actif

    ' Exécuter les macros
    Call UpdateOptionData(symbol)    ' Recherche les données sur l'API Alphavantage les convertis en quelque chose de lisible pour le VBA et forme un tableau
    Call ActifSJ(symbol)    ' Recherche de le prix de l'actif sous-jacent via l'API

    ' Ajouter le taux sans risque
    Call GetRiskFreeRate    ' Demande à l'utilisateur le taux sans risque qu'il souhaite mettre

    ' Message de confirmation
    MsgBox "Les données ont été récupérées via l'API avec succès pour le symbole : " & symbol, vbInformation, "Exécution terminée"
End Sub

```

### Workflow du projet :

1. Collecte des données via l'API, stockées dans "Data".
2. Calcul des volatilités implicites via Black-Scholes et Newton-Raphson, avec filtrage des résultats.

```

Function BlackScholesCall(S As Double, K As Double, T As Double, r As Double, sigma As Double) As Double
    Dim d1 As Double, d2 As Double
    d1 = (Log(S / K) + (r + sigma ^ 2 / 2) * T) / (sigma * Sqr(T))
    d2 = d1 - sigma * Sqr(T)
    BlackScholesCall = S * Application.NormSDist(d1) - K * Exp(-r * T) * Application.NormSDist(d2)
End Function

Function ImpliedVolatilityCall(S As Double, K As Double, T As Double, r As Double, P_Market As Double, _
    Optional Tol As Double = 0.0001, Optional MaxIter As Integer = 10000) As Variant

Sub CalculateImpliedVolatility()

```



### 3. Résultats centralisés dans "VolatImpliciteCalculee" et structurés en matrice dans "MatriceVolatilité".

```
Sub Create3DSurfaceChart()  
    Dim ws As Worksheet  
    Dim rng As Range  
    Dim chartObj As ChartObject  
    Dim chart As chart  
  
    ' Définir la feuille active et la plage de données  
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("MatriceVolatilité")  
    Set rng = ws.Range("A1").CurrentRegion ' Suppose que les données commencent en A1  
  
    ' Créer un objet graphique  
    Set chartObj = ws.ChartObjects.Add(Left:=300, Top:=50, Width:=500, Height:=400)  
    Set chart = chartObj.chart  
  
    ' Définir la source de données et le type de graphique  
    chart.SetSourceData Source:=rng  
    chart.ChartType = xlSurface  
  
    ' Ajouter un titre au graphique  
    chart.HasTitle = True  
    chart.ChartTitle.Text = "Surface de volatilité"  
  
    ' Titrer les axes  
    chart.Axes(xlCategory).HasTitle = True  
    chart.Axes(xlCategory).AxisTitle.Text = "Strike"  
  
    chart.Axes(xlSeriesAxis).HasTitle = True  
    chart.Axes(xlSeriesAxis).AxisTitle.Text = "Maturité"  
  
    chart.Axes(xlValue).HasTitle = True  
    chart.Axes(xlValue).AxisTitle.Text = "Volatilité"  
  
    ' Ajuster la mise en forme  
    chart.Axes(xlValue).MinimumScale = 0  
    chart.Axes(xlValue).MaximumScale = 100  
End Sub
```

### 4. Visualisation des résultats sous forme de graphiques 2D (smile de volatilité) et 3D (surface de volatilité).

#### Difficulté rencontrée et solution :

- Trouver une API gratuite pour la finance.
- Faire le pont entre les différents codes. Rétro Engineering. Prévision des signatures des macros/fonctions avant le codage pour raccorder facilement les codes.
- Non terminaison de la méthode de Newton et valeurs aberrantes. Paramétrage optimisé du nombre de boucle et de la tolérance de l'écart.
- Traçage du graphique en 3D. Nous avons du modifier la forme du tableau pour en faire une matrice afin de tracer la surface de volatilité.

#### Conclusion :

Ce projet VBA fournit une solution automatisée et robuste pour l'analyse des options financières. Il combine des outils mathématiques avancés comme les modèles de Black-Scholes et de Newton-Raphson avec une programmation VBA performante et une interface Excel intuitive. Ce travail propose un cadre extensible pour explorer les comportements de volatilité sur les marchés financiers tout en facilitant l'analyse et la prise de décision.

## **V - Conclusion**

Ce projet, centré sur le développement d'un outil Excel VBA pour le calcul et la visualisation de la volatilité implicite, a été une expérience enrichissante sur plusieurs plans. Il nous a permis de consolider nos compétences en programmation VBA, en gestion de projet, et en travail collaboratif. De plus, en choisissant un sujet directement lié à notre exposé en Contingent Claim Valuation, nous avons pu approfondir des notions théoriques tout en les appliquant de manière concrète et fonctionnelle.

L'objectif principal du projet était de concevoir un outil performant et intuitif, capable de récupérer des données de marché, de calculer la volatilité implicite à l'aide de la formule de Black-Scholes inversée, et de visualiser les résultats sous forme de graphiques, notamment le smile de volatilité. Ces fonctionnalités, combinées à une interface utilisateur conviviale, ont permis de répondre aux attentes initiales du cahier des charges.