

MAI 15, 2025  
AMSE-FEG  
Artouch Vardanyan / Mark Kuznetsov / Housseine Hassani



---

# ANALYSE ETF

---

Econométrie des Séries Temporelles



# Introduction

Tout d'abord nous tenons à expliquer comment le travail a été repartie, donc Artouch a pris en charge les questions 1, 2 et 4, Mark s'est occupé de la question 3 et 5 ainsi que de la relecture et des corrections orthographiques. Housseine a contribué à la sous-question a) de la question 3. Nous avons bien évidemment commenté des résultats des questions qu'on a résolu mais aussi interchanger entre les questions pour bien vérifier que nous ne nous sommes pas trompés.

## Exercice 1 :

Voici les 3 ETF que nous avons choisis :

On commence par l'ETF Amundi world qui sera le CW8 qui est un ETF de chez Amundi éligible au PEA en cotation EUR, en l'occurrence comme son nom l'indique il censé représenter les marchés mondiaux mais en réalité les marchés émergents ne sont pas pris en compte dans celui-ci, c'est essentiellement le marché US, Européen et Japonais.

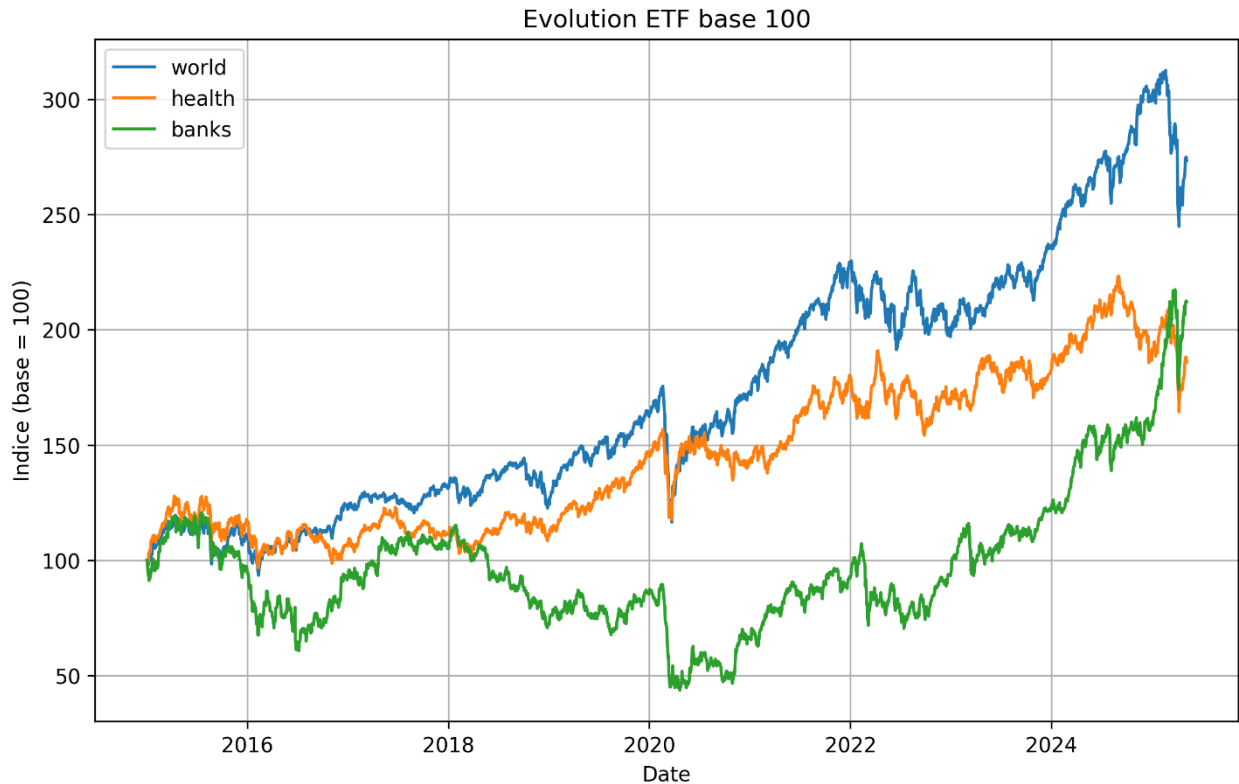
Le deuxième ETF est un ETF qui rassemble les 600 plus grosses valeurs santé européennes c'est l'ETF Amundi Eurostoxx 600 Heath , de code ticker "HLT", il est aussi coté en EUR et éligible au PEA.

Le dernier ETF est l'ETF Amundi Eurostoxx 600 Banks de code ticker "BNKE" , qui est un ETF qui rassemble les 600 plus grosses valeurs bancaires européennes, il est aussi Coté en EUR et éligible au PEA.

On a donc un ETF world qui sera notre benchmark et deux ETF qui pour l'un représente l'industrie bancaire et l'autre l'industrie de la santé.

Nous allons dans la suite de ce dossier procéder a une multitude d'analyse concernant ces ETF.

Tout d'abord nous voulons voir l'évolution de ces ETF au cours du temps s'ils avaient tous commencé au même prix, c'est à dire qu'on va les normalisé en base 100 sinon il n'est pas pertinent de les comparer puisqu'ils ont eu des cotations initiales différentes.



Donc ici on voit que chaque ETF commence à 100 car nous les avons normalisés base 100 et on peut voir que sur la période de 10 ans l'ETF qui a finis avec la plus grosse valorisation est l'ETF world mais ce qui est intéressant c'est de voir que l'ETF banks lui a subi une grosse chute il est même resté assez longtemps sous la baseline pour remonter de manière fulgurante depuis 2023 jusqu'à même dépasser l'ETF santé.

## Exercice 2 :

Nous avons ensuite procédé à des statistiques descriptives sur les rendements des 3 ETF pour cela nous avons pris les rendements les rendements géométriques pour prendre compte de la composition des intérêts.

	world	health	banks
count	2626.0	2626.0	2626.0
mean	0.00037	0.00024	0.00032
std	0.00986	0.01035	0.01852
min	-0.08627	-0.09551	-0.19874
25%	-0.0039	-0.00544	-0.00844
50%	0.00091	0.00061	0.00077
75%	0.00534	0.00606	0.0099
max	0.07901	0.05103	0.12942
skew	-0.81912	-0.56828	-1.00305
kurtosis	7.7736	5.35622	11.91999
annualized_mean_%	9.89062	6.1904	8.28489
annualized_vol_%	15.6464	16.43417	29.40341

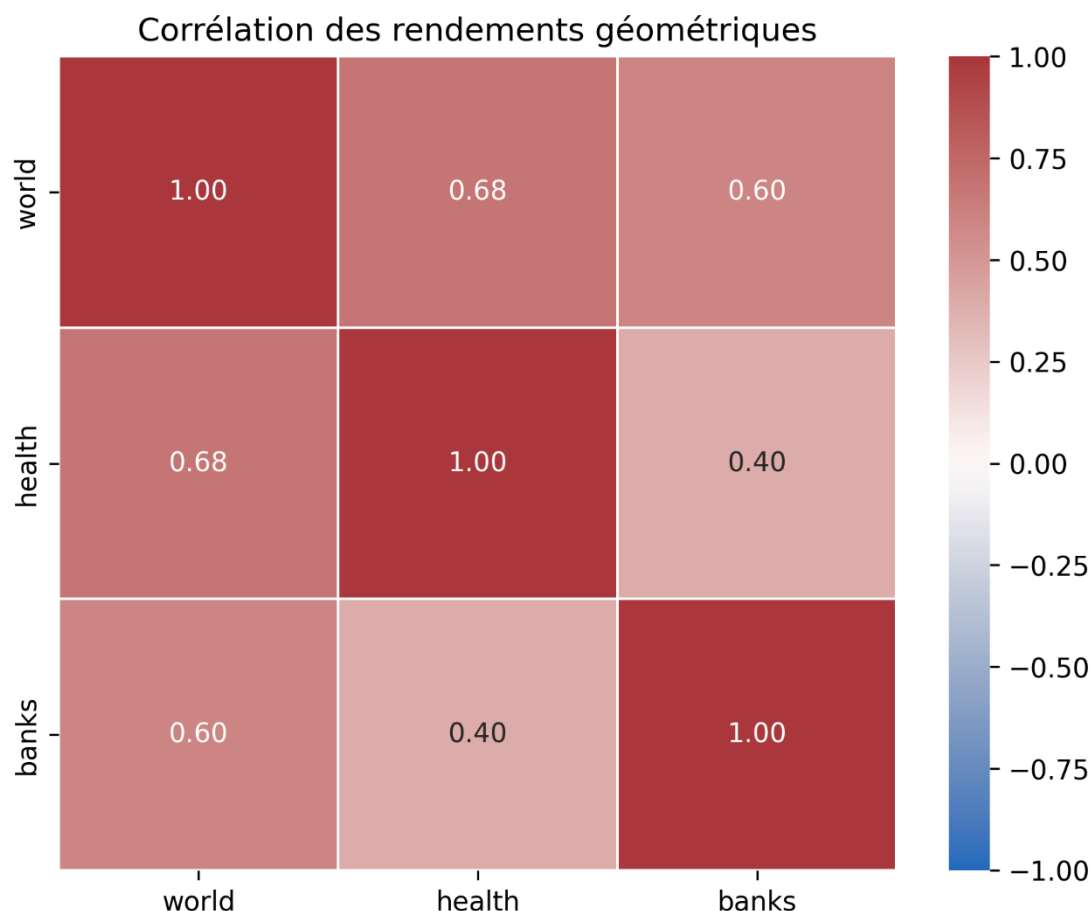
On remarque que l'etf avec le meilleur rendement annuel moyen est l'etf world, puis l'etf banks et enfin l'etf santé, ce qui correspond bien avec le classement de la valeur final de l'etf en base 100%. On peut aussi noter que la volatilité historique de l'etf banks est presque 2x supérieure aux deux autres etf, c'est aussi l'etf avec le plus petit min et le plus gros max ce qui nous conforte dans l'observation d'une volatilité plus élevée mais ça aurait pu ne pas être le cas si ce n'était qu'un événement isolé.

On remarque pour les 3 ETF une skewness négative donc plus d'observation extrême inférieure à la moyenne surtout l'etf banks et une kurtosis supérieure à 3, donc les distributions des rendements sont toutes leptokurtiques, c'est-à-dire que les queues sont plus épaisses que celle de la loi normale (kurtosis = 3) il y'a donc plus d'éléments rares sur ces distributions.

Ici le meilleur Ratio de Sharpe sera celui de l'ETF world puisque on a, à la fois le meilleur rendement annualisé mais aussi la plus petite volatilité annualisée des 3.

Regardons maintenant la corrélation entre ces différents ETF's :

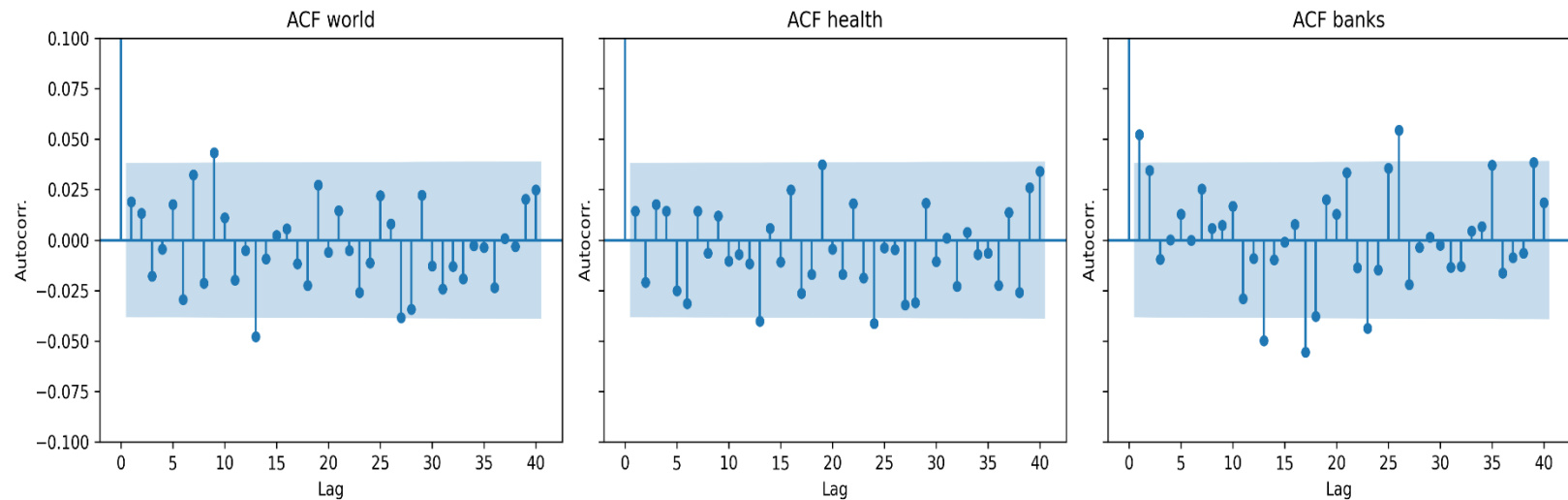
Cela est intéressant pour voir si leurs rendements évoluent dans le même sens ou dans des sens opposés ou bien encore si il n'y a aucune relation linéaire entre leurs rendements (Cas  $\text{corr}(A,B) = 0$ )



Dans notre cas, on remarque une corrélation modérée pour les 3 ETF avec la plus forte entre l'etf Health et world (0.68) et la plus faible entre l'etf health et banks (0.4). Cela nous permet de

comprendre qu'un portefeuille composé de ces 3 actifs aura une volatilité inférieure à la moyenne des volatilités individuelles.

Enfin nous voulons observer les ACF des rendements pour voir si on peut remarquer une autocorrélation des rendements c'est-à-dire vérifier si les rendements d'aujourd'hui impacte les rendements de demain ou futurs. Pour ce faire on calcule la covariance à un lag  $k$  de notre série qu'on divise par la variance pour obtenir l'autocorrélation au lag  $k$  et si on plot la suite des autocorrélations au différent lag cela nous donnera l'ACF.



On remarque ici qu'une très grande partie des lags reste dans la bande à 95%, on peut considérer ça comme du bruit blanc et supposer qu'il n'y pas de dépendance au niveau des rendements.

Un test de Ljung-Box pourrait nous permettre de tester l'hypothèse de bruit blanc des rendements. Ce serait plus rigoureux mais une  $p$  value positive ( $> 0.05$ ) ne voudra pas forcément dire que l'autocorrélation sera exploitable en guise de prédiction.

## Exercice 3 :

### a) objectif et intérêt des modèles GARCH :

Le modèle GARCH tel qu'introduit en économétrie par Engle permet en finance de modéliser et prévoir la volatilité conditionnelle (racine carrée de la variance conditionnelle) de variables comme les rendements boursiers.

Engel fait l'observation suivante dans les séries financières, la variance des rendements n'est pas constante : certaines périodes sont plus volatiles que d'autres, il y a des périodes de fortes volatilités et de faible volatilité. Le modèle GARCH permet donc de modéliser cette variance variable dans le temps et de saisir l'alternance entre période calme et période de forte volatilité.

Les modèles GARCH ont aussi une capacité de prédiction de la volatilité future, ce qui permet une bonne gestion des risques des produits financiers.

### b) Estimation du modèle GARCH (1,1) et interprétation des résultats :

Les résultats du modèle GARCH (1,1) révèlent des dynamiques de volatilité distinctes entre les trois secteurs analysés. Tout d'abord, on observe que les trois séries présentent une très forte persistance de la volatilité (mesurée par la somme  $\alpha + \beta$ ), avec des valeurs proches de 1 : 0.98 pour le World ETF, 0.984 pour Banks, et 0.98 pour Heath. Cela indique que les chocs de volatilité ont des effets durables dans le temps, ce qui est typique des séries financières.

Le secteur bancaire affiche la plus grande persistance, ce qui suggère que les périodes de forte volatilité y sont plus longues et plus auto corrélée que dans les autres secteurs. Cela peut refléter la sensibilité du secteur aux cycles économiques ou aux événements systémiques. L'indice World est légèrement moins persistant, ce qui peut être dû à la diversification géographique et sectorielle qui le compose. Le secteur de la santé, bien qu'aussi persistant, montre une volatilité un peu moins durable, ce qui peut refléter un comportement plus défensif ou résilient en période de stress de marché.

Analyse de World (colonne: world)

=== Résultats GARCH(1,1) pour World ===

Constant Mean - GARCH Model Results

```
=====
Dep. Variable:          world    R-squared:          0.000
Mean Model:            Constant Mean    Adj. R-squared:      0.000
Vol Model:             GARCH    Log-Likelihood:     -3309.27
Distribution:          Normal    AIC:               6626.53
Method:               Maximum Likelihood    BIC:               6650.04
                                     No. Observations:      2636
Date:                 Thu, May 15 2025    Df Residuals:       2635
Time:                 23:01:43    Df Model:           1
=====
```

Mean Model

```
=====
              coef    std err          t      P>|t|     95.0% Conf. Int.
-----+-----
mu           0.0746  1.523e-02     4.900  9.603e-07 [4.477e-02, 0.104]
=====
```

Volatility Model

```
=====
              coef    std err          t      P>|t|     95.0% Conf. Int.
-----+-----
omega        0.0406  1.024e-02     3.968  7.238e-05 [2.057e-02,6.071e-02]
alpha[1]     0.1471  2.746e-02     5.356  8.516e-08 [9.326e-02, 0.201]
beta[1]      0.8118  3.097e-02    26.210  2.059e-151 [ 0.751, 0.872]
=====
```

Covariance estimator: robust

Le modèle GARCH (1,1) estimé pour l'ETF World montre une forte persistance de la volatilité ( $\alpha + \beta = 0.9589$ ), ce qui indique que les chocs ont un effet durable sur la variance. Tous les coefficients sont significatifs, ce qui valide le choix du modèle. L'ETF réagit donc lentement aux nouvelles informations, avec une volatilité qui s'ajuste progressivement.

Analyse de Banks (colonne: banks)

=== Résultats GARCH(1,1) pour Banks ===

Constant Mean - GARCH Model Results

```
=====
Dep. Variable:          banks    R-squared:          0.000
Mean Model:            Constant Mean    Adj. R-squared:      0.000
Vol Model:             GARCH    Log-Likelihood:    -4987.21
Distribution:          Normal    AIC:              9982.42
Method:               Maximum Likelihood    BIC:              10005.9
                               No. Observations:      2636
Date:                 Thu, May 15 2025    Df Residuals:      2635
Time:                 23:01:43    Df Model:          1
=====
```

Mean Model

```
=====
              coef    std err          t      P>|t|     95.0% Conf. Int.
-----
mu           0.0829   2.844e-02     2.916   3.549e-03 [2.718e-02, 0.139]
=====
```

Volatility Model

```
=====
              coef    std err          t      P>|t|     95.0% Conf. Int.
-----
omega        0.0916   2.846e-02     3.219   1.286e-03 [3.583e-02, 0.147]
alpha[1]     0.1269   2.669e-02     4.754   1.997e-06 [7.456e-02, 0.179]
beta[1]       0.8509   2.521e-02    33.757   8.558e-250 [ 0.802, 0.900]
=====
```

Covariance estimator: robust

Pour l'ETF Banks, la persistance est encore plus élevée ( $\alpha + \beta = 0.9778$ ), signe d'une volatilité très autocorrélée dans le temps. Cela traduit une mémoire longue des chocs sur le marché bancaire. Le coefficient  $\omega$  est plus élevé que pour les autres ETF, ce qui suggère une variance de base plus importante.



Analyse de Health (colonne: health)

=== Résultats GARCH(1,1) pour Health ===

Constant Mean - GARCH Model Results

```
=====
Dep. Variable:          health    R-squared:                0.000
Mean Model:            Constant Mean    Adj. R-squared:          0.000
Vol Model:             GARCH          Log-Likelihood:        -3604.73
Distribution:          Normal          AIC:                  7217.46
Method:               Maximum Likelihood    BIC:                  7240.97
                                     No. Observations:        2636
Date:                 Thu, May 15 2025    Df Residuals:          2635
Time:                 23:01:43           Df Model:              1
=====
```

Mean Model

```
=====
              coef    std err          t      P>|t|     95.0% Conf. Int.
-----
mu           0.0505  1.772e-02     2.848  4.396e-03  [1.574e-02,8.518e-02]
=====
```

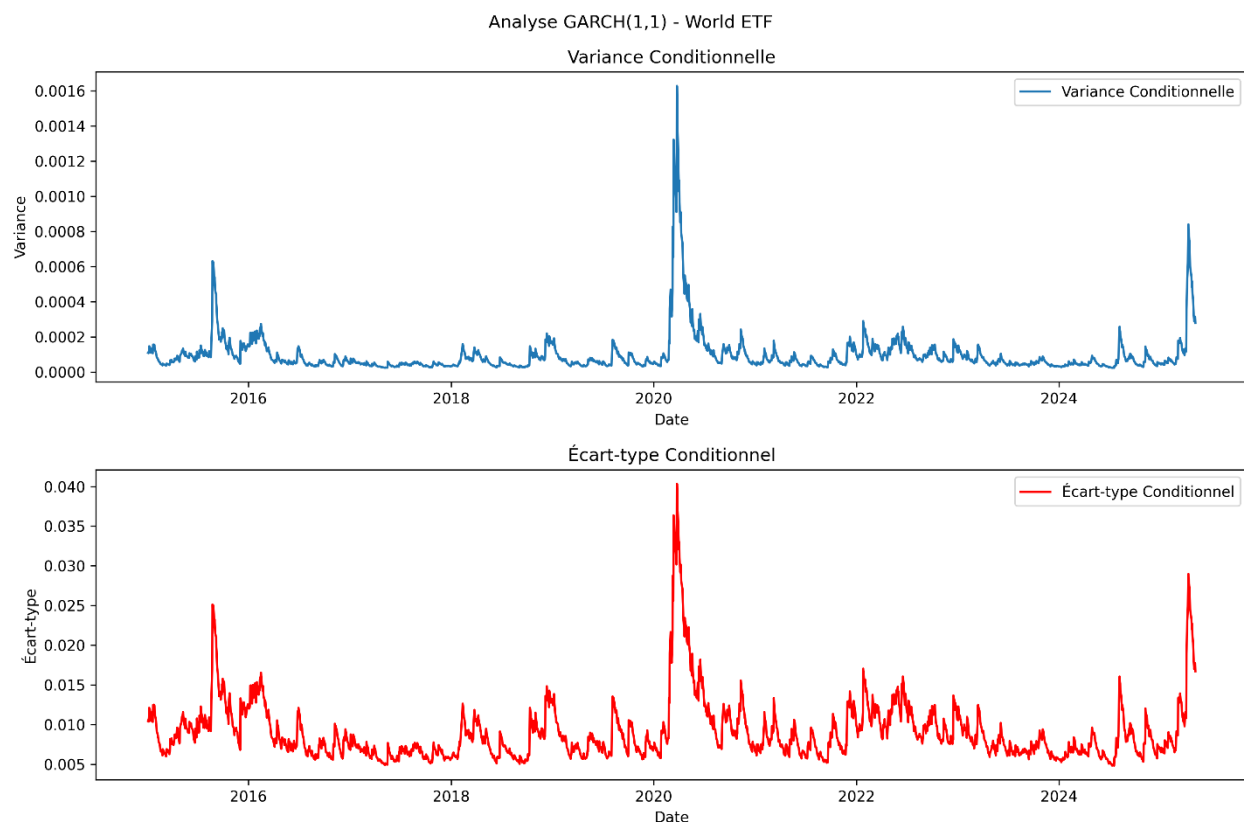
Volatility Model

```
=====
              coef    std err          t      P>|t|     95.0% Conf. Int.
-----
omega        0.0427  2.322e-02     1.838  6.601e-02  [-2.823e-03,8.819e-02]
alpha[1]     0.0983  3.208e-02     3.065  2.177e-03  [3.545e-02, 0.161]
beta[1]      0.8604  5.165e-02    16.660  2.581e-62  [ 0.759, 0.962]
=====
```

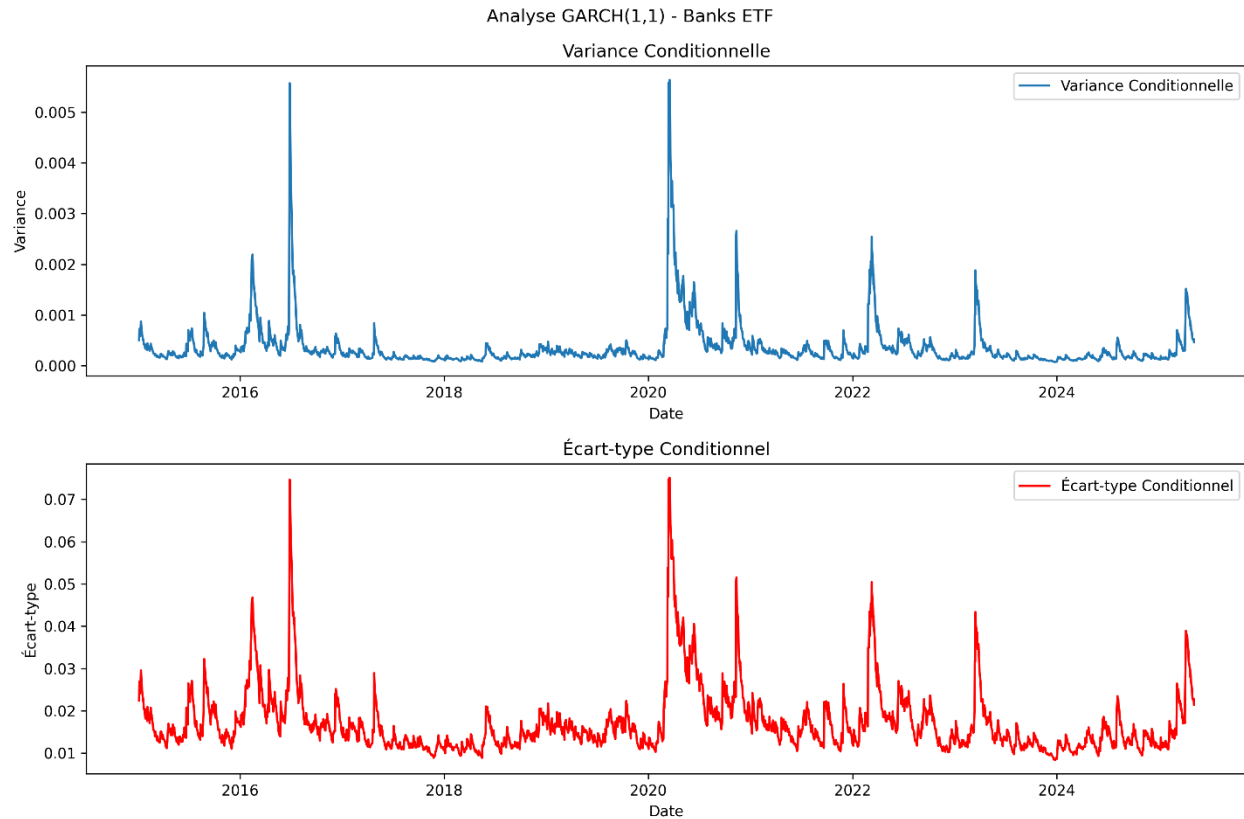
Covariance estimator: robust

L'ETF Health présente une dynamique de volatilité légèrement moins persistante ( $\alpha + \beta = 0.9587$ ), mais toujours significative. La variance réagit un peu plus rapidement aux nouveaux chocs que Banks. Les coefficients sont significatifs, et le modèle capture bien la dépendance temporelle des rendements.

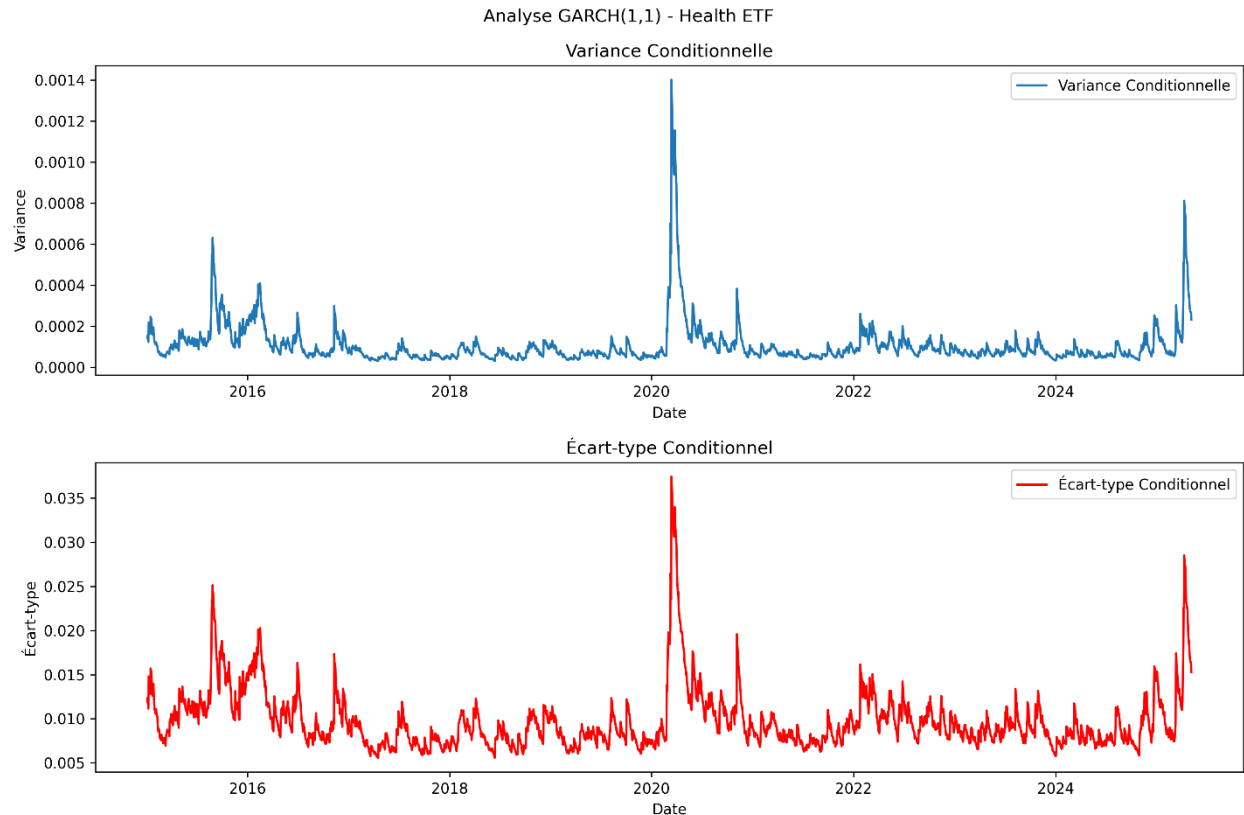
### c) Analyse graphique de la variance et de l'écart-type conditionnels



Le Graphiques de la variance conditionnelle de l'ETF World montre une volatilité relativement faible et stable entre 2017 et début 2020. Toutefois, on observe une nette hausse de la volatilité à la fin de l'année 2015 et durant 2016, en lien avec la chute des marchés chinois à l'été 2015, qui avait provoqué une onde de choc sur les marchés mondiaux. Ensuite, la volatilité atteint un pic très marqué en 2020 lors du krach lié à la crise du COVID-19. Enfin, une période prolongée de volatilité élevée entre 2022 et 2023 reflète probablement des tensions économiques persistantes (hausse des taux, inflation, incertitude géopolitique).



Les pics principaux observés en 2020, 2022, et plus récemment fin 2024, coïncident avec les mêmes chocs macroéconomiques globaux évoqués précédemment. Toutefois, ce qui distingue le secteur bancaire est l'amplitude et la durée prolongée de sa réaction. La volatilité y est non seulement plus intense, mais aussi plus durable, ce qui est cohérent avec une forte persistance mesurée ( $\alpha + \beta = 0.9786$ ). Cela suggère une exposition accrue aux aléas systémiques, en lien avec les taux d'intérêt, la régulation, et la confiance du marché.



L'ETF Santé après une période relativement calme, une première montée de la volatilité est visible autour de 2016, dans un contexte global déjà commenté précédemment. Le pic le plus remarquable intervient en 2020, avec une envolée brutale de l'écart-type conditionnel à près de 0.035, ce qui s'explique naturellement par le rôle central du secteur dans la crise du COVID-19. Contrairement aux ETF World et Banks, la volatilité redescend ensuite rapidement et oscille sans former de phase prolongée. Cette dynamique plus réactive mais moins durable pourrait témoigner d'une perception plus défensive du secteur santé, souvent considéré comme relativement stable. Enfin, on observe une reprise de la volatilité fin 2024, en phase avec les incertitudes politiques déjà évoquées, notamment liées à l'élection présidentielle américaine.

Les graphiques issus du modèle GARCH (1,1) révèlent une dynamique claire de la volatilité conditionnelle sur les marchés. Une observation frappante est la faible volatilité quasi persistante entre 2017 et début 2020, notamment sur l'ETF World, traduisant une période de relative stabilité macroéconomique, de croissance modérée et de politiques monétaires accommodantes. Cette phase contraste fortement avec la forte instabilité qui suit à partir de mars 2020, avec les chocs successifs du COVID-19, la guerre en Ukraine, et la hausse des taux postpandémie.

Un autre point d'attention est la hausse significative de la volatilité entre fin 2015 et fin 2016, particulièrement visible sur l'ETF World. Cette augmentation peut s'expliquer par plusieurs facteurs économiques et politiques marquants :

- Crise des marchés chinois (l'été 2015) : effondrement de la Bourse de Shanghai et ralentissement de la croissance chinoise ont provoqué une onde de choc sur les marchés

mondiaux;

- Baisse brutale des prix du pétrole en 2015–2016 : les inquiétudes sur la croissance mondiale ont accentué la volatilité;

- Vote du Brexit (en juin 2016) : événement très incertain qui a provoqué un regain de stress sur les marchés européens.

Ces événements ont contribué à augmenter la perception du risque et de l'incertitude, ce qui s'est traduit par une hausse mesurable de la variance conditionnelle dans les séries financières.

Globalement, on constate que le secteur bancaire reste le plus exposé à la volatilité, en raison de sa dépendance à la conjoncture économique et aux politiques monétaires. Le marché mondial reflète quant à lui les chocs systémiques globaux, tandis que le secteur santé se comporte de manière plus défensive, avec une volatilité plus modérée et moins persistante, sauf en période de crise sanitaire.

## Exercice 4 :

### a) Modèle GARCH multivarié : objectifs et intérêt

Les modèles GARCH multivariés ont pour objectif principal de modéliser la volatilité conditionnelle de plusieurs séries financières simultanément, tout en tenant compte de leurs interdépendances. Contrairement aux modèles univariés, ils permettent de capturer non seulement la dynamique propre à chaque série, mais aussi la façon dont les volatilités et les chocs se propagent entre actifs. Cela est particulièrement utile pour évaluer les risques communs ou spécifiques à différents marchés ou secteurs.

Dans notre cas, nous allons appliquer un modèle GARCH multivarié aux rendements de trois indices financiers : Health, World et Banks. Cela nous permettra d'analyser la co-volatilité entre ces secteurs et de mieux comprendre comment les incertitudes ou les crises affectent simultanément ces marchés, ce qui est essentiel pour la gestion du risque et la diversification de portefeuille.

b) Estimation du modèle BEKK entre l'indice World et l'ETF Banks :

```

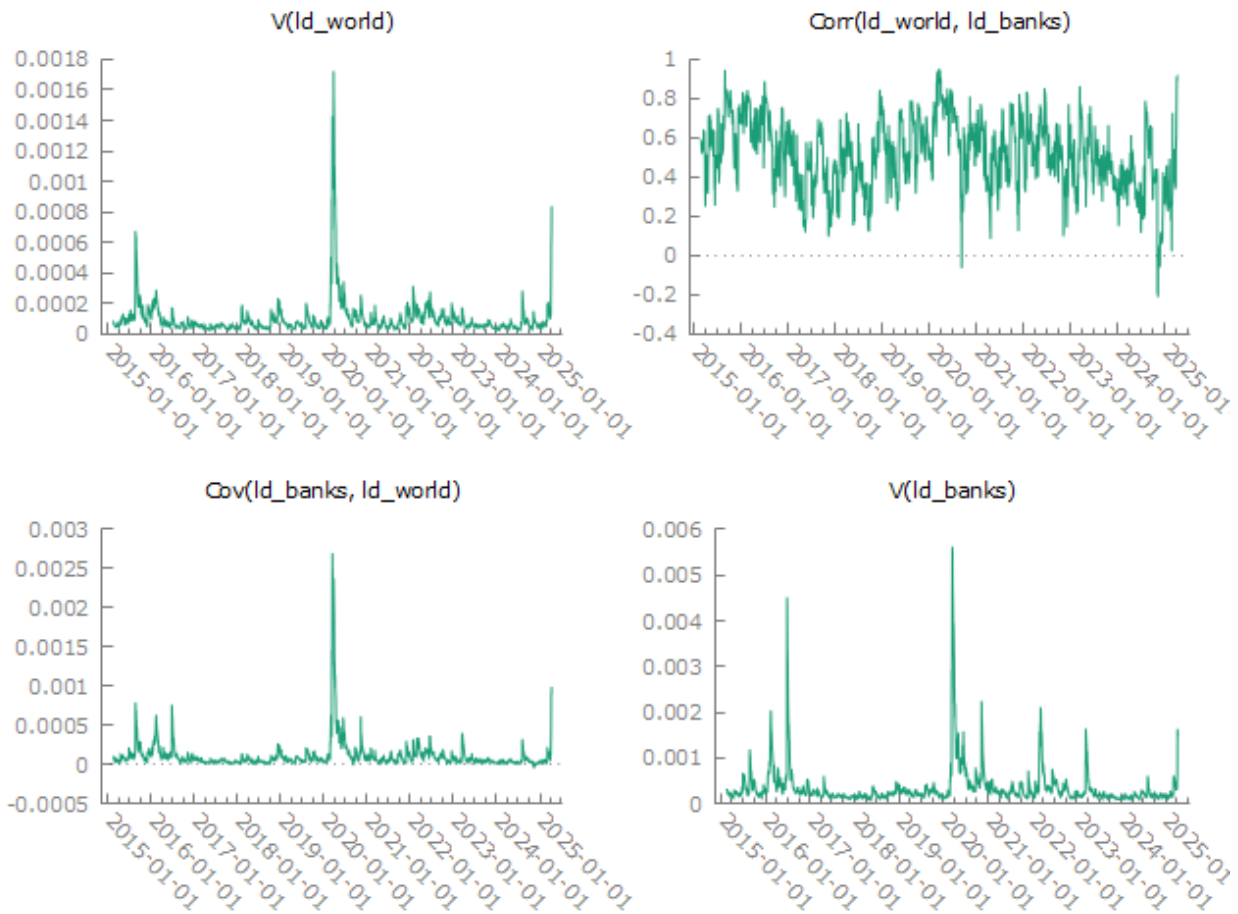
BEKK Model --- vcvttype = QMLE (Sandwich)
Conditional mean equations:
Equation 1: ld_world
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
const      0.000710212    0.000155729    4.561    5.10e-06 ***
ld_world_1  0.0286512         0.0268560     1.067     0.2860
ld_banks_1 -0.00826038        0.0116109    -0.7114    0.4768
Equation 2: ld_banks
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
const      0.000669336    0.000275260    2.432     0.0150 **
ld_world_1  0.00427646         0.0499032     0.08570    0.9317
ld_banks_1  0.0246976         0.0291076     0.8485     0.3962
Conditional variance parameters:
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
C[ 1, 1]    0.00159344     0.000364899    4.367     1.26e-05 ***
C[ 2, 1]    0.00132669     0.000932802     1.422     0.1550
C[ 1, 2]    0.000000         0.000000        NA        NA
C[ 2, 2]    0.00264026     0.000589758    4.477     7.58e-06 ***
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
A[ 1, 1]    0.324472         0.0611561     5.306     1.12e-07 ***
A[ 2, 1]    0.114094         0.102538      1.113     0.2658
A[ 1, 2]    0.00383603     0.0211797     0.1811     0.8563
A[ 2, 2]    0.297574         0.0561846     5.296     1.18e-07 ***
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
B[ 1, 1]    0.931357         0.0294632    31.61     2.62e-219 ***
B[ 2, 1]   -0.0311327        0.0478158    -0.6511     0.5150
B[ 1, 2]    0.000768034     0.00979105     0.07844     0.9375
B[ 2, 2]    0.939692         0.0228575    41.11     0.0000 ***
Sample size = 2647
Average loglikelihood = 6.27192

```

On remarque que seules les constantes sont significatives, dans les équations des moyennes conditionnel. Pour ce qui est de la variance structurelle du marché, la valeur est significative forcément, mais la valeur est aussi significative pour la variance de base de l'etf banks,

On remarque qu'un choc sur l'etf world va augmenter sa propre variance de manière significative, de même pour l'etf banks , cependant les chocs de l'un sur l'autre n'augmente pas de manière significative leur variance.

Enfin on retrouve la même chose pour que leur volatilité respectivement sont très persistente avec des coeffs a 0.93 mais il n'y a pas de de diffusion de world -> banks ou banks->world, on peut donc conclure que l'etf banks a une volatilité inconditionnelle très forte mais qu'il probablement pas de lien dynamique au niveau de leur volatilité.



Petit commentaire très intéressant sur la corrélation de l'etf world et banks , on remarque que juste après le spike de la covid-19, l'etf banks et world avait une corrélation à 0 voir en dessous, ce qui voulait dire que les deux etf n'avait plus aucun lien linéaire perceptible à ce moment-là, ici aussi c'est une situation de choc ce qui fait que la corrélation revient oscillée autour de 0.68 pour world\_health et 0.60 pour world\_banks.



c) Estimation du modèle BEKK entre l'indice World et l'ETF Health :

```

BEKK Model --- vcvttype = QMLE (Sandwich)
Conditional mean equations:
Equation 1: ld_world
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
const      0.000701511    0.000156614    4.479    7.49e-06 ***
ld_world_1  0.0201269          0.0304287     0.6614   0.5083
ld_health_1 -0.00211168         0.0264511    -0.07983  0.9364
Equation 2: ld_health
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
const      0.000616317    0.000187577    3.286    0.0010 ***
ld_world_1  0.0662844          0.0340357     1.947    0.0515 *
ld_health_1 -0.0262508         0.0307084    -0.8548   0.3926
Conditional variance parameters:
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
C[ 1, 1]    0.00188139    0.000384642    4.891    1.00e-06 ***
C[ 2, 1]    0.00204813    0.000929373    2.204    0.0275 **
C[ 1, 2]    0.000000      0.000000      NA      NA
C[ 2, 2]    0.000101792    0.00813769     0.01251  0.9900
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
A[ 1, 1]    0.310789      0.124068      2.505    0.0122 **
A[ 2, 1]    0.0957358     0.101286      0.9452   0.3446
A[ 1, 2]    0.104924      0.137694      0.7620   0.4461
A[ 2, 2]    0.226372     0.0808369     2.800    0.0051 ***
      coefficient      std. error      z      p-value
-----
B[ 1, 1]    0.939472      0.0531500     17.68    6.43e-070 ***
B[ 2, 1]   -0.0143961     0.0566384     -0.2542   0.7994
B[ 1, 2]   -0.0551776     0.0683308     -0.8075   0.4194
B[ 2, 2]    0.944396     0.0464807     20.32    8.91e-092 ***
Sample size = 2647
Average loglikelihood = 6.8858

```

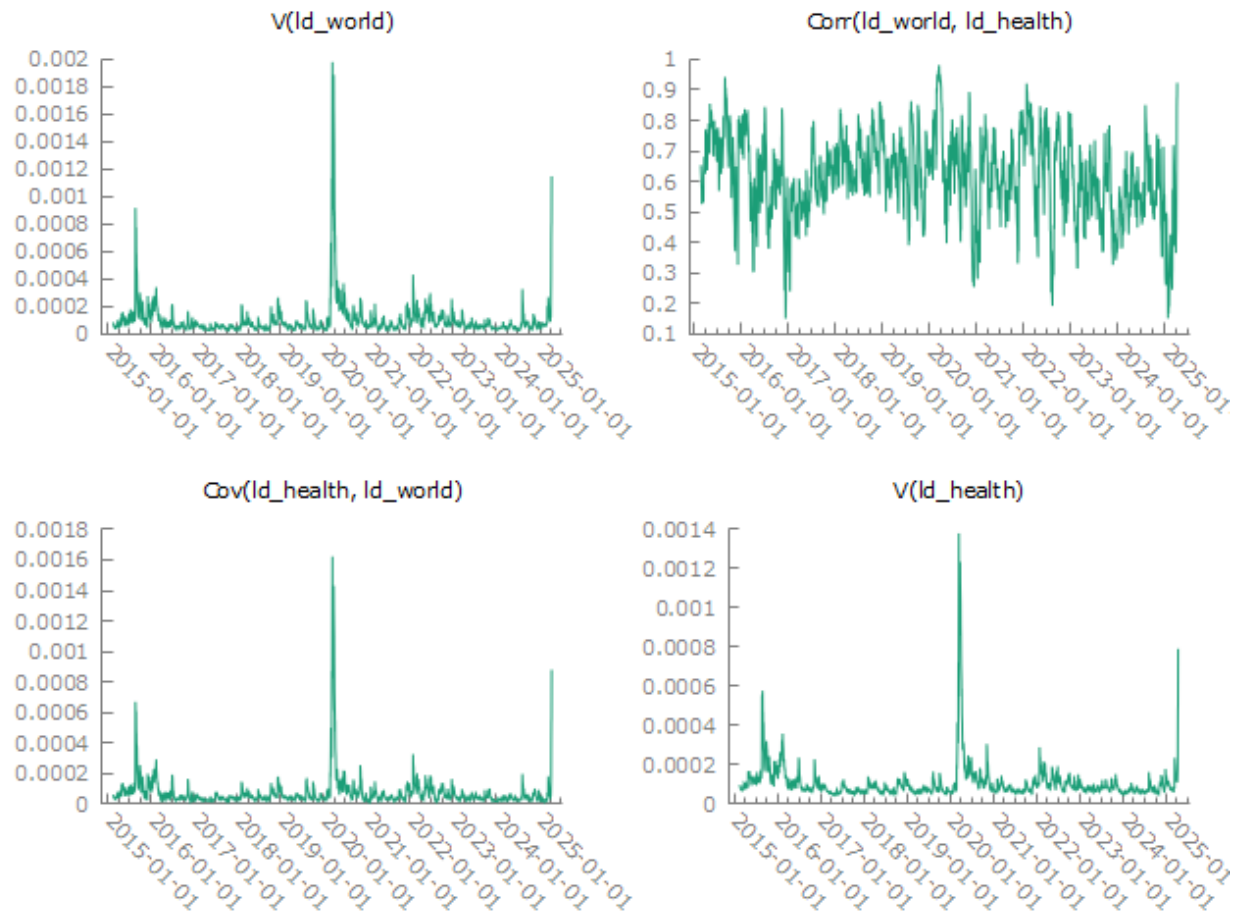
Dans ce BEKK(1,1) entre world et health , on remarque quelque chose de différent car en plus des constantes qui sont significatives, on a world et health qui partage un risque commun bon après le coefficient n'est que significatif a 10% donc à prendre avec du recul.

On retrouve pour ce qui est de des différente matrices qui font la variance conditionnelle, on retrouve forcément le nôtre variance de marché, mais ici on a aussi la variance partagée sans même qu'il y est de choque (\*\* à 5%).

On a comme plus haut l'auto impacte des chocs sur leur propre variance mais pas d'influence des chocs entre eux.

Et de même des volatilités propres à eux très persistante mais aucunes diffusions perceptibles statistiquement, donc les chocs entre eux n'ont pas de durée dans le temps.





Il est intéressant de noter qu'avec nos graphiques on voit quand même que la covid-19 a fait spiké les variances et covariances et même les corrélations dans tous les etfs. Mais étant donné que c'est juste un choc, il n'a pas persisté comme les modèles nous le prévois.

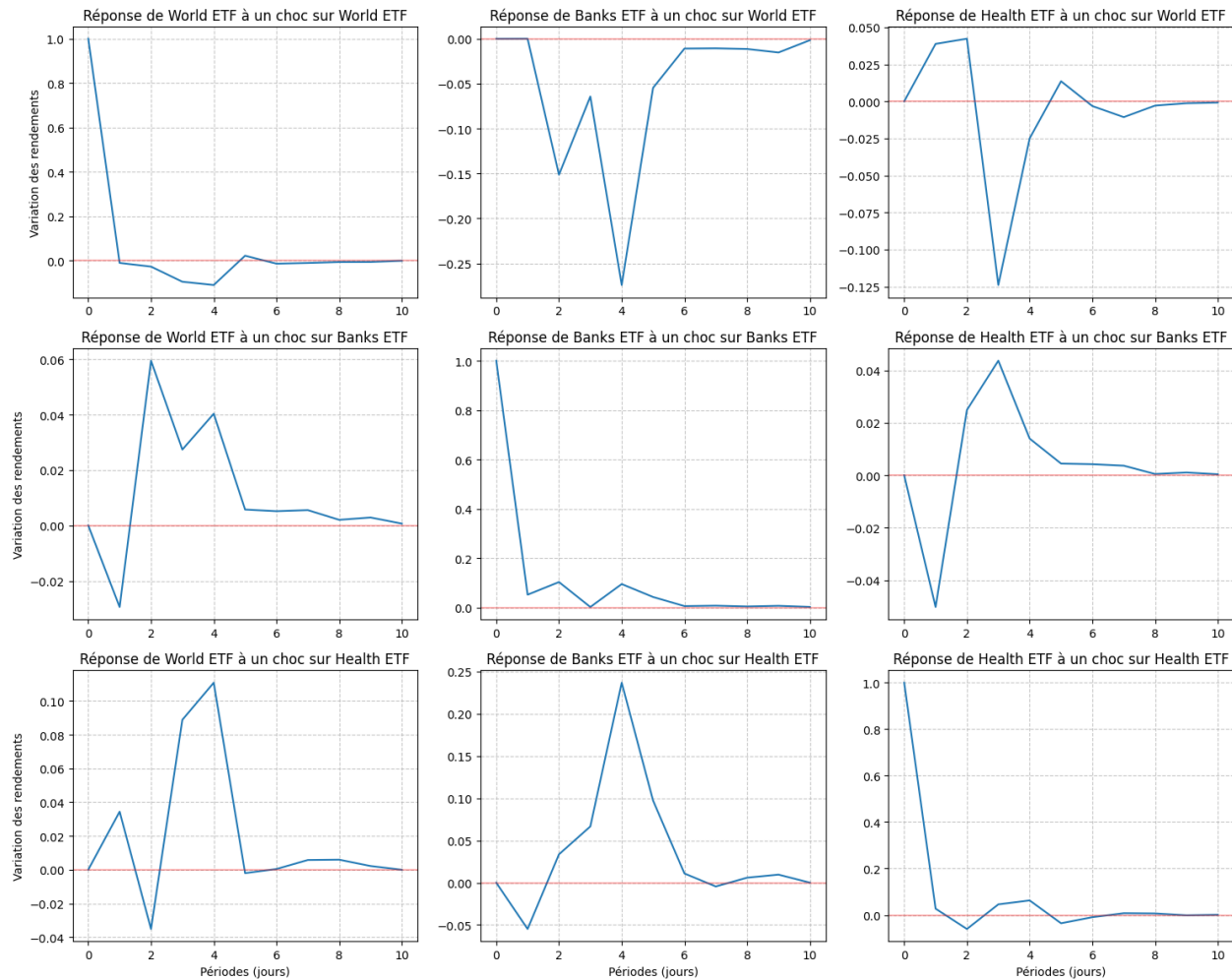
## Exercice 5 :

### a) Modèle VAR : Objectif et intérêt

Les modèles vectoriels auto-régressifs (VAR) ont pour objectif de modéliser les relations dynamiques entre plusieurs séries temporelles, en tenant compte des interactions entre elles. Chaque variable  $y$  est expliquée à la fois par ses propres valeurs passées et par celles des autres variables du système.

Ce type de modèle est particulièrement utile en économie et en finance, notamment pour étudier les interdépendances, effectuer des prévisions ou analyser les effets de chocs via les fonctions de réponse impulsionnelle. Dans notre cas, nous appliquerons un modèle VAR à trois variables financières : les volatilités conditionnelles des indices sectoriels Health, Banks, et World, afin d'analyser leurs interactions dynamiques et d'identifier d'éventuels effets de transmission entre ces marchés. Le modèle VAR permet ainsi une approche souple et empirique, sans imposer de relations structurelles a priori.

## b) Modèle VAR : estimation et analyse



### World:

L'indice World ETF réagit à ses propres chocs de manière oscillante, ce qui traduit une dynamique de correction typique des marchés globaux. Immédiatement après un choc positif, l'indice connaît une première baisse, avant de rebondir brièvement, puis de plonger à la période 4 autour de -0.15. Cette chute peut être interprétée comme une phase de prise de bénéfices ou de réévaluation par les marchés, probablement causée par l'anticipation d'un retour à l'équilibre. Par la suite, l'indice remonte légèrement, puis converge progressivement vers zéro, ce qui confirme que les effets de ses propres chocs sont transitoires mais non négligeables. En réponse à un choc dans le secteur bancaire, le World ETF montre une réaction modérée, avec un effet légèrement positif autour de  $t=2$  (+0.06), ce qui suggère que le secteur bancaire contribue marginalement à la dynamique mondiale. Toutefois, cette influence reste temporaire, et l'impact se dissipe au bout de quelques périodes. À l'inverse, un choc sur le secteur de la santé déclenche une réponse plus significative. L'effet se manifeste d'abord timidement, avant d'atteindre un pic positif de +0.11 à la période 4. Cela indique que le secteur de la santé exerce une influence notable sur l'indice mondial, probablement parce qu'il est perçu comme une composante essentielle de l'économie globale, notamment en période d'incertitude (ex. pandémie, vieillissement démographique). En résumé, le World ETF absorbe les chocs de

manière plutôt stable, mais reste modérément influencé par les évolutions des secteurs défensifs comme la santé.

#### Banks:

L'indice Banks ETF montre une forte réponse à ses propres chocs, illustrant une dynamique interne puissante. Après une impulsion initiale, l'indice rebondit avec vigueur à la période 2 (+0.1), subit une baisse temporaire, puis connaît une nouvelle hausse équivalente à la période 4, avant de s'atténuer lentement vers zéro. Cette persistance traduit une structure sectorielle très auto-référencée, probablement liée à l'effet de levier financier, aux politiques monétaires et à la régulation bancaire, qui font que les chocs dans ce secteur mettent plus de temps à se résorber. Face à un choc global (World ETF), l'indice bancaire réagit de façon très négative, atteignant un creux à -0.26 à la période 4. Cela montre une forte sensibilité du secteur bancaire aux conditions macroéconomiques globales. Ce comportement est cohérent avec le fait que les banques, en tant qu'intermédiaires financiers, dépendent étroitement de la stabilité des marchés, des taux d'intérêt et de la confiance économique générale. Enfin, un choc sur le secteur de la santé induit une réponse plutôt positive, avec un pic à +0.24. Cela peut sembler surprenant, mais pourrait s'expliquer par une revalorisation du risque systémique : lorsque le secteur santé se porte bien, cela envoie un signal de stabilité générale, qui profite indirectement au secteur bancaire. Ce lien, bien que secondaire, suggère une interaction croissante entre les secteurs traditionnellement considérés comme non corrélés, notamment dans un contexte post-pandémique où les banques ont été exposées aux risques sanitaires globaux.

#### Health:

Le Health ETF présente une dynamique relativement stable et résiliente, ce qui reflète bien la nature défensive de ce secteur. En réponse à ses propres chocs, l'indice montre une légère baisse après une première période (jusqu'à -0.1 à  $t=2$ ), suivie d'un rebond positif, puis d'un retour rapide vers zéro. Cette configuration indique que le secteur absorbe rapidement ses propres fluctuations, sans provoquer de spirales de réaction prolongées. En réaction à un choc global sur l'indice World, le secteur santé montre une certaine instabilité, avec un creux marqué à -0.123 à la période 3, mais sans persistance forte. Cela reflète une sensibilité modérée à l'environnement économique global, peut-être accentuée en période de crise mondiale, mais rapidement corrigée ensuite. Enfin, en réaction à un choc bancaire, la réponse du Health ETF reste modeste et brève, avec des fluctuations positives allant jusqu'à +0.042, suivies d'un retour vers zéro. Cela confirme l'idée que le secteur de la santé évolue de manière relativement indépendante vis-à-vis des cycles économiques traditionnels ou des risques financiers purs. Cette faible interconnexion avec les autres secteurs illustre bien le rôle de ce secteur en tant que valeur refuge dans les portefeuilles diversifiés, et en tant qu'amortisseur potentiel des crises systémiques.

Pour conclure, l'analyse des réponses impulsionnelles montre que les trois ETF — World, Banks et Health — sont liés, mais chacun réagit différemment aux chocs. Le World ETF reste assez stable et revient rapidement à l'équilibre après un choc. Banks est plus sensible, réagissant aux perturbations du marché global et du secteur santé, ce qui reflète son rôle important dans l'économie. Le secteur santé, lui, semble plus résilient face aux chocs des banques, mais peut quand même influencer ce secteur. Ces relations montrent que les secteurs financiers sont connectés, mais que leurs réactions varient, ce qui est important à garder en tête pour gérer les risques et construire des portefeuilles diversifiés.