



LOUVAIN

School of Management

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN

LOUVAIN SCHOOL OF MANAGEMENT

ETUDE DES CORRELATIONS ENTRE TROIS INVESTISSEMENTS ALTERNATIFS ET LES
INDICES BOURSIERS ET OBLIGATIONS GOUVERNEMENTALES DES ETATS-UNIS, DU
ROYAUME-UNI ET DE L'ALLEMAGNE : LE CAS DE L'OR, L'ARGENT ET DES VINS DE
PRESTIGE.

Promoteur : Sophie BEREAU

Mémoire-recherche présenté par Mathieu SENCIE

En vue de l'obtention du titre de

Master en ingénieur de gestion

ANNEE ACADEMIQUE 2014-2015

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier ma promotrice de mémoire Sophie Béreau et Mr Cyril Dossougoin pour leurs conseils et leur aide tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je tiens également à remercier toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce travail par leur aide et leurs encouragements et plus particulièrement à ma maman pour avoir pris le temps de corriger ce mémoire.

Tables des matières

Abstract	1
I. Introduction	3
II. Revue de littérature	7
<i>Les investissements alternatifs</i>	7
<i>Relation entre l'or et l'argent</i>	8
<i>L'indice Liv-ex 50</i>	9
<i>Différences entre l'or et les vins de prestige en tant qu'investissements</i>	10
<i>Déterminants des corrélations entre les rendements des actions et obligations</i>	11
<i>Le concept de valeur refuge</i>	14
III. Données :	17
IV. Estimation des corrélations	19
<i>Corrélation Roulante</i>	19
<i>Dynamic Conditionnal Correlation</i>	20
<i>Statistiques descriptives</i>	22
<i>Analyse des corrélations</i>	23
V. Facteurs d'influence sur les corrélations	29
<i>Choix des variables explicatives</i>	30
<i>Stationnarité des indicateurs</i>	31
<i>Test de racine unitaire</i>	32
VI. Régressions linéaires des DCC par les indicateurs macroéconomiques	35
<i>Résultats des régressions de l'or :</i>	36
<i>Résultat des régressions sur l'argent :</i>	38
<i>Résultat des régressions sur le Liv-ex 50 :</i>	39
<i>Résumé des résultats des régressions :</i>	41
VII. Test de valeur refuge	43
VIII. Conclusion	49
IX. Bibliographie :	53
X. Annexes	57
<i>Annexe 1 : Evolution temporelle des corrélations roulantes et corrélations conditionnelles dynamiques</i>	57
<i>Annexe 2 : Code source de la partie empirique (R Software)</i>	61

ETUDE DES CORRELATIONS ENTRE TROIS INVESTISSEMENTS ALTERNATIFS ET LES INDICES BOURSIERS ET OBLIGATIONS GOUVERNEMENTALES DES ETATS-UNIS, DU ROYAUME-UNI ET DE L'ALLEMAGNE : LE CAS DE L'OR, L'ARGENT ET DES VINS DE PRESTIGE.

Abstract

Ce mémoire étudie les corrélations entre trois actifs alternatifs - l'or, l'argent et les vins de prestige – et les indices boursiers et obligations gouvernementales à long terme des Etats-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne sur une période s'étendant de 2004 à 2014 afin d'inclure la crise de 2008. L'estimation de ces corrélations montre que celles-ci varient fortement en fonction du temps, notamment durant la crise financière de 2008. Une régression de ces corrélations fut ensuite conduite avec comme variables explicatives différents indicateurs macroéconomiques afin d'évaluer quels seraient les déterminants des variations de ces corrélations. Il apparaît que la variable représentant la crise de 2008 soit un déterminant majeur de la variation de ces corrélations. Pour finir, les co-mouvements entre les rendements des trois actifs alternatifs et ceux des indices boursiers et obligations gouvernementales américaines, britanniques et allemandes ont été analysés. On peut observer que l'or et l'argent agissent comme valeur refuge pour les indices boursiers américains et allemands et les obligations gouvernementales américaines et britanniques. Les vins de prestiges peuvent quant à eux être considérés comme des valeurs refuge pour les trois indices boursiers étudiés et les obligations gouvernementales américaines et britanniques.

2.

I. Introduction

Au lendemain de la crise financière de 2008, de nombreux investisseurs ont pris la décision de se tourner vers d'autres types d'investissements que les actifs financiers traditionnels, à savoir les actions et obligations. Ces actifs dits « alternatifs » ont la particularité de posséder de faibles corrélations avec les investissements traditionnels et possèdent des rendements moyens plus élevés. (Jurevičienė et Jakavonytė, 2015)

De plus, depuis quelques décennies les marchés financiers ont fortement augmenté en terme de volume et de valeur, ce qui est aussi le cas pour la variété d'instruments financiers et leur complexité. Suite à l'accroissement de l'interdépendance entre les marchés et les différents actifs financiers existants, l'existence d'un nouveau type d'actif financier simple et relativement sûr s'est fait ressentir (Baur & Lucey, 2010). C'est pourquoi de nombreuses recherches se sont portées sur l'existence de tels actifs nommés « valeurs refuge », qui ont la caractéristique de ne pas varier dans le même sens qu'une action ou obligation en temps de crise. Ceux-ci permettent donc de diminuer le risque d'un portefeuille voire même de compenser les pertes liées à la chute des prix d'un actif financier s'il est négativement corrélé avec la valeur refuge. Gorton et Rouwenhorst (2006) ont étudié les propriétés d'une catégorie d'actifs alternatifs, les matières premières. Ils ont étudié les corrélations entre un indice composé de 36 matières premières de différents secteurs et l'indice S&P 500 et les obligations américaines à long terme. Ils montrent que les matières premières présentent des corrélations négatives en temps de récession avec l'indice S&P500 et les obligations, et qu'investir dans ces matières premières permet de diversifier le risque et de couvrir les pertes occasionnées par la chute des rendements des actifs traditionnels.

C'est pourquoi l'analyse de ce mémoire va se porter sur l'analyse des corrélations entre trois investissements alternatifs et les indices boursiers et obligations gouvernementales à 10 ans des Etats-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne sur une période de temps allant de 2004 à 2014 afin d'inclure la période de crise de 2008. Le choix des actifs alternatifs s'est porté sur l'or, l'argent et les vins de prestige. Ce choix permettra de comparer les caractéristiques d'investissements alternatifs de deux classes différentes avec d'un côté l'or et l'argent, métaux précieux

4.

faisant partie des matières premières et les vins de prestige représentés par l'indice Liv-ex 50 faisant partie des biens de collection (*collectibles*).

La partie empirique de ce mémoire est divisée en trois parties. Dans un premier temps, les corrélations dynamiques entre les trois investissements alternatifs et les indices boursiers et obligations gouvernementales seront estimés selon deux méthodes. La première, les corrélations roulantes, se calcule sur une fenêtre de 22 jours de bourse. La seconde, la méthode des corrélations conditionnelles dynamiques (DCC) d'Engle (2002). Les résultats de ces méthodes nous montrent bien l'importance de considérer la notion de corrélation de manière dynamique, car on peut observer de très nettes variations de celle-ci au cours du temps, quelle que soit la méthode utilisée, notamment durant la crise de 2008 où l'on observe de fortes chutes du coefficient de corrélation, renforçant l'intuition selon laquelle ces investissements alternatifs pourraient être considérés comme des valeurs refuges.

Dans un second temps, notre attention se portera sur les déterminants de ces corrélations. Le choix de ces déterminants se fera sur base de la littérature existante sur les déterminants des corrélations entre actions et obligations. Seront prises en compte dans cette recherche des variables de croissance économique comme le PIB, le taux d'inflation, l'indice de production industrielle et une variable binaire active en période de récession mais aussi des variables d'incertitude financière comme les taux de change USD/EUR et USD/GBP, les indices de volatilité des trois marchés financiers concernés et enfin un proxy du taux sans risque. Ces indicateurs seront utilisés comme variables explicatives dans une équation de régression ayant pour variable dépendante les corrélations conditionnelles dynamiques calculées précédemment. L'objectif de ce test sera donc de déterminer quels facteurs macroéconomiques influencent ces corrélations et si ces déterminants sont les mêmes entre les corrélations relatives à l'or, l'argent et les vins de prestige ou si l'on obtient des différences importantes.

Pour finir, le potentiel d'agir comme valeur refuge en temps de crise sera évalué pour l'or, l'argent et les vins de prestige. De nombreuses recherches à ce propos ont déjà été menées sur l'or, c'est pourquoi ces différents travaux serviront de base à la construction de notre modèle. Baur et Lucey (2010) ont conclu que l'or était une valeur refuge pour les actions américaines, britanniques et allemandes et qu'en

moyenne, les rendements de l'or étaient corrélés négativement avec les rendements des stocks de ces trois pays et positivement avec leurs obligations gouvernementales à long terme. Baur et McDermott (2010) ont porté leur analyse sur un échantillon plus important, à savoir un ensemble d'indices boursiers de 53 pays comportant les pays émergents et développés les plus importants. Ils conclurent que l'or sert de valeur refuge pour la plupart des pays développés mais ne semble pas l'être pour les pays émergents. Le test de valeur refuge se fera en deux temps, tout d'abord une régression linéaire sera effectuée sur l'ensemble de l'échantillon avec pour variables dépendantes les rendements des trois investissements alternatifs et avec pour variables explicatives les rendements des indices boursiers et obligations gouvernementales concernées par ce mémoire. La même régression linéaire sera effectuée sur un sous-échantillon représentant la crise de 2008. Les coefficients de régression nous indiqueront de quelle manière les prix de l'or, l'argent et les vins de prestige varient par rapport aux marchés financiers et aux obligations gouvernementales américaines, britanniques et allemandes. Cela nous permettra donc de conclure si oui ou non ces investissements alternatifs peuvent être considérés comme valeur refuge en temps de crise.

Ce mémoire sera organisé comme suit :

Le chapitre 2 est une revue de littérature des différentes recherches existantes sur les sujets abordés dans ce mémoire, le chapitre 3 présente les données utilisées dans ce mémoire, le chapitre 4 traite de l'estimation des corrélations entre les différents produits financiers, le chapitre 5 traite quant à lui du choix des facteurs d'influence de ces corrélations, le chapitre 6 inclut les tests visant à tester la significativité de ces facteurs d'influences sur les corrélations, le chapitre 7 contient les tests de valeur refuge des trois actifs alternatifs et le chapitre 8 conclut ce mémoire.

6.

II. Revue de littérature

La littérature abonde de recherches concernant l'étude des corrélations entre des investissements alternatifs et le marché des actions et des obligations. Bon nombre de ces articles ont pour objectif de prouver l'existence de ces corrélations et de les mesurer, mais très peu d'entre eux ont essayé de déterminer quels pourraient être les facteurs influençant ces corrélations, ce qui sera un des objectifs de ce mémoire. Dans un premier temps, cette revue de littérature présentera un bref aperçu des marchés des trois produits financiers concernés par cette recherche afin de déceler les éventuelles différences pouvant exister au sein de produits financiers classés sous la même étiquette d'investissements alternatifs. Ensuite, nous nous attarderons sur les recherches portant sur les déterminants des co-mouvements de différents actifs financiers afin d'établir un cadre théorique sur lequel se baseront les tests de la partie pratique. Enfin, nous examinerons les recherches existantes portant sur le potentiel de ces investissements alternatifs à être considéré comme valeur refuge pour différents produits financiers.

Les investissements alternatifs

La présence de chocs dans les marchés financiers a poussé les investisseurs à chercher de nouveaux moyens pour diversifier leurs portefeuilles d'actions. Leur objectif premier étant bien entendu de maximiser le rendement de ce portefeuille tout en diminuant au maximum le risque de celui-ci. De nombreux chercheurs ont montré qu'il était possible d'arriver à ce résultat en incorporant des investissements alternatifs dans les portefeuilles des investisseurs. Jurevičienė et Jakavonytė (2015) présentent leurs caractéristiques principales. Tout d'abord ces actifs financiers présentent de faibles corrélations avec les investissements traditionnels, ce qui incite à les utiliser dans le cadre d'une diversification de portefeuille. De plus, il semblerait que ces investissements alternatifs présentent des rendements moyens plus élevés en moyenne que ceux des investissements traditionnels. Il existe une très large variété d'investissements alternatifs et pour certains d'entre eux, notamment les biens de collections, ces actifs peuvent aussi procurer un sentiment de plaisir personnel en plus de l'investissement purement financier. L'inconvénient de ce type d'investissement est qu'il est assez difficile pour un investisseur lambda de se lancer

8.

dans ces marchés qui nécessitent d'importants fonds initiaux et un haut niveau de connaissances afin de déterminer leur valeur. Par ailleurs, certains de ces actifs ne peuvent pas être considérés comme liquides dans le sens où certains objets de collection par exemple, ne peuvent pas être revendus instantanément comme une action ou une obligation. C'est pourquoi un investisseur se tournant vers les actifs alternatifs devra considérer un horizon d'investissement plus lointain qu'avec un actif traditionnel. De plus, ces actifs ne rapportent pas de revenus à période constante comme le ferait une obligation. L'or, l'argent et les vins de prestige font partie de ces investissements alternatifs et feront l'objet de l'analyse de ce mémoire.

Relation entre l'or et l'argent

L'or et l'argent ont été considérés pendant un long moment comme substituts l'un de l'autre pour réduire le même type de risque de portefeuille. Cette affirmation induit que la demande de ces métaux précieux pourrait être influencée par les mêmes variables économiques et qu'il existerait une forte interdépendance entre les prix de l'or et de l'argent. Ces métaux sont tout deux utilisés dans des procédés industriels mais il existe de grandes différences dans leur utilisation. C'est pourquoi ils partagent un certain nombre de déterminants de leur prix mais chacun possède aussi une série propre de *driver* de prix.

Escribano et Granger (1998) se sont donc intéressés à la relation existant entre les prix de l'or et de l'argent. Ils ont tout d'abord testé l'influence de l'explosion d'une bulle spéculative relative à l'argent sur la cointégration entre les prix de l'or et de l'argent. Ils ont trouvé des signes de cointégration plus importants pendant et après cette bulle spéculative, renforçant l'idée d'une relation très forte entre les prix de ces deux produits. Leur deuxième découverte vient de l'analyse des périodes les plus récentes de leur base de données qui possèdent la plus faible volatilité des données analysées, suivent un modèle paraissant en étroite adéquation avec une théorie de marché efficient et qui exhibent un des plus hauts ratios des prix de l'or par rapport à ceux de l'argent, environ 60 à ce moment. Ceci indiquant probablement que les deux marchés seraient en train de se séparer.

Cet article a été la source d'un grand nombre de recherches qui ont eu pour but d'étudier la cointégration de l'or et de l'argent sur des périodes ultérieures à celle étudiées par Escribano et Granger. Notamment Ciner (2001) indique que la relation à

long terme entre les prix de l'or et de l'argent a disparu dans les années 1990, ceci étant du notamment au fait que les prix de ceux-ci sont influencés par des facteurs d'offre et de demande différents car ces deux produits ont des utilisations économiques différentes et sont donc affectés par des facteurs micro/macroéconomiques différents. Lucey et Tully (2003) réfutent quant à eux les conclusions de Ciner et critiquent le caractère statique de cette recherche. Ils proposent donc une analyse dynamique de la cointégration de l'or et l'argent et concluent sur l'existence à long terme (> 1an) de cointégration entre l'or et l'argent mais que cette relation pouvait être affaiblie voire non existante sur certaines périodes.

Cette conclusion nous pousse donc à comparer l'or et l'argent dans cette étude car c'est l'évolution des corrélations entre les investissements alternatifs et les indices boursiers et obligations gouvernementales qui nous intéresse. C'est donc aussi un processus dynamique dans lequel on pourrait observer des différences entre le long et le court terme, c'est pourquoi il paraît plus sage d'étudier ces deux produits séparément.

L'indice Liv-ex 50

Les vins de prestige ont depuis de nombreuses décennies été achetés en tant qu'investissement, mais leur demande est de plus en plus forte depuis la dernière crise financière pour la bonne et simple raison que la croyance veut que l'investissement en vins de prestige ne soit pas influencé par la crise.

Ces investissements en vins se font via la bourse d'échange Liv-ex (*London International Vintners Exchange*). C'est plus particulièrement l'indice Liv-ex 50 qui nous intéressera dans ce mémoire : il comprend les prix quotidiens des vins de prestige les plus échangés sur le marché à savoir les dix millésimes les plus récents des cinq Grand Crus de Bordeaux : Haut Brion, Laffite Rothschild, Latour, Margaux et Mouton Rothschild.

Ricardo (2013) définit les caractéristiques suivantes comme constitutives du potentiel d'investissement d'un vin de prestige :

Pédigrée : Le vin doit être produit dans un domaine dont le nom est synonyme de qualité et prestige.

10.

Longévité : Le vin doit être capable de vieillir au moins 25 ans avec une maturité survenant au moins après 10 ans.

Liquidité : Il doit être produit en quantité suffisante pour être acheté et vendu sur le marché secondaire.

Succès critique : Le vin doit avoir reçu de bonnes critiques d'un ou plusieurs spécialistes mondiaux du vin (Robert Parker, Wine Spectator, etc.)

Ricardo (2013) identifie aussi de nombreux avantages à investir dans les vins de prestige. Tout d'abord ceux-ci présentent un taux de rendement annuel moyen supérieur à la plupart des actifs n'offrant pas de rendements périodiques et présentent une volatilité moins élevée. De plus, c'est un très bon investissement pour diversifier son portefeuille car il présente de très faibles corrélations avec les autres types d'actifs financiers (actions et obligations). Enfin, c'est un bon moyen pour se couvrir de l'inflation du fait que ce soit un investissement tangible qui souffre moins, en règle générale, de l'inflation mais permet aussi de se prémunir de la chute des taux de change car il est possible de les acheter ou les vendre dans des marchés étrangers avec une autre monnaie. Par contre, comme tout investissement, il existe certains risques à investir dans les vins de prestige. Tout d'abord le marché des vins de prestige n'est pas considéré comme étant liquide, c'est-à-dire que cela prend plus de temps pour revendre ces vins que de revendre une action par exemple. Etant un bien consommable tangible, les vins de prestige sont sujets à la dégradation et au vol et entraînent des coûts de transactions plus élevés que ceux associés aux actions et obligations. Et finalement, ils présentent une des caractéristiques identifiées pour les investissements alternatifs à savoir de ne pas procurer de rendements périodiques.

Différences entre l'or et les vins de prestige en tant qu'investissements

En raison de la disponibilité de sources concernant l'or comme investissement alternatif au marché des actions et obligations, c'est celui-ci qui nous servira de point de repère dans ce mémoire. C'est pourquoi il semble intéressant de déterminer quels sont les points communs et les différences existant entre un investissement en or et en vins de prestige. Smith (2010) détaille les caractéristiques de l'or qui sont pertinentes quand on considère l'or en terme d'investissement et les met en miroir avec celles des vins de prestige afin de tenter de les différencier. Tout d'abord l'offre

d'or tout comme celle de vins de prestige ne change pas significativement au cours du temps. En effet, la quantité d'or minée chaque année est infime par rapport au stock existant et à la quantité sortante. Il en est de même mais à plus petite échelle pour les vins de prestige qui représentent un marché d'environ 9 billions de dollars par rapport au marché de l'or évalué à environ 6,5 trillions de dollars. Cette différence de taille et de maturité par rapport au marché de l'or est la cause de l'inefficience partielle du marché des vins de prestige où l'on peut échanger le même bien au même moment à des prix différents. La seconde caractéristique de l'or est une valeur intrinsèque minimum ce qui est également le cas des vins de prestige qui sont des biens recherchés quelle que soit la situation économique. Ces deux actifs ne peuvent pas être dépréciés par un gouvernement comme cela peut se passer quand un gouvernement imprime de la monnaie pour générer de l'inflation et diminuer la valeur de la devise. Là où ces deux produits diffèrent c'est au niveau de leur rareté. Les vins de prestige sont plus intéressants comme investissement à ce niveau car un fois qu'un millésime a été mis en bouteille, l'offre de celui-ci ne pourra jamais augmenter, il ne peut que diminuer s'il est bu. Bien que les quantités d'or sur la terre soient limitées, cette « exclusivité » n'existe pas pour le marché de l'or.

La majorité des attributs de l'or en tant qu'investissement s'appliquent de la même manière aux vins de prestige mais Smith (2010) conclut que ces caractéristiques semblent en faveur du vin, principalement grâce à la dynamique d'offre et de demande qui tend à accroître son prix au cours du temps et la possibilité d'exploiter l'inefficience du marché pour acheter à bas prix et revendre à un prix plus élevé.

Déterminants des corrélations entre les rendements des actions et obligations

De nombreuses études ont analysé les corrélations entre des indices boursiers nationaux et les obligations gouvernementales correspondantes. La littérature étant particulièrement riche en recherches concernant les marchés et obligations des Etats-Unis. Notamment dans un article de Baele, Bekaert et Inghelbrecht (2010) qui ont mené une étude sur les déterminants des co-mouvements des rendements d'une moyenne pondérée en valeur des indices NYSE, AMEX et NASDAQ et des rendements des obligations gouvernementales américaines à 10 ans. Ils se posent la question de savoir si un modèle factoriel dynamique permettait d'expliquer la

12.

corrélation moyenne de ces indices et des obligations ainsi que sa variation au cours du temps. Les facteurs identifiés incluent non seulement des variables macroéconomiques standard comme le PIB réel, le taux d'inflation, et le taux sans risque qui sont des variables affectant les cash flow et le taux d'actualisation, mais aussi des mesures d'incertitude et d'aversion au risque et finalement des facteurs de liquidité. Leur découverte majeure est la relation négative existante entre l'indice de volatilité VIX et la corrélation entre les actions et obligations qui représente l'effet de « *flight-to-safety* ». Ce concept désigne le fait de vendre des actions devenues risquées pour racheter des obligations considérées comme plus sûres à cause d'une augmentation de l'aversion au risque durant des périodes de turbulence dans les marchés financiers (Geenen, 2014).

Connolly, Rivers et Sun (2005) arrivent à la même conclusion dans leur article portant sur la variation temporelle des corrélations entre l'indice S&P100 et les obligations américaines à 10 ans et plus spécifiquement dans quelle mesure la volatilité des marchés financiers et le *stock turnover* - $\frac{\# \text{ actions échangées}}{\# \text{ total d'actions}}$ - font varier ces corrélations. Ils obtiennent comme résultat qu'en temps d'augmentation de l'indice VIX, les rendements des obligations augmentent contrairement à ceux des actions et le même effet est observé en cas d'augmentation du *stock turnover*. Nous sommes donc bien aussi dans le cas « *flight-to-safety* » où un grand nombre d'actions sont vendues pour acheter des obligations à cause de l'augmentation de l'aversion au risque des investisseurs due à une plus grande volatilité du marché des actions.

Quelques articles incluent quant à eux les données de marchés Européens dans l'analyse des corrélations entre actions et obligations. Andersson, Krylova et Vähämaa (2008) analysent l'impact de l'inflation, des attentes de croissances économiques et du niveau d'incertitude des marchés financiers sur les corrélations entre les rendements des actions et des obligations américaines, britanniques et allemandes. Ils utilisent les données journalières des indices S&P500, FTSE 100 et DAX 30 respectivement pour les Etats-Unis, Royaume-Uni et l'Allemagne et les taux d'intérêt des obligations gouvernementales à 10 ans de ces trois pays. Ils mesurent les corrélations en utilisant tout d'abord la méthode des corrélations roulantes et ensuite la méthode des corrélations conditionnelles dynamiques qui seront toutes

deux développées dans la partie pratique de ce mémoire. Ils observent que bien que ces corrélations soient positives en moyenne, il existe des périodes durant lesquelles ces corrélations peuvent devenir soudainement négatives et semblent varier de la même manière pour les trois pays. Andersson et al. (2010) arrivent à la conclusion que le niveau d'inflation est corrélé positivement avec les corrélations calculées. Les niveaux d'incertitude des marchés financiers représentés par les indices VIX, VDAX et un indice construit pour le FTSE sont quant à eux négativement corrélés avec les corrélations, renforçant une fois de plus cette idée de « *flight-to-safety* » survenant lors des périodes d'augmentation de volatilité des marchés des actions. Ils ne trouvèrent par contre pas de relation entre les attentes de croissance économique et les corrélations entre les actions et obligations.

Perego et Vermeulen (2013) ont porté leur recherche sur seulement 8 pays de la zone euro. Leur objectif est de déterminer l'impact de facteurs macroéconomiques sur les corrélations entre les actions et obligations de ces pays. La méthode utilisée pour mesurer les corrélations est la même qu'Andersson et al. (2008) à savoir les corrélations conditionnelles dynamiques. Ces huit pays sont divisés en deux groupes représentant la partie Nord et la partie Sud de l'Europe afin de déceler des différences de variation de rendements des actions et obligations au sein même de l'Europe. Ils observent tout d'abord une grande variation des corrélations entre les actions et obligations de la partie sud de l'Europe après la crise de 2008, mais surtout un changement de la dynamique des corrélations interrégionales. Ils présentent ensuite plusieurs régressions pour déterminer quels seraient les déterminants de ces variations de corrélations. Selon leurs résultats, les déterminants principaux des co-mouvements entre les actions et obligations des régions Nord et Sud de l'Europe varient tout d'abord selon des facteurs relatifs aux cash flow futurs comme taux d'inflation, la volatilité des marchés des actions, la croissance économique et le taux directeur fixé par la BCE, d'autres variables macroéconomiques semblent avoir un impact significatif sur le comportement de ces corrélations. C'est notamment le cas de la balance courante d'un pays qui représente l'ensemble des flux monétaires d'un pays liés aux échanges internationaux et de la dette nationale seulement pour les pays de la zone sud de l'Euro.

La littérature s'accorde donc sur le fait que pour pouvoir expliquer les variations des corrélations entre actions et obligations, l'impact d'un grand nombre de facteurs macroéconomiques ne peut pas être négligé. C'est pourquoi ces différentes recherches serviront de cadre d'analyse afin de déterminer si les corrélations entre les trois investissements alternatifs et les indices boursiers et obligations gouvernementales des Etats-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne peuvent, elles aussi, être expliquées par ces mêmes facteurs. L'intérêt étant de pouvoir évaluer si ces déterminants ont le même effet sur ces corrélations que sur celle entre les actions et obligations. En cas de différence, cela permettrait aux investisseurs de diversifier le risque de leur portefeuille en le composant de différents actifs financiers réagissant de manière différentes aux variations de ces facteurs macroéconomiques.

Le concept de valeur refuge

Baur et Lucey (2010) définissent une valeur refuge comme étant un actif financier non-corrélé ou corrélé négativement avec un autre actif financier en cas de crise financière. Ces actifs sont à distinguer des couvertures de portefeuille qui sont quant à elles non-corrélées ou corrélées négativement avec un autre actif financier en moyenne et pas seulement en cas de crash boursier.

Les propriétés de l'or en tant que valeur refuge ont été analysées dans de nombreuses recherches, c'est pourquoi celles-ci nous serviront d'étalon pour construire nos tests sur nos trois investissements alternatifs, avec l'or comme point de référence pour vérifier la cohérence de nos résultats. Mais il faut savoir que le concept de valeur refuge ne s'applique pas spécifiquement aux investissements alternatifs, d'autres actifs financiers comme certaines devises par exemple ont exhibé les caractéristiques de valeurs refuge.

Baur et Lucey (2010) ont étudié les propriétés de l'or comme couverture de portefeuille ou valeur refuge pour le marché des actions et obligations américaines, britanniques et allemandes. La méthodologie utilisée étudie l'effet des variations de rendement des actions et obligations sur les prix de l'or avec un focus sur les périodes de crise financière notamment la crise asiatique de 1997, la crise suite aux attentats du 11 septembre 2001 et celle de 2003. Le modèle économétrique utilisé est celui des corrélations conditionnelles dynamiques d'Engle (2002) qui leur permet donc d'avoir une vue dynamique sur les co-mouvements entre le prix de l'or et celui

des actions et obligations de ces trois pays. Il apparaît que l'or semble être une valeur refuge pour les actions de chacun des pays étudiés mais pour aucune des obligations. L'or sert par contre de couverture de portefeuille pour les actions des Etats-Unis et le Royaume-Uni mais pas pour celle de l'Allemagne et il sert aussi de couverture de portefeuille aux obligations gouvernementales allemandes mais pas pour les américaines ni les britanniques. De plus, ces propriétés de valeur refuge et de couverture de portefeuille ne s'appliquent qu'à court terme. En effet, les investisseurs qui détiennent de l'or plus de 15 jours de Bourse après un choc négatif extrême finissent par perdre de l'argent.

Baur et McDermott (2010) ont quant à eux étudié le rôle de l'or dans le système financier global. Leur recherche se porte sur un échantillon de 53 pays composés des indices boursiers des pays émergents et développés les plus importants, sur une période plus longue que celle de Baur et Lucey (2010) en incluant la crise des subprimes à leur échantillon. Ils procédèrent à différentes régressions avec comme variable dépendante le prix de l'or et les différents indices boursiers comme variables explicatives. Afin de déterminer si l'or peut être considéré comme une valeur refuge pour ces pays, ils ont introduit une variable binaire valant 1 en temps de volatilité extrême et de crise financière et 0 dans les autres cas. Trois périodes de crise ont été prises en considération : le krach d'Octobre 1987, la crise asiatique de 1997 et la crise financière de 2008. La conclusion de leur recherche est que l'or peut être considéré comme une couverture de portefeuille et une forte valeur refuge pour la plupart des indices boursiers des pays développés mais ne semble pas l'être pour les indices boursiers des pays émergents.

Morley (2013) a mené ses recherches tout d'abord sur la volatilité conditionnelle dynamique entre l'or et l'indice S&P500 comme l'ont fait Baur et Lucey (2010) mais elle a en plus de cela essayé de déterminer s'il existait des transferts de volatilité (*volatility spillover*) entre les deux séries. Si l'on n'observe pas de *volatility spillover* entre l'or et le S&P500, alors un choc dans les rendements du S&P500 n'aura pas d'impact sur la volatilité des rendements de l'or. Ces tests ont été menés sur l'échantillon total et sur des sous-échantillons coïncidant avec les périodes de crise financières identifiées par le *National Bureau of Economic Research*. Les résultats de son analyse nous montrent que durant les différentes périodes analysées, il n'y a pas de transfert de volatilité significatif entre les deux séries et que l'on peut donc

16.

conclure que l'or est une valeur refuge crédible car ses rendements sont isolés de ceux du marché des actions.

Ces différentes recherches nous poussent donc à tester le potentiel de valeur refuge de l'argent et des vins de prestige, qui sont d'autres investissements alternatifs qui possèdent de nombreuses caractéristiques en commun avec l'or mais aussi certaines différences qui pourraient avoir une conséquence sur la propension à être une valeur refuge ou une couverture de portefeuille pour les marchés des actions et obligations.

III. Données :

Toutes les données de ce mémoire ont été récoltées via la plateforme Macrobond qui fournit des données économiques et financières courantes et historiques.

Les données utilisées consistent en les prix journaliers de l'or et de l'argent fixés par le *London Bullion Market Association*, les prix journaliers de l'indice Liv-ex 50, les prix journaliers des indices boursiers S&P 500, FTSE 100 et DAX 30 ainsi que des taux d'intérêts des obligations gouvernementales à 10 ans des Etats-Unis du Royaume-Uni, et de l'Allemagne.

La période couverte par ces données s'étend du 1^{er} décembre 2013 au 31 décembre 2014.

Tous les calculs effectués dans ce mémoire se sont fait à l'aide du logiciel R. (<https://www.r-project.org/>)

IV. Estimation des corrélations

La méthode utilisée pour estimer les corrélations entre les trois actifs alternatifs choisis (l'or, l'argent et les vins de prestige) et les indices boursiers et obligations de trois pays (Etats-Unis, Royaume-Uni et Allemagne) suit l'approche utilisée par Andersson et al. (2008) dans leur article étudiant les causes de la variation des corrélations entre les rendements des actions et obligations. La première méthode consiste à calculer les corrélations roulantes entre deux produits financiers en sélectionnant des échantillons d'une longueur prédéfinie. Ce coefficient appelé corrélation roulante (« rolling-window correlation ») est déterminé à l'aide des observations des 22 jours de cotation antérieure. La seconde méthode est celle des « Dynamic Conditional Correlation » développée par Robert Engle (2002). Le modèle DCC est une simplification du modèle GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) développé lui aussi par Robert Engle qui procure suffisamment de spécifications de corrélations sans la difficulté de calcul des modèles GARCH multivariés.

Corrélation Roulante

Cette corrélation est calculée comme étant le rapport entre l'estimation de la covariance entre les deux produits financiers des 22 observations précédentes sur la racine carrée du produit des variances des deux produits financiers calculées sur les 22 observations précédentes :

$$\rho_t = \frac{\sum_{i=1}^{22} r_{P1,t-i} \cdot r_{P2,t-i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{22} r_{P1,t-i}^2 \cdot \sum_{i=1}^{22} r_{P2,t-i}^2}}$$

Avec ρ_t , le coefficient de corrélation roulante au temps t , $r_{P1,t}$ et $r_{P2,t}$ les rendements des deux produits financiers au temps t .

Cette manière d'estimer les corrélations possède l'avantage d'être relativement facile à calculer et de bien représenter la variation temporelle et le *clustering* des corrélations de différents produits financiers. Par contre, cette manière de procéder possède de nombreux inconvénients, notamment dus au fait que les observations précédentes sont prises en compte avec le même poids, ce qui entraîne un

20.

ajustement très lent aux nouvelles informations. De plus, la présence de valeurs anormalement basses ou élevées ne sera pas amortie graduellement au cours du temps mais bien de façon soudaine lorsque les observations en question sortiront de la fenêtre de calcul.

Dynamic Conditionnal Correlation

Le modèle des corrélations conditionnelles dynamiques proposé par Engle (2002) est estimé en deux étapes : l'estimation de séries GARCH univariées et l'estimation des corrélations. L'avantage de cette méthode vient du fait que le nombre de paramètres à estimer pour déterminer les corrélations est indépendant du nombre de séries potentiellement corrélées, ce qui facilite grandement les calculs lorsque l'on traite de nombreuses séries simultanément. Le modèle se construit en deux étapes afin de contourner ce problème. Tout d'abord la volatilité de chacune des séries est estimée et ensuite les corrélations dynamiques sont calculées à partir des covariances dynamiques des rendements standardisés des séries.

Le modèle DCC de Engle est une généralisation du modèle des corrélations conditionnelles constantes de Bollerslev (1990), il repart donc de la même équation des covariances conditionnelles :

$$H_t = D_t R_t D_t$$

Avec H_t la matrice de covariances conditionnelles au temps t , D_t la matrice diagonale d'écart-type au temps t et R_t la matrice de corrélations au temps t des séries temporelles. La distinction avec le modèle de Bollerslev est que dans ce modèle, la matrice de corrélation n'est pas constante mais varie en fonction du temps. Engle (2002) propose ensuite une estimation des éléments de la matrice D par un modèle GARCH univarié et un calcul des éléments de la matrice de covariance par l'équation :

$$q_{ij,t} = \rho_{ij} + \alpha(\varepsilon_{i,t-1}\varepsilon_{j,t-1} - \rho_{ij}) + \beta(q_{ij,t-1} - \rho_{ij})$$

Où ρ_{ij} représente la corrélation non-conditionnelle entre les termes d'erreur $\varepsilon_{i,t}$ et $\varepsilon_{j,t}$. Il est ensuite possible de déterminer les corrélations conditionnelles par l'équation :

$$\rho_{ij,t} = \frac{q_{ij,t}}{\sqrt{q_{ii,t} q_{jj,t}}}$$

Qui ne dépend plus que des paramètres GARCH α et β et de la corrélation non-conditionnelle. La matrice de corrélations temporelles peut donc être réécrite comme étant :

$$R_t = \text{diag}(Q_t)^{-1/2} Q_t \text{diag}(Q_t)^{-1/2}$$

Ce modèle suit un processus de retour à la moyenne (*mean reverting process*) si la somme des paramètres GARCH α et β est inférieure à 1. La méthode du maximum de vraisemblance sera utilisée pour déterminer les différents paramètres du modèle DCC, ce qui implique de faire l'hypothèse que les séries temporelles choisies suivent une distribution Normale. Le maximum de vraisemblance peut être estimé en deux étapes : la première va être l'estimation des variances conditionnelles des n différentes séries temporelles et dans un deuxième temps l'estimation des corrélations conditionnelles (Chiasson, 2012).

$$L_{total} = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + \log|D_t R_t D_t| + r_t' D_t^{-1} R_t^{-1} D_t^{-1} r_t)$$

$$L_{var} = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + \log|D_t|^2 + r_t' D_t^{-2} r_t)$$

$$L_{cor} = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\log|R_t| + \varepsilon_t' R_t^{-1} \varepsilon_t - \varepsilon_t' \varepsilon_t)$$

Ce mémoire suppose que les covariances temporelles entre les trois valeurs refuges et les indices boursiers et obligations gouvernementales américaines, britanniques et allemandes suivent ce modèle DCC (1,1) afin de permettre d'estimer les corrélations conditionnelles dynamiques entre ces produits financiers. Ce modèle est estimé comme suit :

$$r_{i,t} = \gamma_i + \phi_i r_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$$

$$\sigma_{i,t}^2 = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i \sigma_{i,t-1}^2$$

22.

$$\sigma_{ij,t} = \bar{\sigma}_{ij} + \alpha(z_{i,t-1}z_{j,t-1} - \bar{\sigma}_{ij}) + \beta(\sigma_{ij,t-1} - \bar{\sigma}_{ij})$$

Avec $r_{i,t}$ le rendement du produit financier i au temps t , $\sigma_{i,t}$ la volatilité conditionnelle du produit financier i au temps t , $\sigma_{ij,t}$ la covariance conditionnelle entre le produit financier i et j au temps t , $z_{i,t} = \frac{r_{i,t}}{\sigma_{i,t}}$ et $\bar{\sigma}_{ij}$ l'estimation inconditionnelle du produit croisé $z_{i,t} z_{j,t}$.

La première équation représente les rendements des séries temporelles qui sont supposées suivre un processus AR(1) (Processus Autorégressif d'ordre 1) pour lequel la constante γ_i sert à capturer l'existence d'une moyenne de la série temporelle potentiellement différente de 0, alors que le terme comprenant l'observation du rendement de la période précédente sert quant à lui à capturer la potentielle autocorrélation des rendements. La seconde équation suit un modèle GARCH univarié appliqué à chaque série temporelle séparément dans le but de modéliser les variances des différents produits. Une fois ces variances calculées, elles sont utilisées dans la deuxième équation afin de modéliser les covariances conditionnelles entre les différents produits. Ces deux dernières équations se rapportent à l'estimation du maximum de vraisemblance en deux étapes : l'une pour l'estimation de la volatilité de chaque série temporelle et la deuxième pour l'estimation des corrélations conditionnelles entre les séries.

Statistiques descriptives

Le tableau 1 contient les statistiques descriptives concernant les rendements des différents produits financiers concernés par ce mémoire. En ce qui concerne les trois investissements alternatifs, on peut observer que l'argent est le plus volatile et donc peut-être le plus risqué. Bien qu'il ait un rendement moyen bien plus élevé que l'or ou les vins de prestige, son écart-type d'environ 2,35% est deux fois plus élevé que celui de l'or et un peu plus de trois fois plus élevé que celui des vins de prestige. Cet écart-type élevé se ressent bien dans les valeurs extrêmes allant de -17% jusqu'à un rendement maximal de 20%. Au niveau des trois indices boursiers on peut observer une certaine harmonie au niveau des mouvements des rendements avec des moyennes et écarts-types assez similaires. En ce qui concerne les obligations d'Etats, on peut observer un taux moyen inférieur pour les obligations allemandes par rapport aux anglaises et américaines. En effet, il a été montré par Poghosyan

(2014) que le taux de rendement des obligations d'Etat a tendance à augmenter lorsque le ratio Dette nationale/PIB augmente. La présence d'un taux élevé pour une obligation d'Etat représente le risque potentiel de ce pays à ne pas savoir rembourser le prix d'achat de l'obligation à son terme.

Stat. Descriptive	Gold_returns	Silver_returns	Livex_returns	SP500_returns	FTSE100_returns	DAX30_returns	US10Y_rates	UK10Y_rates	GER10Y_rates
nobs	2893	2893	2893	2893	2893	2893	2893	2893	2893
Mean	0,0457%	0,0655%	0,0370%	0,0316%	0,0210%	0,0306%	3,4230%	3,6746%	2,9652%
Stdev	1,2147%	2,3468%	0,6921%	1,2190%	1,1527%	1,3392%	1,0171%	1,0856%	1,0774%
Median	0,0295%	0,0000%	0,0000%	0,0468%	0,0164%	0,0579%	3,5300%	3,8900%	3,2300%
Minimum	-9,1501%	-17,0495%	-15,8571%	-9,0350%	-8,8493%	-7,2295%	1,4300%	1,4500%	0,5400%
Maximum	7,0809%	20,0557%	12,9690%	11,5800%	9,8388%	11,4019%	5,2600%	5,5500%	4,6700%

TABLEAU 1 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES RENDEMENTS DES DIFFERENTS PRODUITS FINANCIERS

Analyse des corrélations

Le tableau 2 présente les corrélations roulantes et les corrélations conditionnelles dynamiques entre les trois actifs alternatifs et les indices boursiers des USA, Royaume-Uni et Allemagne. Il est intéressant de constater que les corrélations conditionnelles dynamiques semblent en moyenne légèrement plus grandes que les corrélations roulantes. En effet, en utilisant les corrélations roulantes avec une fenêtre de calcul de 22 observations, l'amplitude des valeurs des coefficients de corrélations s'en voit fortement augmenté du fait de ne pas prendre en compte les variations temporelles de variance conditionnelle comme le fait le modèle DCC (Jia & Adland, 2002). De par ce fait, les chocs sont répercutés sur de plus longues périodes dans le modèle DCC, ce qui a pour effet d'amplifier la moyenne sur la période étudiée, de manière positive ou négative en fonction du sens du choc.

Ces premiers résultats nous indiquent qu'en moyenne, il existe une corrélation positive entre les rendements des investissements en or et en argent et les trois indices boursiers choisis. Il est intéressant de constater qu'il existe une bien plus forte corrélation entre les rendements de l'or et de l'argent avec le FTSE 100 qu'avec les deux autres indices boursiers, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la majorité des transactions *over-the-counter* d'or et d'argent se font sur le marché de Londres, notamment environ 86,75% du volume total mondial des ventes d'or en 2011 (Lucey, Larkin & O'Connor, 2013). L'indice Liv-ex quant à lui montre des résultats totalement différents par rapport aux autres produits. En effet, en terme de corrélation roulante, il présente une corrélation légèrement négative avec les trois indices boursiers, par contre, en utilisant le modèle DCC, seule la corrélation avec le S&P500 reste

légèrement négative. Il est important de noter qu'avec des corrélations moyennes très faibles et des valeurs extrêmes assez élevées, on peut aisément affirmer que ces corrélations varient fortement en fonction du temps. On peut observer notamment sur la figure 1 qu'il existe un clustering des corrélations conditionnelles dynamiques assez similaires de l'or et des trois indices boursiers et que ce clustering semble suivre les cycles économiques identifiés par le Bureau National de Recherche Economique. Notamment on peut observer une diminution des corrélations conditionnelles dynamiques à partir du début de l'année 2008, date de la dernière grande crise financière, pour atteindre des valeurs plancher aux alentours de l'année 2009, identifiée comme étant la fin de la période de récession (US Business Cycle Expansions and Contractions, 2010). On observe ensuite une remontée de ces corrélations lors de la période d'expansion suivant la crise. Cette dynamique des corrélations peut être aussi observée dans la figure 2 représentant l'évolution des deux types de corrélations entre l'argent et des trois indices boursiers. On peut remarquer que le modèle DCC renvoie des courbes quasiment similaires pour les trois indices qui diffèrent seulement par l'amplitude des corrélations. L'échantillon de temps choisi n'étant pas suffisamment important, il paraît assez difficile d'émettre des conclusions au niveau du comportement des corrélations en temps de crise. Une étude plus particulière sur celui-ci sera développée dans la dernière partie de ce mémoire. La figure 3 représente quant à elle l'évolution des corrélations entre l'indice Liv-ex et les trois indices boursiers. Cet indice était calculé mensuellement jusqu'en février 2010 avant de devenir un indice journalier à partir de cette date, c'est pourquoi le graphe paraît discontinu à certains points avant l'année 2010. Malgré cela, si l'on compare les périodes ultérieures à 2010, les corrélations entre le Liv-ex 50 et les trois indices boursiers ne semblent pas varier de la même façon que celles de l'or et de l'argent. On n'observe pas d'augmentation significative après l'année 2010 comme c'était le cas pour les autres, et le début de l'année 2012 correspondant à une très forte diminution des corrélations conditionnelles dynamiques ne semble pas se produire pour les vins de prestige. Ceci suggère qu'en terme d'investissement dans les actifs alternatifs, on pourrait placer dans un premier groupe l'or et l'argent et dans un deuxième l'indice Liv-ex 50 en raison de leur dynamique de corrélations singulièrement différente.

Le tableau 3 présente quant à lui les mêmes statistiques descriptives relatives aux deux mesures de corrélations entre les trois investissements alternatifs et les obligations d'Etat des Etats-Unis, Royaume-Uni et Allemagne. La première chose que l'on remarque est que toutes les corrélations roulantes sont en moyenne légèrement négatives pour les trois produits et que lorsque l'on regarde les corrélations conditionnelles dynamiques, on ne peut pas véritablement dégager de tendance dans les différences entre les deux mesures. En effet, on observe un changement de signe en passant de la corrélation roulante au modèle DCC pour l'argent, tandis que pour l'or on aperçoit une augmentation du coefficient pour les obligations du Royaume-Uni et de l'Allemagne alors que celui des obligations américaines reste plus ou moins similaire selon les deux méthodes. Les figures 4, 5 et 6 (Annexe 1) présentent l'évolution temporelle des deux mesures de corrélations entre les trois actifs alternatifs et les trois obligations d'Etat. On peut remarquer que les corrélations conditionnelles dynamiques entre l'argent et les obligations d'Etat possèdent une très faible volatilité, notamment celle avec les obligations américaines qui est quasiment nulle.

Stat. Descriptive	rwc.gold.sp500	rwc.gold.ftse100	rwc.gold.dax30	dcc.gold.sp500	dcc.gold.ftse100	dcc.gold.dax30
nobs	2893	2893	2893	2893	2893	2893
Mean	0,039257	0,105713	0,062379	0,046784	0,109672	0,059395
Stdev	0,270882	0,295510	0,299814	0,099941	0,140407	0,143574
Median	0,012341	0,104602	0,044364	0,047003	0,110732	0,052696
Minimum	-0,633345	-0,717760	-0,779180	-0,201365	-0,299456	-0,359068
Maximum	0,759013	0,834342	0,755914	0,334020	0,443820	0,381253
Stat. Descriptive	rwc.silver.sp500	rwc.silver.ftse100	rwc.silver.dax30	dcc.silver.sp500	dcc.silver.ftse100	dcc.silver.dax30
nobs	2893	2893	2893	2893	2893	2893
Mean	0,029322	0,122054	0,094217	0,055204	0,134110	0,103115
Stdev	0,252996	0,238742	0,250102	0,091103	0,061144	0,097640
Median	0,032329	0,137833	0,107224	0,052015	0,127018	0,098154
Minimum	-0,634385	-0,577291	-0,554237	-0,201426	-0,022893	-0,142681
Maximum	0,732128	0,741772	0,655743	0,346351	0,292410	0,317689
Stat. Descriptive	rwc.livex.sp500	rwc.livex.ftse100	rwc.livex.dax30	dcc.livex.sp500	dcc.livex.ftse100	dcc.livex.dax30
nobs	2893	2893	2893	2893	2893	2893
Mean	-0,028064	-0,009075	-0,014846	-0,022182	0,010417	0,012697
Stdev	0,214384	0,237169	0,214552	0,050978	0,097562	0,066096
Median	-0,033059	0,007923	-0,015528	-0,021103	0,007485	0,009159
Minimum	-0,653670	-0,740884	-0,758309	-0,404280	-0,497457	-0,317285
Maximum	0,591852	0,646133	0,625310	0,226417	0,439014	0,354012

TABEAU 2 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES CORRELATIONS DYNAMIQUES CALCULEES PAR CORRELATIONS ROULANTES (RWC) ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES (DCC) ENTRE LES TROIS ACTIFS ALTERNATIFS ET LES INDICES BOURSIERS AMERICAINS, BRITANNIQUES ET ALLEMANDS

Stat. Descriptive	rwc.gold.us10y	rwc.gold.uk10y	rwc.gold.ger10y	dcc.gold.us10y	dcc.gold.uk10y	dcc.gold.ger10y
nobs	2893,00	2893,00	2893,00	2893,00	2893,00	2893,00
Mean	-0,041446	-0,033624	-0,036144	-0,041459	-0,070357	-0,066896
Stdev	0,229615	0,230460	0,219127	0,074456	0,101592	0,112056
Median	-0,052521	-0,032825	-0,040872	-0,034114	-0,063958	-0,063626
Minimum	-0,644456	-0,697642	-0,679697	-0,305233	-0,386055	-0,457605
Maximum	0,597009	0,661748	0,547073	0,171975	0,216661	0,247789
Stat. Descriptive	rwc.silver.us10y	rwc.silver.uk10y	rwc.silver.ger10y	dcc.silver.us10y	dcc.silver.uk10y	dcc.silver.ger10y
nobs	2893	2893	2893	2893	2893	2893
Mean	-0,015538	-0,005806	-0,004801	0,033303	0,037409	0,026346
Stdev	0,210517	0,209159	0,206110	0,000000	0,027677	0,042144
Median	-0,019916	-0,009408	0,000718	0,033303	0,036658	0,025072
Minimum	-0,626053	-0,589949	-0,682448	0,033303	-0,100895	-0,164309
Maximum	0,719476	0,605629	0,650530	0,033304	0,144740	0,207981
Stat. Descriptive	rwc.livex.us10y	rwc.livex.uk10y	rwc.livex.ger10y	dcc.livex.us10y	dcc.livex.uk10y	dcc.livex.ger10y
nobs	2893	2893	2893	2893	2893	2893
Mean	-0,032046	-0,018669	-0,012688	-0,031705	-0,019012	-0,021045
Stdev	0,205563	0,202031	0,207367	0,090564	0,055558	0,077200
Median	-0,032058	-0,036972	-0,021662	-0,026940	-0,016423	-0,019225
Minimum	-0,702509	-0,644782	-0,592201	-0,656206	-0,359226	-0,599222
Maximum	0,577494	0,621325	0,630982	0,406195	0,278775	0,398453

TABEAU 3 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES CORRELATIONS DYNAMIQUES CALCULEES PAR CORRELATIONS ROULANTES (RWC) ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES (DCC) ENTRE LES TROIS ACTIFS ALTERNATIFS ET LES OBLIGATIONS GOUVERNEMENTALES AMERICAINES, BRITANNIQUES ET ALLEMANDES

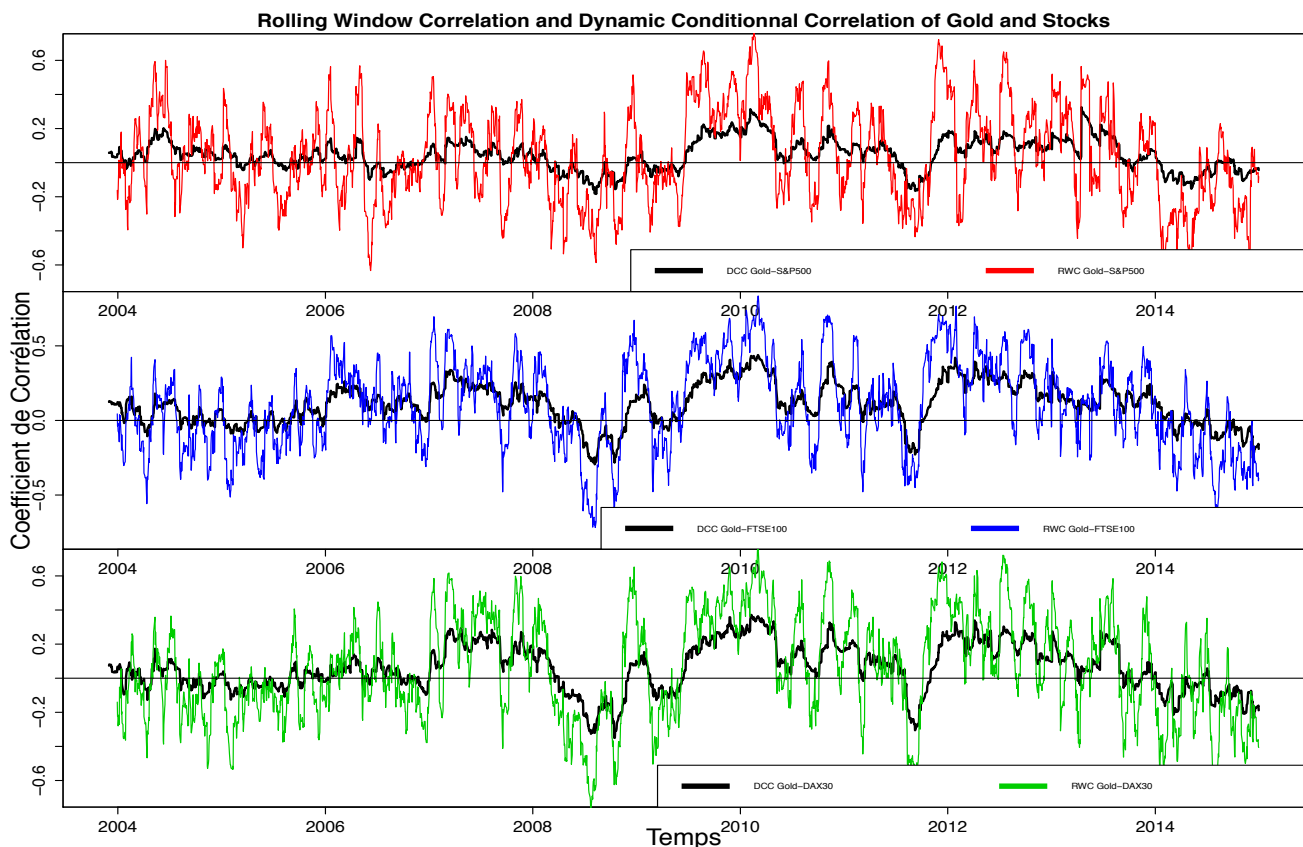


FIGURE 1 : EVOLUTION TEMPORIELLE DES CORRELATIONS ROULANTES ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES ENTRE L'OR ET LES INDICES BOURSIERS AMERICAINS, BRITANNIQUES ET ALLEMANDS

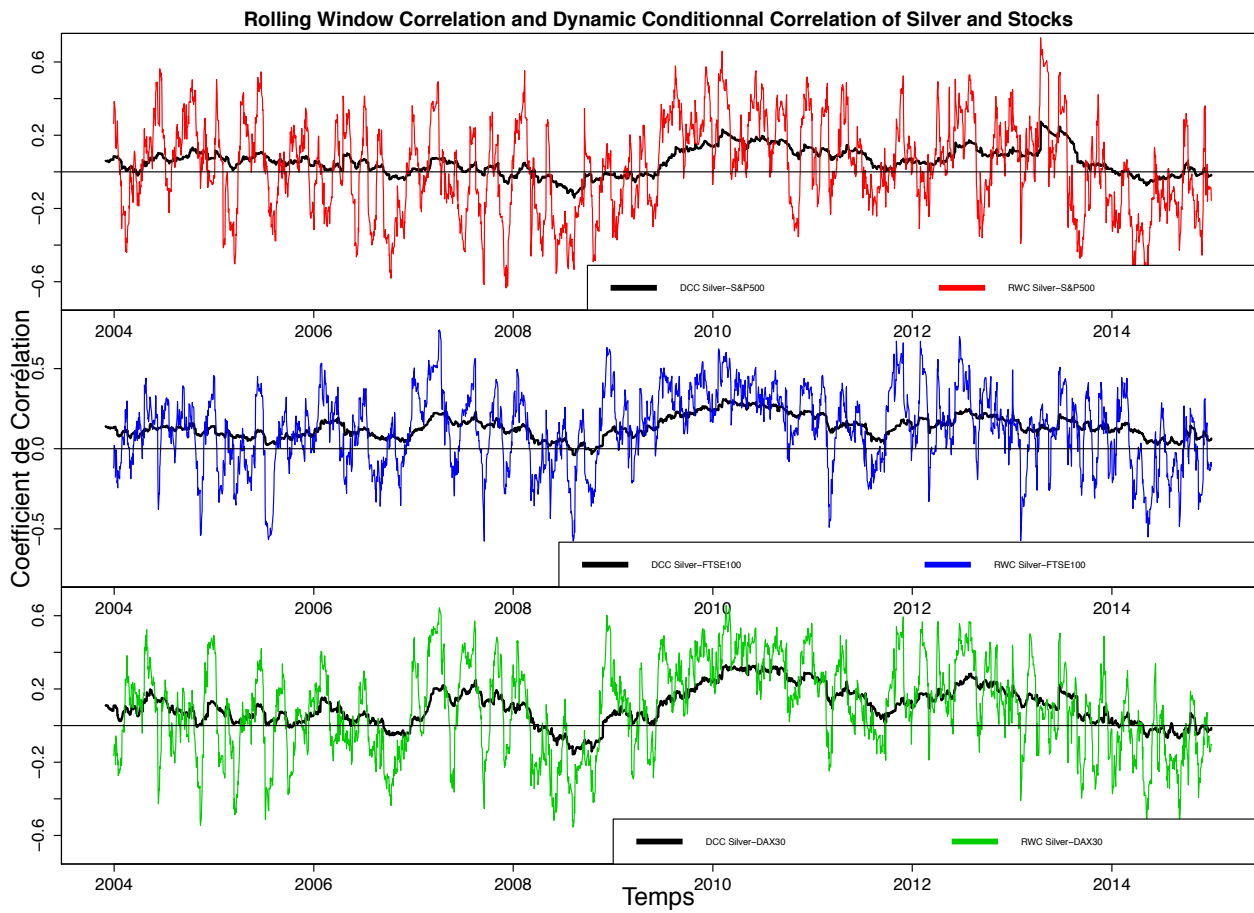


FIGURE 2 : ÉVOLUTION TEMPORELLE DES CORRELATIONS ROULANTES ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES ENTRE L'ARGENT ET LES INDICES BOURSIERS AMERICAINS, BRITANNIQUES ET ALLEMANDS

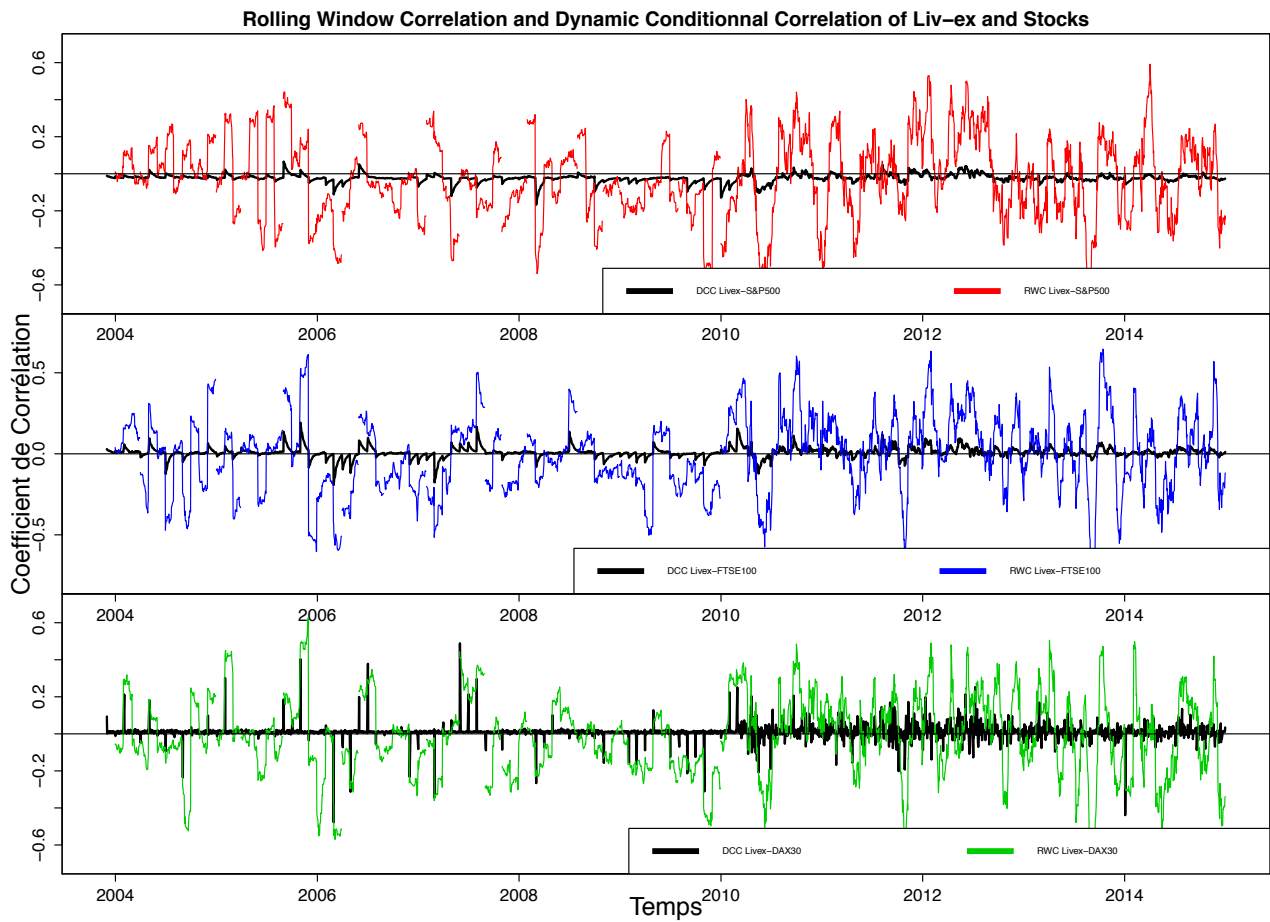


FIGURE 3 : EVOLUTION TEMPORELLE DES CORRELATIONS ROULANTES ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES ENTRE LE LIV-EX 50 ET LES INDICES BOURSIERS AMERICAINS, BRITANNIQUES ET ALLEMANDS

V. Facteurs d'influence sur les corrélations

Après avoir mesuré ces différentes corrélations, il convient d'essayer de déterminer quels seraient les facteurs de causalité de leur variation dans le temps. La littérature abonde de recherches sur les déterminants macroéconomiques influençant les variations de rendement des actions et obligations. Hondroyiannis et Papapetrou (2011) ont examiné les interactions existantes entre différents indicateurs économiques et les rendements d'actions grecques en utilisant par exemple la production industrielle, le taux d'intérêt des banques à 12 mois, le taux de change, le prix du pétrole et une mesure d'inflation. Leur découverte majeure est qu'au niveau statistique, ce sont les facteurs domestiques qui sont les plus significatifs pour expliquer les variations de rendement des actions du pays analysé. Il convient donc de choisir dès que possible, des indicateurs variant selon les pays, dans notre cas les États-Unis, le Royaume-Uni et l'Allemagne. Dans son mémoire traitant des corrélations entre les actions et obligations d'entreprise avant, pendant et après la crise de 2008, Geenen (2013) trouve que le taux de croissance du PIB, le taux de croissance de l'indice de production industriel, le taux d'inflation, la volatilité du marché des actions et le taux sans risque Euribor 3-months sont des facteurs pouvant expliquer les variations temporelles de corrélations. C'est pourquoi il semble judicieux d'identifier si ces facteurs influençant les corrélations entre actions et obligations peuvent aussi expliquer celles entre ces produits financiers et les trois actifs alternatifs choisis.

Tangjitprom (2012) a passé en revue les différents modèles ayant été utilisés pour déterminer si des facteurs économiques peuvent être considérés comme influant sur le cours des actions. Il s'attarde notamment sur l'utilisation de la méthode des moindres carrés pour déterminer l'existence d'une relation entre une variable dépendante et une ou plusieurs variables explicatives. Ce modèle peut être formalisé comme suit :

$$Y_i = \alpha + \sum_{j=1}^m \beta_j x_{ji} + \varepsilon_i$$

Où Y_i représente la variable explicative au temps i , α le terme indépendant, β_j le facteur de sensibilité de la variable dépendante par rapport à la variable explicative j , x_{ji} la valeur de la variable explicative j au temps i et ε_i représente le terme d'erreur.

Choix des variables explicatives

La sélection des déterminants macroéconomiques s'est faite sur base des conclusions des travaux de Geenen (2014) et Guimarães (2012). Selon Nieto et Rodriguez (2013), il est important de distinguer deux types d'indicateurs lorsque l'on souhaite expliquer les corrélations entre des actions et obligations : les variables représentant la croissance économique et les variables représentant l'incertitude dans les marchés financiers. Les indicateurs choisis pour tenter d'expliquer la dynamique des corrélations mesurée dans ce mémoire sont les suivantes :

Variables de croissance économique :

PIB : Le produit intérieur brut représente l'ensemble de la valeur ajoutée des biens et services créé à l'intérieur des frontières d'un pays. Il est composé de la somme de la consommation publique, des dépenses gouvernementales, des investissements et exports nationaux nets. Ces données ont été récupérées via Macrobond pour les trois économies analysées.

HICP : L'indice des prix à la consommation harmonisé est une mesure d'inflation utilisée par la Banque centrale Européenne pour faciliter la comparaison entre ses membres. Ces données ont été récupérées via Macrobond pour les trois économies analysées.

IPI : L'indice de production industrielle est un indicateur économique représentant l'activité industrielle d'un pays. Il mesure la production réelle des secteurs de la construction, du minage et de l'énergie. Ces données ont été récupérées via la base de données de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OECD, <http://stats.oecd.org/>).

Crise : Variable binaire ayant pour valeur 1 en temps de crise et 0 dans les autres cas sur base des cycles financiers déterminés par le National Bureau of Economic Research.

Variables d'incertitude financière :

Taux de change: n'ont été pris en compte que les taux USD/EUR et USD/GBP. Ces données ont été récupérées via Macrobond.

Volatilité des marchés: Cet indicateur comprend les données mensuelles du VIX, VFTSE et VDAX qui représente respectivement les indicateurs de volatilité des marchés américain, britannique et allemand. Ces données ont été récupérées via Macrobond.

Taux sans risque : l'Euribor-3months et le Treasury Bill-3months sont utilisés comme proxy du taux sans risque. Ces données ont été récupérées via Macrobond.

Afin d'obtenir des vecteurs de tailles semblables lors de l'utilisation des régressions linéaires, les données utilisées sont récoltées de manière mensuelles, car certaines d'entre elles ne sont pas disponibles à une fréquence quotidienne. L'utilisation d'observations mensuelles permet donc d'obtenir des séries de données de même taille tout en gardant un nombre d'observations suffisantes pour permettre une analyse suffisamment précise.

Stationnarité des indicateurs

Avant d'effectuer une régression linéaire sur ces différents indicateurs, il est important de vérifier si ces données peuvent être considérées comme étant stationnaires, voire faiblement stationnaires (ce qui serait suffisant dans notre cas). En effet, l'existence d'un choc dans une série non-stationnaire aura des effets à l'infini. De plus, l'utilisation de variables non stationnaires dans une régression linéaire pourrait donner un résultat exhibant un R^2 élevé, en d'autres mots un pourcentage de variance expliqué par les variables explicatives très élevées, alors que ces variables pourraient ne pas être corrélées.

Selon Triacca (2014), la série temporelle x_t peut-être considérée comme étant faiblement stationnaire si :

- Le second moment de x_t est fini pour tout t , i.e. $E|x_t|^2 < \infty \forall t$.
- Le premier moment de x_t est indépendant de t , i.e. $E|x_t| = \mu \forall t$.

32.

- La covariance entre deux valeurs de la série temporelle ne dépend pas de t mais de la distance entre les observations, i.e. $\text{cov}(x_{t_1}, x_{t_2}) = \text{cov}(x_{t_1+h}, x_{t_2+h})$
 $\forall t_1, t_2, h$

Test de racine unitaire

Dickey et Fuller (1979) ont développé un test permettant de diagnostiquer la présence de racine unitaire d'une série temporelle, ce qui implique la non-stationnarité. Il se construit comme suit :

$$H_0 : \phi = 1 \quad \text{et} \quad H_1 : \phi < 1$$

A tester sur le modèle : $X_t = \phi X_{t-1} + \varepsilon_t$ avec ε_t bruit blanc $(0, \sigma^2)$.

Le problème de ce modèle est qu'il ne prend pas en compte les possibles autocorrélations existantes entre les différentes observations d'une série temporelle. Le test augmenté de Dickey-Fuller a été développé pour pallier à ce manque, celui-ci est modélisé par:

$$H_0 : \rho = 0 \quad \text{et} \quad H_1 : \rho < 0$$

$$\Delta X_t = \rho X_{t-1} + \alpha + \beta t + \sum_{j=1}^p \phi_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t$$

Où α est une constante représentant un drift, β un coefficient de tendance temporelle et p le nombre de retards inclus dans le modèle afin de prendre en compte l'autocorrélation de la série temporelle. Le test s'effectuera en trois étapes, tout d'abord le test complet sera effectué afin de déterminer l'existence potentielle d'une tendance temporelle. Si cela s'avère être le cas, il faudra effectuer une transformation des séries pour enlever cette tendance. Ensuite, on effectuera le test avec la variable transformée seulement pour l'existence de drift et on transformera à nouveau la variable si besoin pour retirer ce drift et enfin on ne testera que le modèle simple sans drift ni tendance temporelle. La séquence d'équations à tester se présente donc comme suit :

$$(1) \Delta X_t = \alpha + \beta t + \rho X_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$(2) \Delta X_t = \alpha + \rho X_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$(3) \Delta X_t = \rho X_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t$$

Le tableau 4 présente les résultats du test augmenté de Dickey-Fuller pour les indicateurs macroéconomiques choisis. Le nombre de retards choisis dans notre modèle sera celui qui minimisera le critère BIC (Critère d'information Bayésien). Pour déterminer si une variable est stationnaire, la valeur du test statistique doit être inférieure à la valeur critique du test, laquelle dépend du nombre d'observations de la variable, ainsi on observe des valeurs critiques similaires pour chaque variable, ce qui nous permet de vérifier que nous avons bien rassemblé le même nombre d'observations pour chaque indicateur. Les pourcentages représentent l'indice de confiance, i.e. si la valeur du test est inférieure à la valeur critique correspondante à 5 pourcent, on peut rejeter l'hypothèse nulle de non-stationnarité à 95%.

Après analyse de ces premiers résultats, on constate qu'aucun des tests augmentés de Dickey-Fuller effectués ne permet de rejeter l'hypothèse de non-stationnarité à un niveau de confiance assez élevé. Les résultats obtenus pour le PIB confirment ceux de l'étude effectuée par McCoskey et Selden (1998) dans leur étude sur l'existence de racine unitaire des produits intérieurs bruts des pays de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique). Seuls les trois indices de volatilité pourraient être considérés comme stationnaires à un niveau de confiance inférieur à 90% étant donné que la valeur de ces tests est légèrement supérieure à la valeur critique de 10 pourcent. La variable binaire active en cas de récession n'a pas été prise en compte pour ces tests car elle ne représente pas un taux de croissance comme le font les autres variables.

	PIB US	PIB UK	PIB GER	HICP US	HICP UK	HICP GER	Euribor	US Tbill
Valeur du test ADF	1,106	2,209	2,008	2,701	1,097	1,216	-1,161	-2,190
Valeur critique du test								
1 pct	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58
5pct	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95
10pct	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62
	IPI US	IPI UK	IPI GER	USD/EUR	USD/GBP	VIX	VFTSE	VDAX
Valeur du test ADF	0,648	-0,928	0,578	-0,088	-1,330	-1,449	-1,296	-1,717
Valeur critique du test								
1 pct	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58
5pct	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95
10pct	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62

TABEAU 4 : RESULTATS DU TEST AUGMENTE DE DICKEY-FULLER POUR LES INDICATEURS MACROECONOMIQUES NON-TRANSFORMES.

Les résultats de ces tests ne nous permettent donc pas d'utiliser ces indicateurs tels quels dans nos régressions linéaires sous peine de procéder à des régressions fallacieuses, qui exhiberaient des coefficients R^2 très élevés mais des coefficients de Durbin-Watson très faibles, ce qui révèle une forte présence d'autocorrélation des variables utilisées dans ces régressions (Granger & Newbold, 1974).

Il existe différents moyens de retravailler les variables afin de les transformer en variables stationnaires. Koreisha et Pukkila (1993) ont notamment écrit un article concernant l'utilisation de la dérivation pour induire la stationnarité dans les modes ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). Hyndman (2014) a lui aussi utilisé la méthode de dérivation pour rendre des variables stationnaires, en ce sens où la dérivation permet de stabiliser la moyenne d'une série temporelle. Ces deux publications se rejoignent sur la conclusion qu'afin d'induire la stationnarité dans des séries temporelles non-stationnaires, il fallait si nécessaire augmenter l'ordre de dérivation mais que dans la majeure partie des cas rencontrés, il n'était quasiment jamais nécessaire de dépasser la dérivée seconde.

Pour rappel : $X_t' = X_t - X_{t-1}$ et $X_t'' = X_t' - X_{t-1}' = (X_t - X_{t-1}) - (X_{t-1} - X_{t-2}) = X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2}$

La méthode utilisée pour déterminer quel ordre de dérivation utiliser sur les différents indicateurs a été faite par essai/erreur, l'objectif étant d'obtenir des variables ayant un indice de confiance de stationnarité d'au moins 99%. Le tableau 5 rend compte des résultats du test augmenté de Dickey-Fuller pour les variables explicatives dont la stationnarité a été induite à l'aide de la log dérivée première.

	(PIB US)'	(PIB UK)'	(PIB GER)'	(HICP US)'	(HICP UK)'	(HICP GER)'	(Euribor)'	(US Tbill)'
Valeur du test ADF	-3,927	-4,710	-4,672	-6,533	-5,291	-7,629	-4,468	-9,325
Valeur critique du test								
1 pct	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58
5pct	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95
10pct	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62
	(IPI US)'	(IPI UK)'	(IPI GER)'	(USD/EUR)'	(USD/GBP)'	(VIX)'	(VFTSE)'	(VDAX)'
Valeur du test ADF	-5,125	-8,086	-6,529	-7,514	-6,555	-44,510	-44,398	-41,220
Valeur critique du test								
1 pct	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58	-2,58
5pct	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95	-1,95
10pct	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62

TABEAU 5 : RESULTATS DU TEST AUGMENTE DE DICKEY-FULLER POUR LES INDICATEURS MACROECONOMIQUES TRANSFORMES.

VI. Régressions linéaires des DCC par les indicateurs macroéconomiques

Il est maintenant possible d'utiliser ces déterminants dans un modèle de régression linéaire en étant sûr de ne pas obtenir des résultats trompeurs dus à une non-stationnarité de nos variables explicatives. Le modèle utilisé cherche à déterminer quels seraient les indicateurs ayant une influence sur les corrélations entre les valeurs refuges et les indices boursiers et obligations d'Etat. Ce modèle va uniquement porter son analyse sur les corrélations conditionnelles dynamiques et non pas sur les corrélations roulantes. Ce choix s'est fait sur base des statistiques descriptives qui nous montrent que les corrélations conditionnelles dynamiques prennent en compte des effets à plus long terme sans changement abrupt comme lors de la sortie de valeur extrême de la fenêtre de calcul des corrélations roulantes. De plus, le test de régression doit être effectué pour les 18 mesures de corrélations estimées, c'est pourquoi cette analyse ne sera appliquée qu'à une seule mesure de corrélation par soucis de clarté. La méthode des moindres carrés sera utilisée pour déterminer dans quelle mesure les différents indicateurs macroéconomiques peuvent être considérés comme étant des variables prédictives des coefficients de corrélations mesurés précédemment. Les régressions ne seront effectuées que sur base des indicateurs du pays concerné par la mesure de corrélations comme l'ont fait Hondroyannis et Papapetrou (2011) lors de l'analyse des facteurs macroéconomiques ayant une influence sur les rendements des actions de différents pays. De plus, les données d'une majorité des indicateurs ne sont disponibles que selon une fréquence mensuelle, réduisant ainsi le nombre total d'observation du modèle. Il convient donc de limiter le nombre de variables explicatives pour ne pas perdre trop de puissance du test de régression, Green (1991, cité par VanVoorhis & Morgan, 2007) conseille de maintenir le ratio suivant : $N > 104 + m$, avec N le nombre d'observations et m le nombre de variables indépendantes. Il faut noter aussi qu'un seul des taux de change choisis sera utilisé dans l'équation de régression en fonction du pays concerné, afin d'éviter d'introduire deux variables possédant un fort taux de colinéarité qui pourrait fausser les résultats.

Le modèle de régression linéaire multiple testé est modélisé par l'équation suivante :

$$DCC_{ij,t} = \beta_0 + \beta_1 * PIB_{j,t} + \beta_2 * HICP_{j,t} + \beta_3 * IPI_{j,t} + \beta_4 Taux\ sans\ risque_{j,t} + \beta_5 * Taux\ de\ change_{j,t} + \beta_6 * Volatilité_{j,t} + \beta_7 * Crise + \varepsilon_t$$

Pour rappel, les indicateurs utilisés sont les indicateurs du pays concerné par le produit financier analysé dans la régression.

Résultats des régressions de l'or :

Le tableau 6 présente les résultats des régressions ayant pour variable dépendante les corrélations conditionnelles dynamiques de l'or et des produits financiers américains, britanniques et allemands. La première chose que l'on observe est tout d'abord les coefficients R^2 de ces régressions. Ceux-ci nous indiquent la part de la variance de notre variable dépendante expliquée par le modèle. On observe tout d'abord des coefficients de détermination compris entre 16,8 et 18,6% pour les modèles concernant les DCC entre l'or et les trois indices boursiers. Ces valeurs peuvent être considérées comme suffisamment significatives car le modèle de régression utilisé ne prend pas en compte la valeur de corrélation en t-1 pour prédire la valeur en t, car nous ne nous intéressons qu'aux indicateurs macroéconomiques, c'est pourquoi on perd une partie de la variance potentiellement expliquée par cette variable de retard. En ce qui concerne les coefficients R^2 des régressions concernant l'or et les obligations gouvernementales, on obtient des valeurs très faibles, entre 2,2 et 3,5% de la variance expliquée, ce qui laisse à penser que le modèle choisi n'est pas pertinent dans le cas de l'analyse des facteurs d'influences des corrélations entre l'or et les obligations gouvernementales.

En ce qui concerne les facteurs d'influence, on peut remarquer que le facteur de crise est significatif pour les trois indices boursiers. L'estimateur du facteur crise possède un signe négatif pour les trois indices, ce qui représente une diminution des corrélations entre l'or et les trois indices boursiers en temps de crise, renforçant l'intuition selon laquelle l'or pourrait être une valeur refuge en temps de crise. De plus, pour les indices boursiers FTSE 100 et DAX 30, le taux sans risque est aussi considéré comme une variable explicative de leurs corrélations avec l'or avec un coefficient lui aussi négatif. L'or présente de manière générale une relation négative avec le taux sans risque, car détenir de l'or ne procure pas de rendement, c'est

pourquoi une augmentation du taux sans risque réduit l'attractivité d'un investissement en or (Gilroy, 2015). On peut par contre observer une relation positive entre le taux sans risque et le marché des actions si l'on observe la méthode des CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) qui sert à estimer le taux de rentabilité attendu d'un actif financier. Ce taux de rentabilité est estimé comme suit :

$$r_i = r_f + \beta * (E(rm) - r_f)$$

Avec r_i le taux de rentabilité attendu, r_f le taux sans risque, β la volatilité de l'actif par rapport à celle du marché et $(E(rm) - r_f)$ la prime de risque du marché. En règle générale, une augmentation du taux sans risque entraîne l'augmentation de la rentabilité attendue par les investisseurs, rendant cet actif plus attractif, ce qui entraîne donc une hausse de son prix.

En ce qui concerne la corrélation entre l'or et l'indice S&P500, l'indice de volatilité VIX semble aussi être une variable explicative significative. Le coefficient de l'estimateur négatif indique que lorsque la volatilité de l'indice S&P500 augmente, comme par exemple en temps de crise, la corrélation entre les rendements de cet indice boursier et ceux en or diminuent. Ceci suggère donc aussi que l'or pourrait être une valeur refuge pour l'indice S&P500 en temps de crise.

En ce qui concerne les régressions concernant les corrélations conditionnelles dynamiques et les trois obligations gouvernementales, on peut observer qu'aucun des indicateurs choisis ne peut être considéré comme statistiquement significatif pour prédire la valeur des corrélations. Ces résultats ne sont pas inutiles car ils nous indiquent que ces indicateurs de santé économique n'ont théoriquement pas d'influence sur les corrélations entre l'or et les obligations gouvernementales. Cela ne nous permet donc pas de rejeter l'hypothèse de valeur refuge en temps de crise car ces corrélations pourraient être négatives en cas de récession mais ne pas être influencées par ces facteurs macroéconomiques.

DCC Gold S&P500					DCC Gold FTSE100					DCC Gold DAX30				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6,00E-02	1,45E-02	4,1260	0,0000669***	(Intercept)	1,17E-01	2,04E-02	5,7250	7,26E-08 ***	(Intercept)	6,09E-02	1,74E-02	3,4930	0,000662 ***
PIB US	-1,50E-07	9,91E-07	-0,1510	0,8801	PIB UK	6,82E-06	1,03E-05	0,6590	0,5110	PIB GER	9,42E-06	6,83E-06	1,3780	0,1705
HICP US	6,58E-03	1,33E-02	0,4970	0,6202	HICP UK	1,65E-02	2,73E-02	0,6040	0,5468	HICP GER	2,74E-02	2,62E-02	1,0490	0,2963
IPI US	2,50E-03	9,80E-03	0,2550	0,7993	IPI UK	4,40E-03	8,77E-03	0,5010	0,6170	IPI GER	1,96E-03	7,87E-03	0,2480	0,8042
VIX	-2,81E-03	1,67E-03	-1,6880	0,093952.	VFTSE	-2,58E-03	2,64E-03	-0,9750	0,3315	VDAX	-3,53E-03	2,35E-03	-1,5060	0,1345
US Tbill	-4,32E-02	4,32E-02	-1,0010	0,3188	Euribor	-2,21E-01	7,44E-02	-2,9670	0,003600 **	Euribor	-2,19E-01	7,92E-02	-2,7610	0,006626 **
USD/EUR	-2,81E-03	2,60E-01	-0,0110	0,9914	USD/GBP	2,41E-01	3,02E-01	0,7990	0,4258	USD/EUR	3,56E-01	3,72E-01	0,9560	0,3409
Crise	-1,03E-01	2,76E-02	-3,7200	0,000299***	Crise	-1,35E-01	3,87E-02	-3,4930	0,000661 ***	Crise	-1,25E-01	3,73E-02	-3,3440	0,001089 **
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.08012 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.1252 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.1264 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.1801, Adjusted R-squared: 0.1342					Multiple R-squared: 0.1683, Adjusted R-squared: 0.1217					Multiple R-squared: 0.1861, Adjusted R-squared: 0.1405				
F-statistic: 3.923 on 7 and 125 DF, p-value: 0.0006693					F-statistic: 3.614 on 7 and 125 DF, p-value: 0.0014					F-statistic: 4.083 on 7 and 125 DF, p-value: 0.0004558				
DCC Gold US10Y					DCC Gold UK10Y					DCC Gold GER10Y				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-4,01E-02	1,31E-02	-3,0640	0,00268 **	(Intercept)	-6,58E-02	1,57E-02	-4,1960	5,1E-05 ***	(Intercept)	-5,60E-02	1,49E-02	-3,7670	0,000254 ***
PIB US	8,91E-07	8,93E-07	0,9980	0,3201	PIB UK	2,55E-06	7,93E-06	0,3220	0,7480	PIB GER	3,83E-07	5,83E-06	0,0660	0,9477
HICP US	-1,96E-02	1,19E-02	-1,6390	0,1038	HICP UK	-2,60E-03	2,09E-02	-0,1240	0,9010	HICP GER	-5,34E-03	2,23E-02	-0,2390	0,8113
IPI US	-5,70E-03	8,84E-03	-0,6450	0,5201	IPI UK	-5,29E-03	6,73E-03	-0,7850	0,4340	IPI GER	4,59E-04	6,72E-03	0,0680	0,9457
VIX	9,03E-04	1,50E-03	0,6010	0,5489	VFTSE	5,32E-05	2,03E-03	0,0260	0,9790	VDAX	-1,01E-04	2,00E-03	-0,0500	0,9599
US Tbill	-9,96E-03	3,89E-02	-0,2560	0,7984	Euribor	-5,03E-02	5,71E-02	-0,8800	0,3810	Euribor	-5,57E-02	6,76E-02	-0,8240	0,4114
USD/EUR	2,81E-01	2,35E-01	1,1960	0,2340	USD/GBP	-2,28E-01	2,32E-01	-0,9850	0,3260	USD/EUR	-2,54E-01	3,18E-01	-0,8000	0,4254
Crise	-3,36E-03	2,49E-02	-0,1350	0,8930	Crise	-2,16E-02	2,97E-02	-0,7270	0,4690	Crise	-4,37E-02	3,18E-02	-1,3730	0,1722
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.07222 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.09611 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.1079 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.03537, Adjusted R-squared: -0.01865					Multiple R-squared: 0.02232, Adjusted R-squared: -0.03243					Multiple R-squared: 0.02594, Adjusted R-squared: -0.02861				
F-statistic: 0.6548 on 7 and 125 DF, p-value: 0.7097					F-statistic: 0.4077 on 7 and 125 DF, p-value: 0.8961					F-statistic: 0.4755 on 7 and 125 DF, p-value: 0.8508				

TABLEAU 6 : RESULTATS DES REGRESSIONS DES CORRELATIONS ENTRE L'OR ET LES DIFFERENTS PRODUITS FINANCIERS

Résultat des régressions sur l'argent :

Le tableau 7 reprend quant à lui les résultats des régressions concernant les corrélations conditionnelles dynamiques entre l'argent et les indices boursiers et obligations gouvernementales. L'argent faisant partie du même type de produit financier que l'or, à savoir les matières premières, on peut s'attendre à des résultats relativement similaire au niveau des indicateurs macroéconomiques influençant potentiellement les corrélations de l'or et celle relative à l'argent. Au niveau des coefficients de détermination pour les corrélations concernant les indices boursiers, on obtient des résultats assez semblables à ceux de l'or avec des R^2 entre 18,6% et quasiment 25% pour la corrélation entre l'argent et l'indice S&P500. La différence apparaît au niveau des coefficients de détermination des régressions pour les obligations gouvernementales qui affichent des valeurs de 5,35% et 8,4% pour les obligations britanniques et allemandes respectivement et d'un autre côté une valeur de 25,29% pour les américaines. Au niveau des variables explicatives de ces régressions, on remarque que la variable de crise est significative à un niveau statistique suffisant pour prédire toutes les corrélations sauf celle relative aux obligations gouvernementales allemandes. On remarque aussi qu'une fois de plus, le

taux d'intérêt sans risque Euribor 3-month est significatif pour les indices boursiers FTSE 100 et DAX 30. Enfin, on observe que le taux de change USD/EUR est significatif pour les obligations gouvernementales allemandes et l'est quasiment pour les obligations britanniques (à un indice de confiance de 89%). En effet, les coefficients négatifs des estimateurs des taux de change pour ces deux régressions représentent bien le fait qu'une augmentation de la valeur du dollar entraîne une baisse de valeur des obligations gouvernementales britanniques et allemandes due à la dépréciation de la valeur faciale de ces obligations évaluées en euro et livre sterling. La devise du marché de l'argent étant le dollar, une augmentation de sa valeur entraîne une augmentation de la valeur de l'argent, c'est pourquoi les corrélations entre l'argent et les obligations gouvernementales britanniques et allemandes sont influencées négativement par le taux de change USD/EUR.

DCC Silver S&P500: Regression results					DCC Silver FTSE100: Regression results					DCC Silver DAX30: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6,08E-02	1,12E-02	5,4380	2,72e-07 ***	(Intercept)	1,42E-01	9,94E-03	14,2640	< 2e-16 ***	(Intercept)	1,01E-01	1,29E-02	7,8680	1,46e-12 ***
PIB US	6,46E-07	7,62E-07	0,8470	0,3980	PIB UK	6,98E-07	5,03E-06	0,1390	0,8898	PIB GER	8,20E-06	5,05E-06	1,6220	0,1073
HICP US	-3,58E-04	1,02E-02	-0,0350	0,9720	HICP UK	1,04E-02	1,33E-02	0,7860	0,4331	HICP GER	2,05E-02	1,94E-02	1,0600	0,2911
IPI US	-3,53E-04	7,54E-03	-0,0470	0,9630	IPI UK	4,61E-03	4,27E-03	1,0810	0,2817	IPI GER	3,87E-03	5,82E-03	0,6650	0,5072
VIX	-5,98E-04	1,28E-03	-0,4660	0,6420	VFTSE	-1,71E-03	1,29E-03	-1,3260	0,1872	VDAX	-1,84E-03	1,74E-03	-1,0590	0,2918
US Tbill	-1,95E-03	3,32E-02	-0,0590	0,9530	Euribor	-9,14E-02	3,62E-02	-2,5230	0,012891 **	Euribor	-1,62E-01	5,86E-02	-2,7610	0,00663 **
USD/EUR	-9,83E-02	2,00E-01	-0,4910	0,6240	USD/GBP	1,38E-01	1,47E-01	0,9410	0,3487	USD/EUR	8,15E-02	2,75E-01	0,2960	0,7678
Crise	-8,68E-02	2,13E-02	-4,0820	7,91e-05 ***	Crise	-7,48E-02	1,88E-02	-3,9770	0,000117 ***	Crise	-1,04E-01	2,76E-02	-3,7820	0,00024 ***
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.06165 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.06095 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.09352 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.2495, Adjusted R-squared: 0.2074					Multiple R-squared: 0.1865, Adjusted R-squared: 0.141					Multiple R-squared: 0.2071, Adjusted R-squared: 0.1627				
F-statistic: 5.936 on 7 and 125 DF, p-value: 5.663e-06					F-statistic: 4.095 on 7 and 125 DF, p-value: 0.0004433					F-statistic: 4.664 on 7 and 125 DF, p-value: 0.0001138				
DCC Silver US10Y: Regression results					DCC Silver UK10Y: Regression results					DCC Silver GER10Y: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	4,19E-02	3,09E-03	13,5770	< 2e-16 ***	(Intercept)	3,84E-02	5,20E-03	7,3810	1,93e-11 ***	(Intercept)	2,75E-02	6,79E-03	4,0500	8,91e-05 ***
PIB US	-2,02E-07	2,10E-07	-0,9630	0,3380	PIB UK	1,47E-06	2,63E-06	0,5570	0,5783	PIB GER	2,29E-06	2,66E-06	0,8600	0,3916
HICP US	-2,65E-03	2,81E-03	-0,9430	0,3470	HICP UK	2,23E-03	6,94E-03	0,3220	0,7479	HICP GER	-1,49E-03	1,02E-02	-0,1460	0,8838
IPI US	-6,32E-04	2,08E-03	-0,3040	0,7620	IPI UK	-2,62E-03	2,23E-03	-1,1740	0,2427	IPI GER	1,75E-03	3,07E-03	0,5720	0,5686
VIX	1,60E-04	3,54E-04	0,4530	0,6510	VFTSE	-1,32E-04	6,73E-04	-0,1970	0,8444	VDAX	-5,52E-04	9,14E-04	-0,6040	0,5471
US Tbill	4,77E-03	9,16E-03	0,5200	0,6040	Euribor	-9,95E-03	1,90E-02	-0,5250	0,6006	Euribor	-6,07E-03	3,09E-02	-0,1970	0,8445
USD/EUR	3,64E-02	5,53E-02	0,6590	0,5110	USD/GBP	-1,23E-01	7,68E-02	-1,5990	0,1124	USD/EUR	-3,53E-01	1,45E-01	-2,4290	0,0166 *
Crise	-3,00E-02	5,86E-03	-5,1160	1,14e-06 ***	Crise	-1,71E-02	9,84E-03	-1,7320	0,0857	Crise	-1,83E-02	1,45E-02	-1,2580	0,2109
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1					Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.01701 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.03189 on 125 degrees of freedom					Residual standard error: 0.04928 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.2529, Adjusted R-squared: 0.2111					Multiple R-squared: 0.05357, Adjusted R-squared: 0.0005654					Multiple R-squared: 0.08479, Adjusted R-squared: 0.03354				
F-statistic: 6.046 on 7 and 125 DF, p-value: 4.378e-06					F-statistic: 1.011 on 7 and 125 DF, p-value: 0.427					F-statistic: 1.654 on 7 and 125 DF, p-value: 0.1263				

TABLEAU 7 : RESULTATS DES REGRESSIONS DES CORRELATIONS ENTRE L'ARGENT ET LES DIFFERENTS PRODUITS FINANCIERS

Résultat des régressions sur le Liv-ex 50 :

Le tableau 8 présente les résultats des régressions concernant les corrélations conditionnelles dynamiques entre l'indice Liv-ex 50 et les indices boursiers et obligations gouvernementales. La différence notable entre les résultats de ces régressions et de celles pour l'or et de l'argent c'est que pour l'indice des vins de prestige, aucune des régressions ne semble obtenir de résultats satisfaisant par rapport aux indicateurs utilisés pour prédire les corrélations. En effet, les coefficients R^2 sont compris entre 2,2% et 4,1% pour les régressions concernant les indices

boursiers et 3,2% et 7,6% pour celles concernant les obligations gouvernementales. Ces faibles coefficients sont donc la conséquence d'un mauvais choix des variables explicatives dans notre régression. En effet, les déterminants des prix de l'indice Liv-ex ne sont pas les mêmes que ceux des actions et obligations. Afin d'affiner ces régressions, il faudrait ajouter des facteurs micro-économiques, d'offre et de demande par exemple, qui font partie des déterminants des prix des vins de prestige (Ricardo, 2013).

Au niveau des indicateurs, on peut observer que seuls le taux sans risque 3-month US T-Bill pour les corrélations avec l'indice S&P500 et le niveau d'inflation pour les corrélations avec les obligations britanniques sont significatifs statistiquement. Ricardo (2013) a montré que l'indice des vins de prestige possédait une corrélation moyenne avec le taux d'inflation des Etats-Unis sur la période 2003-2013 de 0,23 ce qui indique que l'indice Liv-ex 50 peut profiter d'une hausse du taux d'inflation pour voir ses prix augmenter, au contraire d'une obligation d'Etat qui voit sa valeur réelle diminuer dans le cas où le taux d'inflation est supérieur au coupon de l'obligation. Cette relation se matérialise dans le coefficient négatif de l'estimateur de régression portant sur l'inflation, la corrélation diminue en cas d'augmentation d'inflation car la valeur du Liv-ex 50 et de l'obligation varie en sens opposé. On peut remarquer que les variables représentant le niveau d'inflation des États-Unis et de l'Allemagne possèdent eux aussi un indice de confiance que l'on peut considérer comme plutôt élevé (aux alentours de 85%), ce qui renforce cette intuition de la relation existant entre le taux d'inflation et les corrélations entre l'indice Liv-ex et les obligations gouvernementales.

DCC Livex S&P500: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-2,11E-02	2,36E-03	-8,9310	4,52e-15 ***
PIB US	-9,66E-08	1,61E-07	-0,6000	0,5496
HICP US	3,50E-04	2,15E-03	0,1620	0,8713
IPI US	-2,17E-03	1,59E-03	-1,3630	0,1753
VIX	4,97E-05	2,71E-04	0,1830	0,8548
US Tbill	1,20E-02	7,01E-03	1,7130	0,0892 .
USD/EUR	2,84E-02	4,23E-02	0,6700	0,5039
Crise	-3,05E-03	4,49E-03	-0,6800	0,4979
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.01302 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.04134, Adjusted R-squared: -0.01234				
F-statistic: 0.7701 on 7 and 125 DF, p-value: 0.6134				
DCC Livex US10Y: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-2,28E-02	4,97E-03	-4,5990	1,03e-05 ***
PIB US	-2,80E-07	3,39E-07	-0,8270	0,4100
HICP US	-6,38E-03	4,53E-03	-1,4090	0,1610
IPI US	-5,78E-05	3,35E-03	-0,0170	0,9860
VIX	-1,58E-04	5,69E-04	-0,2780	0,7820
US Tbill	-6,55E-04	1,47E-02	-0,0440	0,9650
USD/EUR	3,44E-02	8,89E-02	0,3870	0,7000
Crise	-7,69E-03	9,44E-03	-0,8150	0,4170
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.02738 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.03246, Adjusted R-squared: -0.02173				
F-statistic: 0.599 on 7 and 125 DF, p-value: 0.7558				
DCC Livex FTSE100: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6,82E-03	2,93E-03	2,3260	0,0216 *
PIB UK	1,54E-06	1,48E-06	1,0360	0,3021
HICP UK	-3,02E-03	3,91E-03	-0,7720	0,4415
IPI UK	-1,36E-04	1,26E-03	-0,1080	0,9144
VFTSE	-6,10E-05	3,79E-04	-0,1610	0,8725
Euribor	-3,42E-03	1,07E-02	-0,3200	0,7493
USD/GBP	-1,34E-02	4,33E-02	-0,3100	0,7570
Crise	2,95E-04	5,55E-03	0,0530	0,9577
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.01797 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.02299, Adjusted R-squared: -0.03172				
F-statistic: 0.4202 on 7 and 125 DF, p-value: 0.8882				
DCC Livex UK10Y: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-1,86E-02	4,07E-03	-4,5610	1,2e-05 ***
PIB UK	3,22E-06	2,06E-06	1,5660	0,1199
HICP UK	-1,25E-02	5,42E-03	-2,3100	0,0225 *
IPI UK	-2,26E-03	1,75E-03	-1,2960	0,1974
VFTSE	3,52E-04	5,26E-04	0,6690	0,5046
Euribor	1,37E-02	1,48E-02	0,9240	0,3575
USD/GBP	2,50E-03	6,01E-02	0,0420	0,9668
Crise	6,23E-03	7,70E-03	0,8090	0,4201
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.02494 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.07685, Adjusted R-squared: 0.02515				
F-statistic: 1.486 on 7 and 125 DF, p-value: 0.1779				
DCC Livex DAX30: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	9,05E-03	3,41E-03	2,6540	0,00899 **
PIB GER	-1,91E-07	1,34E-06	-0,1430	0,8865
HICP GER	2,88E-03	5,12E-03	0,5620	0,5751
IPI GER	1,89E-03	1,54E-03	1,2260	0,2227
VDAX	3,49E-04	4,59E-04	0,7610	0,4481
Euribor	-9,36E-03	1,55E-02	-0,6040	0,5470
USD/EUR	7,57E-02	7,28E-02	1,0400	0,3005
Crise	1,68E-03	7,29E-03	0,2300	0,8183
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.02473 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.02618, Adjusted R-squared: -0.02836				
F-statistic: 0.48 on 7 and 125 DF, p-value: 0.8476				
DCC Livex GER10Y: Regression results				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-2,41E-02	3,57E-03	-6,7560	4,8e-10 ***
PIB GER	2,03E-06	1,40E-06	1,4520	0,1490
HICP GER	-7,90E-03	5,36E-03	-1,4740	0,1430
IPI GER	-4,30E-04	1,61E-03	-0,2670	0,7900
VDAX	5,83E-04	4,80E-04	1,2130	0,2280
Euribor	2,28E-03	1,62E-02	0,1410	0,8880
USD/EUR	6,46E-02	7,63E-02	0,8470	0,3980
Crise	3,08E-03	7,63E-03	0,4030	0,6880
Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1				
Residual standard error: 0.02589 on 125 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.05013, Adjusted R-squared: -0.003064				
F-statistic: 0.9424 on 7 and 125 DF, p-value: 0.4765				

TABLEAU 8 : RESULTATS DES REGRESSIONS DES CORRELATIONS ENTRE LE LIV-EX 50 ET LES DIFFERENTS PRODUITS FINANCIERS

Résumé des résultats des régressions :

Pour résumer les résultats de ces régressions, on peut tout d'abord séparer d'un côté l'or et l'argent qui affichent des résultats relativement semblables au niveau des corrélations conditionnelles dynamiques avec les stocks. En effet l'indicateur macroéconomique de crise est un facteur d'influence de la variation de ces corrélations. Il faut toutefois noter que ce facteur influence aussi les corrélations conditionnelles dynamiques de l'argent et des obligations gouvernementales américaines et britanniques.

D'un autre côté nous avons les régressions sur les corrélations par rapport à l'indice Liv-ex 50 qui ne semblent pas présenter de résultats véritablement significatifs par rapport à ces différents indicateurs au vu des coefficients de détermination très faibles de ces régressions.

Ce que l'on peut par contre tirer des résultats de ces régressions c'est l'importance du facteur de crise, ce qui renforce l'intuition de devoir tester ces trois produits comme étant des valeurs refuges en temps de crise ou bien de simples couvertures de portefeuille.

VII. Test de valeur refuge

En observant les graphes des différentes corrélations conditionnelles dynamiques calculées, on peut observer dans la majeure partie des cas une diminution de celles-ci aux alentours de la fin de l'année 2007, date du début de la crise des subprimes. La question se pose alors de savoir s'il existe une relation entre les rendements de ces trois produits et les autres actifs financiers. L'objectif principal pour un investisseur étant de diversifier un maximum son portefeuille afin de réduire le risque lié aux actifs le composant. S'il s'avérait qu'en temps de crise l'un des produits analysés présentait une corrélation nulle voire négative avec un des actifs qu'il possède (dans notre cas les trois indices boursiers et obligations gouvernementales analysées dans les sections précédentes), cela lui permettrait de limiter ses pertes voire même de les compenser par l'augmentation de valeur de ces produits appelés dans ce cas de figure valeur refuge.

Il convient tout d'abord de différencier le concept de valeur refuge et le concept de couverture de portefeuille. Baur et Lucey (2013) proposent une définition de ces deux concepts :

Couverture de portefeuille (*hedge*) : Une couverture de portefeuille est définie comme un actif non-corrélé ou négativement corrélé en moyenne avec un autre actif/portefeuille. Une couverture de portefeuille n'a pas la propriété de réduire les pertes en temps de récession car l'actif pourrait montrer une corrélation positive dans de telles périodes, une corrélation négative en temps normal et aussi une corrélation négative en moyenne.

Valeur refuge (*safe haven*) : Une valeur refuge est définie comme un actif non-corrélé ou négativement corrélé en temps de turbulence sur les marchés financiers avec un autre actif/portefeuille. Cette propriété ne force pas la corrélation entre les deux actifs à être négatif en tout temps mais bien seulement durant certaines périodes spécifiques. Cette propriété permet aux investisseurs de compenser leurs pertes grâce à la hausse des prix de la valeur refuge survenant lorsque le prix de l'autre actif chute.

Différentes méthodes ont été utilisées afin d'évaluer la capacité d'un actif financier à agir comme valeur refuge en temps de crise. La méthode utilisée dans ce mémoire

se basera sur l'analyse de Baur et Lucey (2010) qui ont étudié la propension de l'or à agir comme valeur refuge pour le marché des actions et obligations américaines, britanniques et allemandes. Ils proposent le modèle de régression suivant pour effectuer ce test :

$$r_{gold,t} = a + b_1 r_{stock,t} + b_2 r_{stock,t(q)} + c_1 r_{bond,t} + c_2 r_{bond,t(q)} + e_t$$

Avec $r_{gold,t}$ les rendements de l'or, r_{stock} et r_{bond} les rendements des actions et obligations et $r_{stock,t(q)}$ et $r_{bond,t(q)}$ sont les quantiles q des rendements des actions et obligations. Dans ce cas-ci, ce sont les quantiles inférieurs (5%, 2,5%, 1%) qui ont été utilisés afin de se focaliser sur les périodes de forte chute de rendement dans les marchés des actions et obligations. Si le coefficient $b_1(c_1)$ est négatif ou égal à zéro, l'or peut être considéré comme une couverture de portefeuille pour les actions (obligations) car ils sont non-corrélés ou corrélés négativement en moyenne. Afin de déterminer si l'or est une valeur refuge pour le marché des actions ou des obligations, il faut observer la somme b_1+b_2 pour les actions et c_1+c_2 pour les obligations. Si celle-ci est négative ou égale zéro, l'or agit comme valeur refuge pour les actions ou obligations car ils sont corrélés négativement ou non-corrélés en période de turbulence des marchés financiers.

La différence entre les séries étudiées par Baur et Lucey et celle de ce mémoire se fait au niveau du nombre de périodes de haute volatilité des marchés incluses dans les séries analysées. En effet, leur étude porte sur une période allant de 1995 à 2005, période à laquelle eurent lieu les crises de 1997 (crise Asiatique), de 2001 (Attentats du World Trade Center) et de 2003. Cette étude portant sur des séries temporelles de 2004 à 2014 ne comporte quant à elle qu'une seule crise majeure, la crise des subprimes de 2007-2009. C'est pourquoi l'équation de régression de ce travail n'utilisera pas les quantiles pour représenter les périodes de crise mais le test se fera en deux temps :

- 1) $r_{produit,t} = a + \beta_1 r_{SP500,t} + \beta_2 r_{FTSE100,t} + \beta_3 r_{DAX30,t} + \beta_4 r_{US10Y,t} + \beta_5 r_{UK10Y,t} + \beta_6 r_{GER10Y,t} + e_t$
- 2) $r_{produit,t} * NBER = a + c_1 r_{SP500,t} * NBER + c_2 r_{FTSE100,t} * NBER + c_3 r_{DAX30,t} * NBER + c_4 r_{US10Y,t} * NBER + c_5 r_{UK10Y,t} * NBER + c_6 r_{GER10Y,t} * NBER + e_t$

Avec $r_{i,t}$ le rendement de l'actif alternatif i au temps t et NBER une variable binaire valant 1 en temps de crise et 0 en temps normal. Ces dates sont obtenues via le National Bureau of Economic Research qui détermine les dates de début et de fin de récession. L'interprétation des coefficients de ces régressions se fera de la même manière que dans la thèse de Morley (2013) qui a elle aussi analysé le potentiel de l'or en temps que valeur refuge en divisant sa période en sous-périodes correspondantes à différentes périodes de crise. L'actif alternatif i pourra être considéré comme une couverture de portefeuille par rapport au produit financier i si : $\beta_i \leq 0$. De même, cet actif i pourra être considéré comme une valeur refuge par rapport au produit financier i si : $c_i \leq 0$. Si ces estimateurs ne sont pas significativement différents de 0, on peut considérer qu'ils sont des faibles couvertures de marché ou faibles valeurs refuges car une variation des rendements d'un des produits financiers n'aura pas d'impact sur les rendements de cet actif. Cette différence avec les couvertures de portefeuille et valeurs refuges fortes est très importante pour les investisseurs, car dans le cas d'une valeur refuge forte, on espère compenser au moins en partie les pertes dues à la chute des rendements d'un produit financier par l'augmentation des prix de la valeur refuge. Or une faible valeur refuge ne verra pas sa valeur varier par rapport au produit financier et ne va donc pas couvrir les pertes survenues (Baur et McDermott, 2010).

Il est important de noter que ces régressions ne cherchent pas à expliquer les rendements des différents investissements alternatifs mais bien de déterminer de quelle manière ils évoluent par rapport aux variables explicatives, dans notre cas les indices boursiers et obligations gouvernementales américaines, britanniques et allemandes. C'est pourquoi ces régressions ne devraient présenter de coefficient R^2 très élevé car la variance de ces produits ne peut pas être expliquée seulement par ces six variables explicatives. Ce qui va donc nous intéresser est la significativité des estimateurs et surtout leur signe. Le tableau 9 rend compte des résultats de ces régressions pour l'or, l'argent et l'index Liv-ex 50.

OR				ARGENT				LIV-EX 50			
	Estimate	t-value	Pr(> t)		Estimate	t-value	Pr(> t)		Estimate	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	-0,0214	-0,2430	0,8079	(Intercept)	-0,0642	-0,3790	7,05E-01	(Intercept)	-0,1543	-3,0750	0,00213 **
β1	-0,0557	-2,3580	0,0184 *	β1	-0,1655	-3,6390	0,000279 ***	β1	-0,0360	-2,6730	0,00756 **
β2	0,2052	5,3640	8,79e-08 ***	β2	0,2984	4,0480	5,29e-05 ***	β2	-0,0058	-0,2660	7,91E-01
β3	-0,0878	-2,5600	0,0105 *	β3	0,0335	0,5070	6,12E-01	β3	0,0243	1,2420	2,14E-01
β4	-0,0125	-0,1750	0,8612	β4	-0,0335	-0,2430	8,08E-01	β4	0,1108	2,7160	0,00665 **
β5	-0,0157	-0,1460	0,8842	β5	-0,0013	-0,0060	9,95E-01	β5	-0,0519	-0,8430	4,00E-01
β6	0,0566	0,7610	0,4469	β6	0,0833	0,5810	5,61E-01	β6	0,0010	0,0230	9,82E-01
	Estimate	t-value	Pr(> t)		Estimate	t-value	Pr(> t)		Estimate	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	0,0014	0,1070	0,914536	(Intercept)	0,0034	0,1520	8,79E-01	(Intercept)	-0,0002	-0,0320	9,75E-01
c1	-0,0584	-3,2260	0,001270 **	c1	-0,1750	-5,8890	4,33e-09 ***	c1	-0,0164	-1,8700	0,06159 .
c2	0,1284	3,9760	7,17e-05 ***	c2	0,2543	4,8000	1,66e-06 ***	c2	-0,0020	-0,1270	8,99E-01
c3	-0,1215	-3,6560	0,000261 ***	c3	-0,0985	-1,8070	0,0709 .	c3	-0,0146	-0,9070	3,65E-01
c4	-0,4665	-3,0790	0,002096 **	c4	-0,5249	-2,1120	0,0348 *	c4	-0,3032	-4,1370	3,62e-05 ***
c5	-0,2877	-1,3340	0,182375	c5	0,3349	0,9470	3,44E-01	c5	-0,2836	-2,7180	0,00661 **
c6	0,7630	2,5770	0,010021 *	c6	0,1138	0,2340	8,15E-01	c6	0,5912	4,1270	3,78e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

TABLEAU 9 : RESULTATS DES TESTS DE COUVERTURE DE PORTEFEUILLE ET DE VALEUR REFUGE POUR L'OR, L'ARGENT ET LE LIV-EX 50

On remarque tout d'abord que l'or, l'argent et le vin sont des fortes valeurs refuges pour l'indice boursier S&P500 et pour les obligations gouvernementales des Etats-Unis. Par contre ils ne sont de fortes couvertures de portefeuille seulement pour le S&P500, l'or et l'argent sont des faibles couvertures de portefeuille pour les obligations américaines (non-corrélés en moyenne) mais l'indice Liv-ex 50 ne peut pas être considéré comme une couverture de portefeuille car il est corrélé positivement avec les rendements de ces obligations en moyenne. C'est donc intéressant pour des investisseurs possédant des obligations gouvernementales américaines de savoir qu'à long terme, investir dans les vins de prestige ne leur procure aucune protection contre la chute des taux des obligations, mais qu'en temps de récession cet investissement dans l'indice Liv-ex peut compenser les pertes liées aux obligations américaines. Les trois actifs alternatifs peuvent aussi être considérés comme valeur refuge forte pour l'indice DAX30 mais seul l'or est une couverture de portefeuille fort, l'argent et le Liv-ex ne sont pas corrélés en moyenne avec cet indice et font donc office de faibles couvertures de portefeuille. Seul l'indice Liv-ex possède les propriétés de faible couverture de portefeuille et faible valeur refuge par rapport à l'indice FTSE100 tandis que l'or et l'argent exhibent une corrélation positive en moyenne et en temps de crise avec cet indice. En ce qui concerne les obligations gouvernementales britanniques, l'or, l'argent et le Liv-ex 50 sont des faibles couvertures de portefeuille mais seul le Liv-ex 50 est une valeur

refuge forte pour ces obligations, l'or et l'argent étant non-corrélés avec celle-ci en moyenne. Enfin pour finir, les trois produits sont aussi des faibles couverture de portefeuille pour les obligations gouvernementales allemandes mais l'argent est le seul produit à ne pas être corrélé avec celles-ci en temps de crise alors que le vin et l'indice Liv-ex 50 montrent une corrélation positive moyenne en temps de crise avec celles-ci. Le tableau 10 reprend ces conclusions de manière simplifiée.

	Or		Argent		Livex-50	
SP500	Strong Hedge	Strong Safe Haven	Strong Hedge	Strong Safe Haven	Strong Hedge	Strong Safe Haven
FTSE100	/	/	/	/	Weak Hedge	Weak Safe Haven
DAX30	Strong Hedge	Strong Safe Haven	Weak Hedge	Strong Safe Haven	Weak Hedge	Weak Safe Haven
US10Y	Weak Hedge	Strong Safe Haven	Weak Hedge	Strong Safe Haven	/	Strong Safe Haven
UK10Y	Weak Hedge	Weak Safe Haven	Weak Hedge	Weak Safe Haven	Weak Hedge	Strong Safe Haven
GER10Y	Weak Hedge	/	Weak Hedge	Weak Safe Haven	Weak Hedge	/

TABLEAU 10 : RECAPITULATIF DES CONCLUSIONS DES TESTS DE COUVERTURE DE PORTEFEUILLE ET DE VALEUR REFUGE POUR L'OR, L'ARGENT ET LE LIV-EX 50.

VIII. Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif d'étudier la dynamique des corrélations entre trois investissements alternatifs, à savoir l'or, l'argent et les vins de prestige et les indices boursiers et les obligations gouvernementales des Etats-Unis, du Royaume-Uni et de l'Allemagne sur une période allant de 2004 à 2014. Le choix de cette période se justifie par la présence d'une crise financière majeure durant celle-ci et permettra donc d'analyser les éventuelles variations de corrélations lors de turbulences dans les marchés financiers.

Dans un premier temps, ces corrélations ont été estimées selon deux méthodes : la corrélation roulante et le modèle de corrélations conditionnelles dynamiques proposés par Engle (2002). On peut tout d'abord observer que la méthode DCC d'Engle propose une mesure de corrélation possédant un écart-type plus faible que la méthode des corrélations roulantes, ceci étant dû au fait que cette méthode répercute les variations extrêmes de corrélations sur une plus longue durée que l'autre méthode, c'est pourquoi c'est cette mesure de corrélation qui a été retenue pour la suite des analyses de ce mémoire. Il faut noter qu'en moyenne, les corrélations entre les rendements de l'or et de l'argent avec les rendements des indices boursiers et les obligations gouvernementales des trois pays sont toutes positives. L'indice Liv-ex 50 des vins de prestige présente quant à lui une corrélation moyenne négative avec l'indice S&P500 et les trois types d'obligation gouvernementale au contraire des corrélations entre celui-ci et le FTSE 100 et le DAX 30 qui sont toutes les deux positives.

Après avoir mesuré ces corrélations, l'analyse s'est portée sur les facteurs influençant ces corrélations. Différents déterminants ont été choisis sur base de la littérature portant sur les déterminants des corrélations entre différentes actions et obligations. Ce choix s'est porté sur des variables de croissance économique comme le PIB, le taux d'inflation, l'indice de production industriel et une variable binaire active en temps de crise et des variables d'incertitude financière comme les taux de change USD/EUR et USD/GBP, les indicateurs de volatilité des trois marchés concernés et le taux sans risque. Ces déterminants ont été testés pour leur stationnarité et transformés au besoin pour induire cette stationnarité. Un modèle de régression a été construit avec comme variable dépendante les corrélations

conditionnelles dynamiques mesurées et les différents déterminants macroéconomiques choisis comme variables prédictives. Les résultats obtenus indiquent que l'on peut tout d'abord séparer d'un côté les corrélations relatives à l'or et l'argent qui obtiennent des résultats similaires pour les régressions concernant leurs corrélations avec les trois indices boursiers. On remarque que le facteur de crise est la seule variable significative au niveau statistique pour expliquer les variations de ces corrélations et ceci est également vrai pour les corrélations entre l'argent et les obligations américaines et britanniques. Il ne semble pas y avoir de véritable tendance se dégageant des corrélations relatives à l'indice Liv-ex 50, ce qui pourrait venir du fait que les prix de cet indice sont plutôt fixés en fonction de facteurs microéconomiques.

Ces conclusions nous encouragent donc à tester le potentiel de ces trois investissements alternatifs à agir comme valeur refuge en temps de crise pour les indices boursiers et les obligations gouvernementales analysées dans ce mémoire. Le test utilisé se base sur celui de Baur et Lucey (2010) qui ont construit un modèle de régression ayant comme variable dépendante les rendements de l'or et comme variables explicatives les rendements de différents marchés financiers et obligations gouvernementales plus deux variables représentant les périodes de rendements négatifs extrêmes. Le modèle utilisé dans ce mémoire se démarque de celui de Baur et Lucey (2010) dans le sens où il se fait en deux temps, avec tout d'abord un test sur l'échantillon total et un autre test sur un sous-échantillon coïncidant avec la crise de 2007. Ces régressions nous permettent de conclure que l'or peut être considéré comme une valeur refuge forte pour les indices S&P500 et DAX 30 et pour les obligations gouvernementales américaines mais n'est considéré que comme une valeur refuge faible pour les obligations gouvernementales britanniques. Les mêmes conclusions sont vraies pour l'argent qui possède en plus de cela la propriété d'être une valeur refuge faible pour les obligations gouvernementales allemandes. L'indice Liv-ex 50, quant à lui, peut être considéré comme une valeur refuge forte pour les obligations gouvernementales américaines et britanniques et l'indice S&P 500 et comme une valeur refuge faible pour les indices FTSE100 et DAX30.

Afin de conclure ce mémoire, différentes pistes pour de futures recherches sont proposées :

Il pourrait tout d'abord être intéressant d'élargir l'échantillon de cette recherche à d'autres économies, notamment aux pays émergents du BRIC par exemple. Robert Birrell, président du *Wine Investment Fund*, fait part de la forte augmentation des ventes de vins de prestige sur le marché chinois ces dernières années et de l'intérêt grandissant venant des pays de l'Europe de l'Est malgré un faible niveau d'investissement venant de ces pays (Stone, 2015). Il pourrait donc être judicieux d'appliquer la méthodologie de ce mémoire afin de déterminer si l'indice Liv-ex 50 peut être considéré comme une valeur refuge pour ces marchés-là.

Il pourrait être aussi intéressant de tester d'autres variables dans les régressions afin d'essayer de déterminer plus précisément les déterminants des corrélations entre ces investissements alternatifs et les indices boursiers et obligations gouvernementales étudiées. Notamment certaines variables microéconomiques d'offre et de demande pourraient être investiguées.

Enfin, les conclusions des tests de valeur refuge démontrent qu'il existe des différences entre les différents investissements alternatifs étudiés. Il pourrait donc être pertinent de pratiquer les mêmes tests sur d'autres investissements alternatifs comme par exemple l'investissement dans l'art, les voitures de collection, les matières premières, l'immobilier, les *hedge funds*, etc.

IX. Bibliographie :

- Andersson, M., Krylova, E., & Vähämaa, S. (2008). Why does the correlation between stock and bond returns vary over time? *Applied Financial Economics*, 18(2), 139-151.
- Baele, L., Bekaert, G., & Inghelbrecht, K. (2010). The determinants of stock and bond return comovements. *Review of Financial Studies* 23(6), 2374-2428.
- Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45(2), 217-229.
- Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking & Finance*, 34(8), 1886-1898.
- Ciner, C. (2001). On the long run relationship between gold and silver prices A note. *Global Finance Journal*, 12(2), 299-303.
- Chiasson, E. (2012). Valeur exposée au risque : estimations par des modèles de corrélations conditionnelles dynamiques. Mémoire de maîtrise en Economie, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Connolly, R., Stivers, C., & Sun, L. (2005). Stock market uncertainty and the stock-bond return relation. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 40(01), 161-194.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Escribano, A., & Granger, C. W. J. (1998). Investigating the relationship between gold and silver prices. *Journal of Forecasting*, 17, 81-107.
- Geenen, A.-S. (2014) The correlation between individual stock and corporate bond returns before, during and after the economic crisis of 2008. Mémoire de Master en Sciences de Gestion non publié, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve.
- Gilroy, A. (2015). What rising US real interest rates mean for gold investors. Consulté le 31 juillet 2015 sur : <http://marketrealist.com/2015/02/rising-us-real-interest-rates-mean-gold-investors/>
- Gorton, G., & Rouwenhorst, K. G. (2006). Facts and fantasies about commodity futures. *Financial Analysts Journal*, 62(2), 47-68.
- Granger, C. W., & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of econometrics*, 2(2), 111-120.

Green, S. B. (1991). How many subjects does it take to do a regression analysis? *Multivariate Behavioral Research*, 26, 499-510.

Guimarães, J. (2012). Is gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis for European Union. Mémoire de Master en Economie non publié, Université de Porto, Porto.

Hillier, D., Draper, P., & Faff, R. (2006). Do precious metals shine? An investment perspective. *Financial Analysts Journal*, 62(2), 98-106.

Hondroyannis, G., & Papapetrou, E. (2001). Macroeconomic influences on the stock market. *Journal of Economics and Finance*, 25(1), 33-49.

Hyndman, R. J. (2014) Lesson 8 : Stationarity and Differencing [PDF slides]. Consulté sur <http://robjhyndman.com/talks/RevolutionR/8-Differencing.pdf>

Jia, J., & Adland, R. (2002). An Empirical Analysis of the Time-varying Correlation of Returns in International Shipping. *Conference of the International Association of Maritime*.

Jurevičienė, D., & Jakavonytė, A. (2015). Alternative investments: valuation of Wine as a means for portfolio diversification. *Verslas: teorija ir praktika*, (1), 84-93.

Koreisha, S. G., & Pukkila, T. M. (1993). New approaches for determining the degree of differencing necessary to induce stationarity in ARIMA models. *Journal of statistical planning and inference*, 36(2), 399-412.

Lucey, B.M., Larkin, C.J., & O'Connor, F.A. (2013). London or New York: where and when does the gold price originate? *Applied Economics Letters*, 20(8), 813-817.

Lucey, B. M., & Tully, E. (2006). The evolving relationship between gold and silver 1978–2002: evidence from a dynamic cointegration analysis: a note. *Applied Financial Economics Letters*, 2(1), 47-53.

McCoskey, S. K., & Selden, T. M. (1998). Health care expenditures and GDP: panel data unit root test results. *Journal of health economics*, 17(3), 369-376.

Morley, C. (2013). Three essays on identifying safe havens for equity investors. Thèse de doctorat en Philosophie, National University of Ireland Maynooth, Maynooth.

NBER (2010). US Business Cycle Expansions and Contractions. Retrieved July 8, 2015, from <http://www.nber.org/cycles.html>

Perego, E., & Vermeulen, W. N. (2013). Macroeconomic determinants of European stock and government bond correlations: A tale of two regions (No. 2013013). Université catholique de Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES).

Poghosyan, T. (2014). Long-run and short-run determinants of sovereign bond yields in advanced economies. *Economic Systems*, 38(1), 100-114.

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

Ricardo, M. (2013). Investment Grade Wine – An Alternative Asset Class. *Wealth Society*. Consultable sur : <http://www.trelliswineinvestments.com/wp-content/uploads/2011/10/Wealth-Society-Wine-Investment-Article2.pdf>

Smith, C. (2010). Liquid Gold: Is Fine Wine the New Reserve Commodity?. *Credit Control*, 31(5/6), 42-49.

Stone, G. (2015). China leads fine wine bounceback. Consulté le 30 juin 2015 sur : <http://www.thedrinksbusiness.com/2015/02/china-leads-fine-wine-bounceback/>

Tangjitprom, N. (2012). The review of macroeconomic factors and stock returns. *International Business Research*, 5(8), 107-115.

Triacca, U. (2014) Lesson 4 : Stationary Stochastic processes [PDF slides]. Consulté sur <http://www.dipecodir.it/upload/file/Triacca/L042014.pdf>

VanVoorhis, C. R. W., & Morgan, B. L. (2007). Understanding power and rules of thumb for determining sample sizes. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 3(2), 43-50.

Völkert, C. (2014). The Distribution of Uncertainty: Evidence from the VIX Options Market. *Journal of Futures Markets*.

X. Annexes

Annexe 1 : Evolution temporelle des corrélations roulantes et corrélations conditionnelles dynamiques

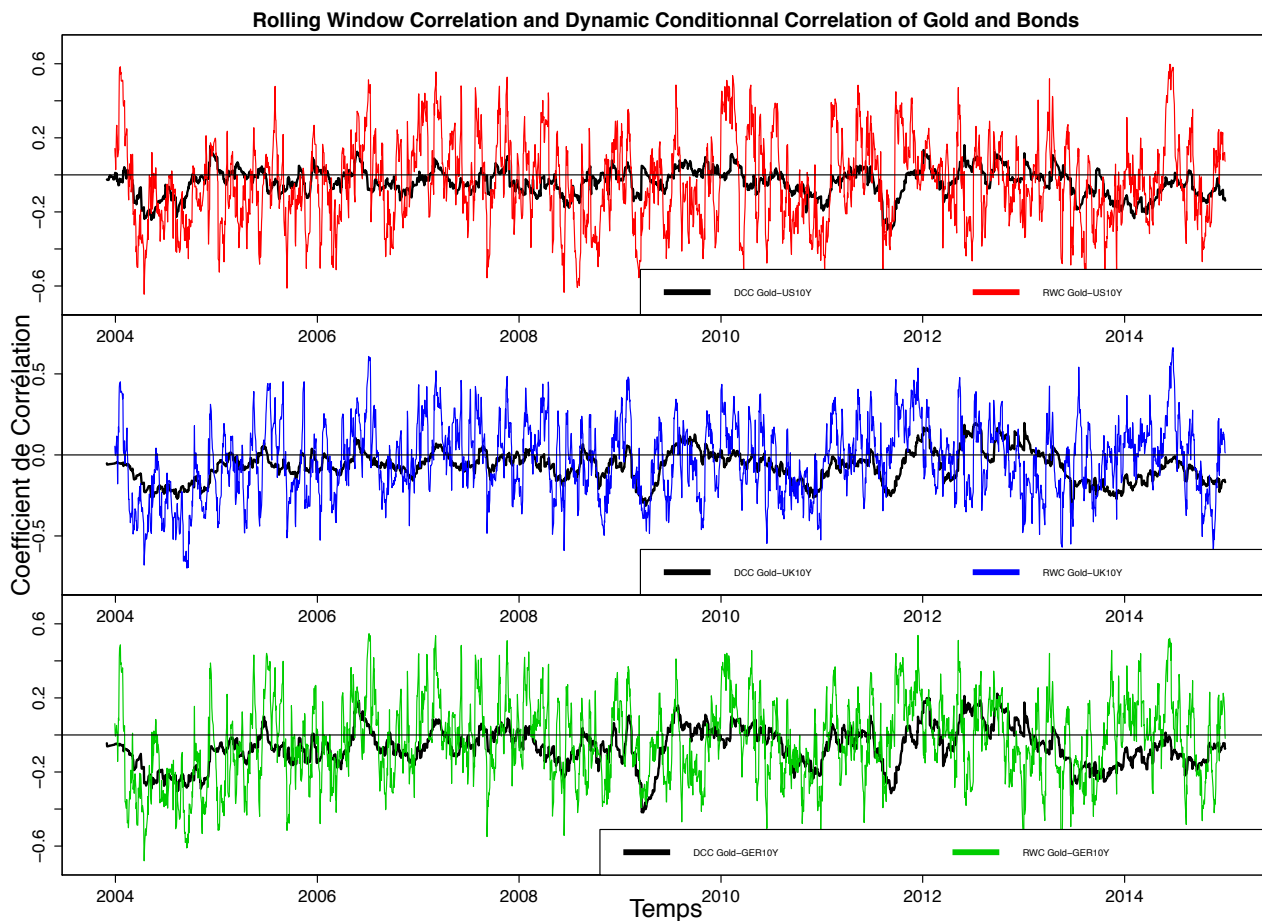


FIGURE 4 : EVOLUTION TEMPORELLE DES CORRELATIONS ROULANTES ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES ENTRE L'OR ET OBLIGATIONS GOUVERNEMENTALES AMERICAINES, BRITANNIQUES ET ALLEMANDES

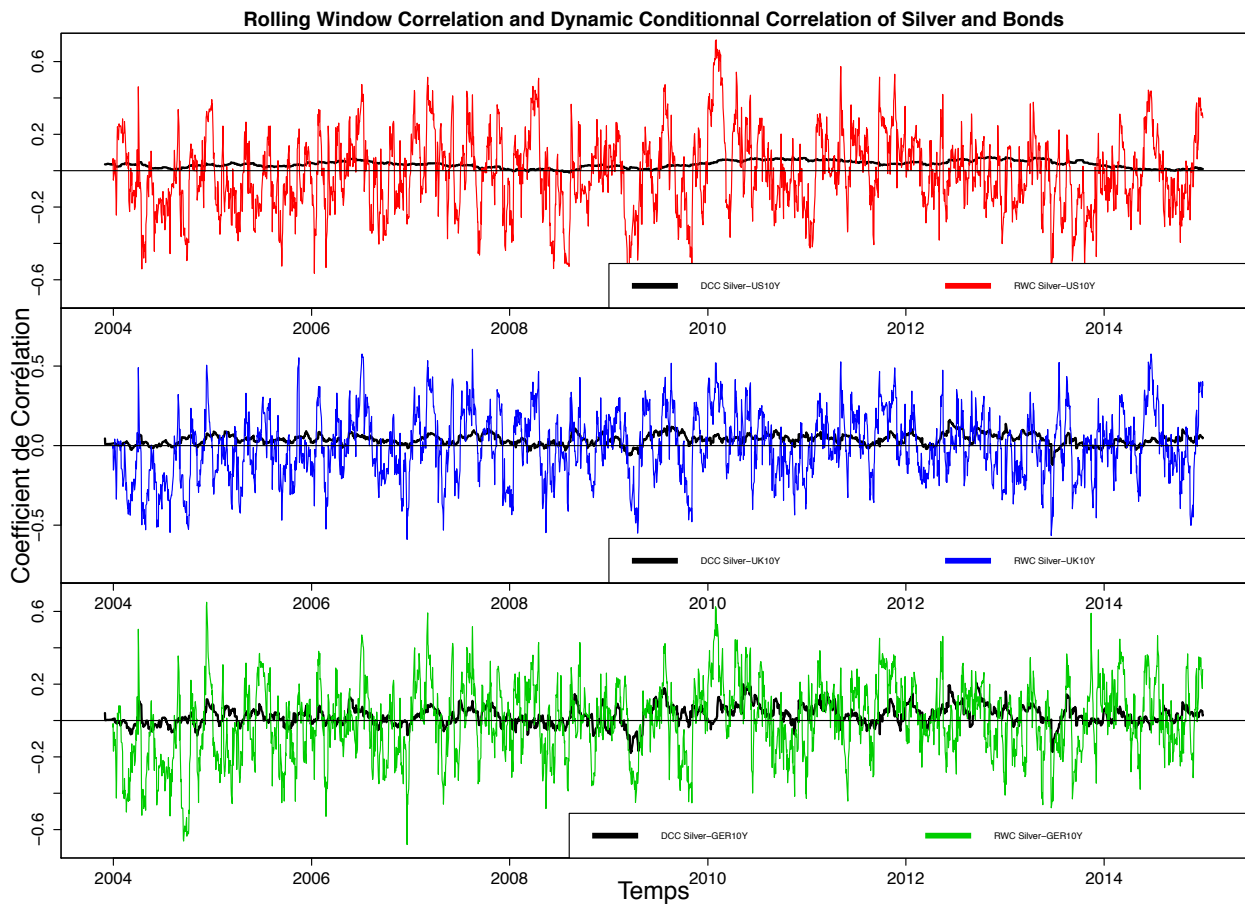


FIGURE 5 : EVOLUTION TEMPORELLE DES CORRELATIONS ROULANTES ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES ENTRE L'ARGENT ET OBLIGATIONS GOUVERNEMENTALES AMERICAINES, BRITANNIQUES ET ALLEMANDES

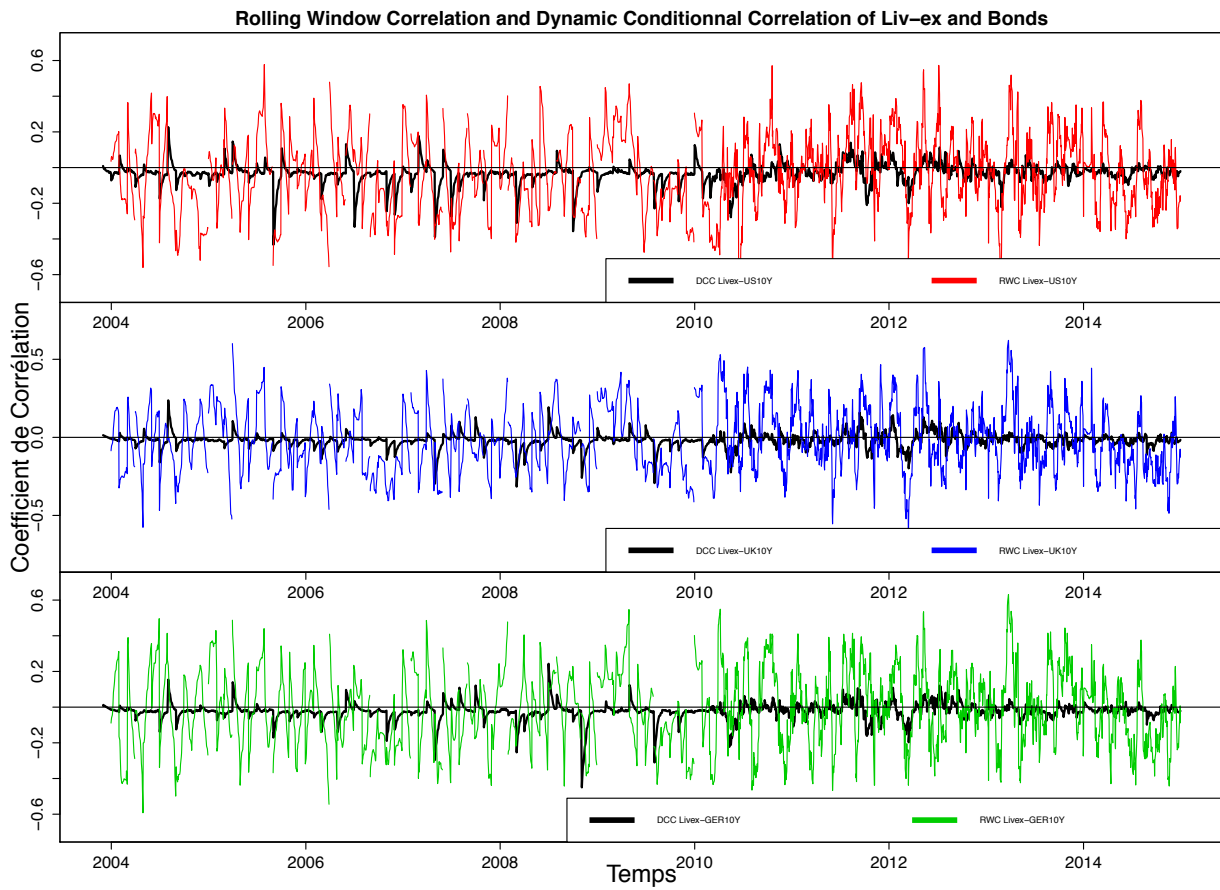


FIGURE 6 : EVOLUTION TEMPORELLE DES CORRELATIONS ROULANTES ET CORRELATIONS CONDITIONNELLES DYNAMIQUES ENTRE LE LIV-EX 50 ET OBLIGATIONS GOUVERNEMENTALES AMERICAINES, BRITANNIQUES ET ALLEMANDES

Annexe 2 : Code source de la partie empirique (R Software)

```

#
# Importation des packages
#

library(gdata)
library(PerformanceAnalytics)
library(tseries)
library(timeSeries)
library(zoo)
library(xts)
library(rmgarch)
library(timeDate)
library(ggplot2)
library(grid)
library(fUnitRoots)

#
# Importation des données
#

Compiled <-
read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/Rédaction/Mth_Datas.xlsx',sheet=3,header=
TRUE)

Compiled_returns <- xts(Compiled[,-1], order.by=as.Date(Compiled[,1],"%Y-%m-%d"))

Gold_returns <- (Compiled_returns[,1])*100
Silver_returns<- Compiled_returns[,2]*100
Livex_returns<- (Compiled_returns[,3]*100)
SP500_returns<- (Compiled_returns[,4])*100
FTSE100_returns<- Compiled_returns[,5]*100
DAX30_returns<- Compiled_returns[,6]*100
US10Y_rates<- Compiled_returns[,7]*100
UK10Y_rates<- Compiled_returns[,8]*100
GER10Y_rates<- Compiled_returns[,9]*100
NBER <- Compiled_returns[,10]

#
# Statistiques descriptives
#

summreturns <- merge(Gold_returns, Silver_returns, Livex_returns, SP500_returns,
FTSE100_returns, DAX30_returns, US10Y_rates, UK10Y_rates, GER10Y_rates)
basicStats(summreturns)[c("nobs","Mean", "Stdev", "Median", "Minimum", "Maximum"),]

#
#          ROLLING WINDOW CORRELATIONS
#

# Gold & Stocks

rwc.gold.sp500 <- rollapply(cbind.xts(Gold_returns,SP500_returns), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
by.column = FALSE)
rwc.gold.ftse100 <- rollapply(cbind.xts(Gold_returns,FTSE100_returns), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
by.column = FALSE)
rwc.gold.dax30 <- rollapply(cbind.xts(Gold_returns,DAX30_returns), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
by.column = FALSE)

```

62.

```
plot(rwc.gold.sp500, main = "30-days Rolling Window Correlations of Gold and Stocks", xlab="Time",
     ylab="Coefficient of Correlation")
lines(rwc.gold.ftse100, col=2)
lines(rwc.gold.dax30, col=4)
abline(h=0)
```

Gold & Bonds

```
rwc.gold.us10y <- rollapply(cbind.xts(Gold_returns,US10Y_rates),22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                           by.column = FALSE)
rwc.gold.uk10y <- rollapply(cbind.xts(Gold_returns,UK10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                           by.column = FALSE)
rwc.gold.ger10y <- rollapply(cbind.xts(Gold_returns,GER10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                           by.column = FALSE)
plot(rwc.gold.us10y, main = "30-days Rolling Window Correlations of Gold and Bonds", xlab="Time",
     ylab="Coefficient of Correlation")
lines(rwc.gold.uk10y, col=2)
lines(rwc.gold.ger10y, col=4)
abline(h=0)
```

Silver & Stocks

```
rwc.silver.sp500 <- rollapply(cbind.xts(Silver_returns,SP500_returns), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                             by.column = FALSE)
rwc.silver.ftse100 <- rollapply(cbind.xts(Silver_returns,FTSE100_returns), 22, function(x) cor(x[,1],
x[,2]), by.column = FALSE)
rwc.silver.dax30 <- rollapply(cbind.xts(Silver_returns,DAX30_returns), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                             by.column = FALSE)
plot(rwc.silver.sp500, main = "30-days Rolling Window Correlations of Silver and Stocks", xlab="Time",
     ylab="Coefficient of Correlation")
lines(rwc.silver.ftse100, col=2)
lines(rwc.silver.dax30, col=4)
abline(h=0)
```

Silver & Bonds

```
rwc.silver.us10y <- rollapply(cbind.xts(Silver_returns,US10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                             by.column = FALSE)
rwc.silver.uk10y <- rollapply(cbind.xts(Silver_returns,UK10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                             by.column = FALSE)
rwc.silver.ger10y <- rollapply(cbind.xts(Silver_returns,GER10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                             by.column = FALSE)
plot(rwc.silver.us10y, main = "30-days Rolling Window Correlations of Silver and Bonds", xlab="Time",
     ylab="Coefficient of Correlation")
lines(rwc.silver.uk10y, col=2)
lines(rwc.silver.ger10y, col=4)
abline(h=0)
```

Liv-ex & Stocks

```
rwc.livex.sp500 <- rollapply(cbind.xts(Livex_returns,SP500_returns), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                             by.column = FALSE)
rwc.livex.ftse100 <- rollapply(cbind.xts(Livex_returns,FTSE100_returns), 22, function(x) cor(x[,1],
x[,2]), by.column = FALSE)
rwc.livex.dax30 <- rollapply(cbind.xts(Livex_returns,DAX30_returns), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
                             by.column = FALSE)
plot(rwc.livex.sp500, main = "30-days Rolling Window Correlations of Liv-ex and Stocks", xlab="Time",
     ylab="Coefficient of Correlation")
lines(rwc.livex.ftse100, col=2)
lines(rwc.livex.dax30, col=4)
```

```
abline(h=0)
```

```
# Liv-ex & Bonds
```

```

rwc.livex.us10y <- rollapply(cbind.xts(Livex_returns,US10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
by.column = FALSE)
rwc.livex.uk10y <- rollapply(cbind.xts(Livex_returns,UK10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
by.column = FALSE)
rwc.livex.ger10y <- rollapply(cbind.xts(Livex_returns,GER10Y_rates), 22, function(x) cor(x[,1], x[,2]),
by.column = FALSE)
plot(rwc.livex.us10y, main ="30-days Rolling Window Correlations of Liv-ex and Bonds", xlab="Time",
ylab="Coefficient of Correlation")
lines(rwc.livex.uk10y, col=2)
lines(rwc.livex.ger10y, col=4)
abline(h=0)

```

```

#
#      DYNAMIC CONDITIONAL CORRELATIONS
#

```

```

#
# Data creation
#

```

```

gold.sp500<- cbind(Gold_returns,SP500_returns)
gold.ftse100<- cbind(Gold_returns, FTSE100_returns)
gold.dax30 <- cbind(Gold_returns, DAX30_returns)
gold.us10y <- cbind(Gold_returns, US10Y_rates)
gold.uk10y <- cbind(Gold_returns, UK10Y_rates)
gold.ger10y<- cbind(Gold_returns, GER10Y_rates)
silver.sp500<- cbind(Silver_returns,SP500_returns)
silver.ftse100<- cbind(Silver_returns, FTSE100_returns)
silver.dax30 <- cbind(Silver_returns, DAX30_returns)
silver.us10y <- cbind(Silver_returns, US10Y_rates)
silver.uk10y <- cbind(Silver_returns, UK10Y_rates)
silver.ger10y<- cbind(Silver_returns, GER10Y_rates)
livex.sp500<- cbind(Livex_returns,SP500_returns)
livex.ftse100<- cbind(Livex_returns, FTSE100_returns)
livex.dax30 <- cbind(Livex_returns, DAX30_returns)
livex.us10y <- cbind(Livex_returns, US10Y_rates)
livex.uk10y <- cbind(Livex_returns, UK10Y_rates)
livex.ger10y<- cbind(Livex_returns, GER10Y_rates)

```

```

#
# DCC Model Computation
#

```

```

uspec.n = multispec(replicate(2, ugarchspec(mean.model = list(armaOrder = c(1,0))))))
spec.dccn = dccspec(uspec.n, dccOrder = c(1, 1), distribution ='mvt')

```

64.

```
fit.gold.sp500 = dccfit(spec.dccn, data = gold.sp500, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.gold.ftse100 = dccfit(spec.dccn, data = gold.ftse100, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
fit.gold.dax30 = dccfit(spec.dccn, data = gold.dax30, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.gold.us10y = dccfit(spec.dccn, data = gold.us10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.gold.uk10y = dccfit(spec.dccn, data = gold.uk10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.gold.ger10y = dccfit(spec.dccn, data = gold.ger10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
```

```
fit.silver.sp500 = dccfit(spec.dccn, data = silver.sp500, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
fit.silver.ftse100 = dccfit(spec.dccn, data = silver.ftse100, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
fit.silver.dax30 = dccfit(spec.dccn, data = silver.dax30, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
fit.silver.us10y = dccfit(spec.dccn, data = silver.us10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
fit.silver.uk10y = dccfit(spec.dccn, data = silver.uk10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
fit.silver.ger10y = dccfit(spec.dccn, data = silver.ger10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
```

```
fit.livex.sp500 = dccfit(spec.dccn, data = livex.sp500, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.livex.ftse100 = dccfit(spec.dccn, data = livex.ftse100, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
fit.livex.dax30 = dccfit(spec.dccn, data = livex.dax30, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.livex.us10y = dccfit(spec.dccn, data = livex.us10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.livex.uk10y = dccfit(spec.dccn, data = livex.uk10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se = TRUE))
fit.livex.ger10y = dccfit(spec.dccn, data = livex.ger10y, solver = 'solnp',fit.control = list(eval.se =
TRUE))
```

```
print(fit.gold.sp500)
print(fit.gold.ftse100)
print(fit.gold.dax30)
print(fit.gold.us10y)
print(fit.gold.uk10y)
print(fit.gold.ger10y)
```

```
print(fit.silver.sp500)
print(fit.silver.ftse100)
print(fit.silver.dax30)
print(fit.silver.us10y)
print(fit.silver.uk10y)
print(fit.silver.ger10y)
```

```
print(fit.livex.sp500)
print(fit.livex.ftse100)
print(fit.livex.dax30)
print(fit.livex.us10y)
print(fit.livex.uk10y)
print(fit.livex.ger10y)
```

```
#
# Extraction des corrélations conditionnelles dynamiques du modèle DCC
#
```

```
r1=rcor(fit.gold.sp500, type="R")
```

```

dcc.gold.sp500=zoo(r1[1,2,], order.by=time(Gold_returns))
r2=rcor(fit.gold.ftse100, type="R")
dcc.gold.ftse100=zoo(r2[1,2,], order.by=time(Gold_returns))
r3=rcor(fit.gold.dax30, type="R")
dcc.gold.dax30=zoo(r3[1,2,], order.by=time(Gold_returns))
r4=rcor(fit.gold.us10y, type="R")
dcc.gold.us10y=zoo(r4[1,2,], order.by=time(Gold_returns))
r5=rcor(fit.gold.uk10y, type="R")
dcc.gold.uk10y=zoo(r5[1,2,], order.by=time(Gold_returns))
r6=rcor(fit.gold.ger10y, type="R")
dcc.gold.ger10y=zoo(r6[1,2,], order.by=time(Gold_returns))

r7=rcor(fit.silver.sp500, type="R")
dcc.silver.sp500=zoo(r7[1,2,], order.by=time(Silver_returns))
r8=rcor(fit.silver.ftse100, type="R")
dcc.silver.ftse100=zoo(r8[1,2,], order.by=time(Silver_returns))
r9=rcor(fit.silver.dax30, type="R")
dcc.silver.dax30=zoo(r9[1,2,], order.by=time(Silver_returns))
r10=rcor(fit.silver.us10y, type="R")
dcc.silver.us10y=zoo(r10[1,2,], order.by=time(Silver_returns))
r11=rcor(fit.silver.uk10y, type="R")
dcc.silver.uk10y=zoo(r11[1,2,], order.by=time(Silver_returns))
r12=rcor(fit.silver.ger10y, type="R")
dcc.silver.ger10y=zoo(r12[1,2,], order.by=time(Silver_returns))

r13=rcor(fit.livex.sp500, type="R")
dcc.livex.sp500=zoo(r13[1,2,], order.by=time(Livex_returns))
r14=rcor(fit.livex.ftse100, type="R")
dcc.livex.ftse100=zoo(r14[1,2,], order.by=time(Livex_returns))
r15=rcor(fit.livex.dax30, type="R")
dcc.livex.dax30=zoo(r15[1,2,], order.by=time(Livex_returns))
r16=rcor(fit.livex.us10y, type="R")
dcc.livex.us10y=zoo(r16[1,2,], order.by=time(Livex_returns))
r17=rcor(fit.livex.uk10y, type="R")
dcc.livex.uk10y=zoo(r17[1,2,], order.by=time(Livex_returns))
r18=rcor(fit.livex.ger10y, type="R")
dcc.livex.ger10y=zoo(r18[1,2,], order.by=time(Livex_returns))

#
# Statistiques descriptives des RWC et DCC
#

summgoldstock <- merge(rwc.gold.sp500[,], rwc.gold.ftse100, rwc.gold.dax30,
dcc.gold.sp500,dcc.gold.ftse100,dcc.gold.dax30)
basicStats(summgoldstock)[c("nobs","Mean", "Stdev", "Median", "Minimum", "Maximum"),]
summgoldbonds <- merge(rwc.gold.us10y, rwc.gold.uk10y, rwc.gold.ger10y,
dcc.gold.us10y,dcc.gold.uk10y,dcc.gold.ger10y)
basicStats(summgoldbonds)[c("nobs","Mean", "Stdev", "Median", "Minimum", "Maximum"),]

summsilverstock <- merge(rwc.silver.sp500, rwc.silver.ftse100, rwc.silver.dax30,
dcc.silver.sp500,dcc.silver.ftse100,dcc.silver.dax30)
basicStats(summsilverstock)[c("nobs","Mean", "Stdev", "Median", "Minimum", "Maximum"),]
summsilverbonds <- merge(rwc.silver.us10y, rwc.silver.uk10y, rwc.silver.ger10y,
dcc.silver.us10y,dcc.silver.uk10y,dcc.silver.ger10y)
basicStats(summsilverbonds)[c("nobs","Mean", "Stdev", "Median", "Minimum", "Maximum"),]

summlivexstock <- merge(rwc.livex.sp500, rwc.livex.ftse100, rwc.livex.dax30,
dcc.livex.sp500,dcc.livex.ftse100,dcc.livex.dax30)
basicStats(summlivexstock)[c("nobs","Mean", "Stdev", "Median", "Minimum", "Maximum"),]

```

66.

```
summlivexbonds <- merge(rwc.livex.us10y, rwc.livex.uk10y, rwc.livex.ger10y,  
dcc.livex.us10y,dcc.livex.uk10y,dcc.livex.ger10y)  
basicStats(summlivexbonds)[c("nobs","Mean", "Stdev", "Median", "Minimum", "Maximum"),]
```

```
#  
# Création des graphes RWC - DCC  
#  
  
#  
# RWC vs DCC for Gold  
#  
par(mfrow = c(3, 1) )  
par(mar = c(0, 0, 0, 0), oma = c(4, 4, 2, 3), xpd=T)  
plot(dcc.gold.sp500, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2, xlab=F)  
lines(as.zoo(rwc.gold.sp500), col=2)  
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Gold-S&P500", "RWC Gold-S&P500"), col=c(1,2),  
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)  
abline(h=0)  
plot(dcc.gold.ftse100, ylim=c(-0.8,0.8), lwd=2, xlab=F)  
lines(as.zoo(rwc.gold.ftse100), col=4)  
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Gold-FTSE100", "RWC Gold-FTSE100"),  
col=c(1,4), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)  
abline(h=0)  
plot(dcc.gold.dax30, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2)  
lines(as.zoo(rwc.gold.dax30),col=3)  
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Gold-DAX30", "RWC Gold-DAX30"), col=c(1,3),  
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)  
abline(h=0)  
title("Rolling Window Correlation and Dynamic Conditionnal Correlation of Gold and Stocks", outer=T)  
mtext('Temps', side = 1, outer = TRUE, line = 2)  
mtext('Coefficient de Corrélacion', side = 2, outer = TRUE, line = 2)  
  
par(mfrow = c(3, 1))  
par(mar = c(0, 0, 0, 0), oma = c(4, 4, 2, 3), xpd=T)  
plot(dcc.gold.us10y, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2, xlab=F)  
lines(as.zoo(rwc.gold.us10y), col=2)  
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Gold-US10Y", "RWC Gold-US10Y"), col=c(1,2),  
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)  
abline(h=0)  
plot(dcc.gold.uk10y, ylim=c(-0.8,0.8), lwd=2, xlab=F)  
lines(as.zoo(rwc.gold.uk10y), col=4)  
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Gold-UK10Y", "RWC Gold-UK10Y"), col=c(1,4),  
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)  
abline(h=0)  
plot(dcc.gold.ger10y, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2)  
lines(as.zoo(rwc.gold.ger10y),col=3)  
abline(h=0)  
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Gold-GER10Y", "RWC Gold-GER10Y"),  
col=c(1,3), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)  
title("Rolling Window Correlation and Dynamic Conditionnal Correlation of Gold and Bonds", outer=T)  
mtext('Temps', side = 1, outer = TRUE, line = 2)  
mtext('Coefficient de Corrélacion', side = 2, outer = TRUE, line = 2)  
  
#
```

```
# RWC vs DCC for Silver
#
```

```
par(mfrow = c(3, 1))
par(mar = c(0, 0, 0, 0), oma = c(4, 4, 2, 3), xpd=T)
plot(dcc.silver.sp500, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.silver.sp500), col=2)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Silver-S&P500", "RWC Silver-S&P500"),
col=c(1,2), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
plot(dcc.silver.ftse100, ylim=c(-0.8,0.8), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.silver.ftse100), col=4)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Silver-FTSE100", "RWC Silver-FTSE100"),
col=c(1,4), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
plot(dcc.silver.dax30, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2)
lines(as.zoo(rwc.silver.dax30),col=3)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Silver-DAX30", "RWC Silver-DAX30"), col=c(1,3),
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
title("Rolling Window Correlation and Dynamic Conditionnal Correlation of Silver and Stocks", outer=T)
mtext('Temps', side = 1, outer = TRUE, line = 2)
mtext('Coefficient de Corrélation', side = 2, outer = TRUE, line = 2)
```

```
par(mfrow = c(3, 1))
par(mar = c(0, 0, 0, 0), oma = c(4, 4, 2, 3), xpd=T)
plot(dcc.silver.us10y, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.silver.us10y), col=2)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Silver-US10Y", "RWC Silver-US10Y"), col=c(1,2),
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
plot(dcc.silver.uk10y, ylim=c(-0.8,0.8), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.silver.uk10y), col=4)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Silver-UK10Y", "RWC Silver-UK10Y"), col=c(1,4),
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
plot(dcc.silver.ger10y, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2)
lines(as.zoo(rwc.silver.ger10y),col=3)
abline(h=0)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Silver-GER10Y", "RWC Silver-GER10Y"),
col=c(1,3), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
title("Rolling Window Correlation and Dynamic Conditionnal Correlation of Silver and Bonds", outer=T)
mtext('Temps', side = 1, outer = TRUE, line = 2)
mtext('Coefficient de Corrélation', side = 2, outer = TRUE, line = 2)
```

```
#
# RWC vs DCC for Liv-ex
#
```

```
par(mfrow = c(3, 1))
par(mar = c(0, 0, 0, 0), oma = c(4, 4, 2, 3), xpd=T)
plot(dcc.livex.sp500, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.livex.sp500), col=2)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Livex-S&P500", "RWC Livex-S&P500"),
col=c(1,2), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
plot(dcc.livex.ftse100, ylim=c(-0.8,0.8), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.livex.ftse100), col=4)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Livex-FTSE100", "RWC Livex-FTSE100"),
col=c(1,4), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
```

68.

```
abline(h=0)
plot(dcc.livex.dax30, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2)
lines(as.zoo(rwc.livex.dax30),col=3)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Livex-DAX30", "RWC Livex-DAX30"), col=c(1,3),
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
title("Rolling Window Correlation and Dynamic Conditionnal Correlation of Liv-ex and Stocks",
outer=T)
mtext('Temps', side = 1, outer = TRUE, line = 2)
mtext('Coefficient de Corrélation', side = 2, outer = TRUE, line = 2)

par(mfrow = c(3, 1))
par(mar = c(0, 0, 0, 0), oma = c(4, 4, 2, 3), xpd=T)
plot(dcc.livex.us10y, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.livex.us10y), col=2)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Livex-US10Y", "RWC Livex-US10Y"), col=c(1,2),
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
plot(dcc.livex.uk10y, ylim=c(-0.8,0.8), lwd=2, xlab=F)
lines(as.zoo(rwc.livex.uk10y), col=4)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Livex-UK10Y", "RWC Livex-UK10Y"), col=c(1,4),
lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
abline(h=0)
plot(dcc.livex.ger10y, ylim=c(-0.7,0.7), lwd=2)
lines(as.zoo(rwc.livex.ger10y),col=3)
abline(h=0)
legend(x = "bottomright",inset = 0,legend = c("DCC Livex-GER10Y", "RWC Livex-GER10Y"),
col=c(1,3), lwd=5, cex=.45, horiz = TRUE)
title("Rolling Window Correlation and Dynamic Conditionnal Correlation of Liv-ex and Bonds", outer=T)
mtext('Temps', side = 1, outer = TRUE, line = 2)
mtext('Coefficient de Corrélation', side = 2, outer = TRUE, line = 2)

#
# Import des données des indicateurs macroéconomiques
#

HICP.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=1,header=
TRUE)
HICP<- xts(HICP.dat[,-1], order.by=as.Date(HICP.dat[1,],"%Y-%m-%d"))

Vollnd.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=2,header=
TRUE)
Vollnd<- xts(Vollnd.dat[,-1], order.by=as.Date(Vollnd.dat[1,],"%Y-%m-%d"))

Exchange_rate.dat<-
read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=4,header= TRUE)
Exchange_rate<- xts(Exchange_rate.dat[,-1], order.by=as.Date(Exchange_rate.dat[1,],"%Y-%m-%d"))

PIB.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=5,header=
TRUE)
PIB<- na.spline(xts(PIB.dat[,-1], order.by=as.Date(PIB.dat[1,],"%Y-%m-%d")))

Tbill.dat <- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=6,header=
TRUE)
Tbill <- xts(Tbill.dat[,-1], order.by=as.Date(Tbill.dat[1,],"%Y-%m-%d"))

IPI.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=7,header=
TRUE)
IPI<- xts(IPI.dat[,-1], order.by=as.Date(IPI.dat[1,],"%Y-%m-%d"))
```

```

Crise.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=8,header=
TRUE)
Crise<- xts(Crise.dat[,-1], order.by=as.Date(Crise.dat[,1],"%Y-%m-%d"))

#
# Test augmenté de Dickey-Fuller
#

adf.PIB.us <- ur.df( na.omit(diff(PIB[,1] )),selectlags = "BIC", type = "none")
adf.PIB.uk <- ur.df( na.omit(diff(PIB[,2]),selectlags = "BIC", type = "none"))
adf.PIB.ger <- ur.df( na.omit(diff(PIB[,3]),selectlags = "BIC", type = "none"))

adf.HICP.us <- ur.df( na.omit(diff(HICP[,1],selectlags = "BIC", type = "none")))
adf.HICP.uk <- ur.df( na.omit(diff(HICP[,2],selectlags = "BIC", type = "none")))
adf.HICP.ger <- ur.df( na.omit(diff(HICP[,3],selectlags = "BIC", type = "none")))

adf.IPI.us <- ur.df( na.omit(diff(IPI[,1],selectlags = "BIC", type = "none")))
adf.IPI.uk <- ur.df( na.omit(diff(IPI[,2],selectlags = "BIC", type = "none")))
adf.IPI.ger <- ur.df( na.omit(diff(IPI[,3],selectlags = "BIC", type = "none")))

adf.Exchange_rate.usdeur <- ur.df( na.omit(diff(Exchange_rate[,1],selectlags = "BIC", type = "none")))
adf.Exchange_rate.usdgbp <- ur.df( na.omit(diff(Exchange_rate[,2],selectlags = "BIC", type = "none")))

adf.Euribor <- ur.df( na.omit(diff(Tbill[,1] ,selectlags = "BIC", type = "none" )))
adf.Tbill <- ur.df( na.omit(diff(Tbill[,2] ,selectlags = "BIC", type = "none" )))

adf.Vollnd.us <- ur.df( na.omit(diff(Vollnd[,1]),selectlags = "BIC", type = "none"))
adf.Vollnd.uk <- ur.df( na.omit(diff(Vollnd[,2] ),selectlags = "BIC", type = "none"))
adf.Vollnd.ger <- ur.df( na.omit(diff(Vollnd[,3]) ,selectlags = "BIC", type = "none"))

adf.PIB.us@teststat
adf.PIB.uk@teststat
adf.PIB.ger@teststat

adf.HICP.us@teststat
adf.HICP.uk@teststat
adf.HICP.ger@teststat

adf.Euribor@teststat
adf.Tbill@teststat

adf.IPI.us@teststat
adf.IPI.uk@teststat
adf.IPI.ger@teststat

adf.Exchange_rate.usdeur@teststat
adf.Exchange_rate.usdgbp@teststat

adf.Vollnd.us@teststat
adf.Vollnd.uk@teststat
adf.Vollnd.ger@teststat

#
# Transformation des données pour induire la stationnarité

```

70.

#

```
HICP.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=1,header=
TRUE)
HICP1<- xts(HICP.dat[,-1], order.by=as.Date(HICP.dat[1],"%Y-%m-%d"))
HICP <- na.spline(diff((HICP1)))
```

```
VolInd.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=2,header=
TRUE)
VolIndex1<- xts(VolInd.dat[,-1], order.by=as.Date(VolInd.dat[1],"%Y-%m-%d"))
VolInd2 <- to.monthly(VolIndex1,OHLC = F)
VoISP500 <- na.spline(diff((VolInd2[,1])))
VolFTSE <-na.spline(diff((VolInd2[,2])))
VolDAX <- na.spline(diff((VolInd2[,3])))
```

```
Exchange_rate.dat<-
read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=4,header= TRUE)
Exchange_rate1<- xts(Exchange_rate.dat[,-1], order.by=as.Date(Exchange_rate.dat[1],"%Y-%m-
%d"))
Exchange_rate <- na.spline(diff((Exchange_rate1)))
```

```
PIB.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=5,header=
TRUE)
PIB1<- na.spline(xts(PIB.dat[,-1], order.by=as.Date(PIB.dat[1],"%Y-%m-%d")))
PIB <- na.spline(diff((PIB1)))
```

```
Tbill.dat <- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=6,header=
TRUE)
Tbill1 <- xts(Tbill.dat[,-1], order.by=as.Date(Tbill.dat[1],"%Y-%m-%d"))
Tbill<- na.spline(diff((Tbill1)))
```

```
IPI.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=7,header=
TRUE)
IPI1<- xts(IPI.dat[,-1], order.by=as.Date(IPI.dat[1],"%Y-%m-%d"))
IPI <- na.spline(diff((IPI1)))
```

```
Crise.dat<- read.xls('/Users/mathieusencie/Documents/Mémoire/R/Indicators.xlsx',sheet=8,header=
TRUE)
Crise<- xts(Crise.dat[,-1], order.by=as.Date(Crise.dat[1],"%Y-%m-%d"))
```

#

Création d'un set de variables par pays

#

```
US.variables <- cbind.xts(PIB[,1], HICP[,1],IPI[,1], VoISP500,Tbill[,2], Exchange_rate[,1], Crise)
UK.variables <-cbind.xts(PIB[,2], HICP[,2],IPI[,2], VolFTSE,Tbill[,1], Exchange_rate[,2], Crise)
GER.variables <-cbind.xts(PIB[,3], HICP[,3],IPI[,3], VolDAX,Tbill[,1], Exchange_rate[,1], Crise)
```

#

Régression des corrélations par les sets de variables macroéconomiques

#

```
reg.goldsp500 <- lm(to.monthly(dcc.gold.sp500,OHLC = F) ~ na.spline(US.variables))
reg.goldftse100 <- lm(to.monthly(dcc.gold.ftse100,OHLC = F) ~ na.spline(UK.variables))
reg.golddax30 <- lm(to.monthly(dcc.gold.dax30,OHLC = F) ~ na.spline(GER.variables))
reg.goldus10y <- lm(to.monthly(dcc.gold.us10y,OHLC = F) ~ na.spline(US.variables))
reg.golduk10y <- lm(to.monthly(dcc.gold.uk10y,OHLC = F) ~ na.spline(UK.variables))
reg.goldger10y <- lm(to.monthly(dcc.gold.ger10y,OHLC = F) ~ na.spline(GER.variables))
```

```
summary(reg.goldsp500)
```

```

summary(reg.goldftse100)
summary(reg.golddax30)
summary(reg.goldus10y)
summary(reg.golduk10y)
summary(reg.goldger10y)

reg.silver500 <- lm(to.monthly(dcc.silver.sp500,OHLC = F) ~ na.spline(US.variables))
reg.silverftse100 <- lm(to.monthly(dcc.silver.ftse100,OHLC = F) ~ na.spline(UK.variables))
reg.silverdax30 <- lm(to.monthly(dcc.silver.dax30,OHLC = F) ~ na.spline(GER.variables))
reg.silverus10y <- lm(to.monthly(dcc.silver.us10y,OHLC = F) ~ na.spline(US.variables))
reg.silveruk10y <- lm(to.monthly(dcc.silver.uk10y,OHLC = F) ~ na.spline(UK.variables))
reg.silverger10y <- lm(to.monthly(dcc.silver.ger10y,OHLC = F) ~ na.spline(GER.variables))

summary(reg.silver500)
summary(reg.silverftse100)
summary(reg.silverdax30)
summary(reg.silverus10y)
summary(reg.silveruk10y)
summary(reg.silverger10y)

reg.livex500 <- lm(to.monthly(dcc.livex.sp500,OHLC = F) ~ na.spline(US.variables))
reg.livexftse100 <- lm(to.monthly(dcc.livex.ftse100,OHLC = F) ~ na.spline(UK.variables))
reg.livexdax30 <- lm(to.monthly(dcc.livex.dax30,OHLC = F) ~ na.spline(GER.variables))
reg.livexus10y <- lm(to.monthly(dcc.livex.us10y,OHLC = F) ~ na.spline(US.variables))
reg.livexuk10y <- lm(to.monthly(dcc.livex.uk10y,OHLC = F) ~ na.spline(UK.variables))
reg.livexger10y <- lm(to.monthly(dcc.livex.ger10y,OHLC = F) ~ na.spline(GER.variables))

summary(reg.livex500)
summary(reg.livexftse100)
summary(reg.livexdax30)
summary(reg.livexus10y)
summary(reg.livexuk10y)
summary(reg.livexger10y)

#
# Test pour couverture de portefeuille
#

Data <- as.data.frame(cbind(xts(Gold_returns, Silver_returns, Livex_returns, SP500_returns ,
FTSE100_returns , DAX30_returns , US10Y_rates ,UK10Y_rates ,GER10Y_rates))

hedge.Gold <- lm(Gold_returns ~ SP500_returns + FTSE100_returns + DAX30_returns +
US10Y_rates +UK10Y_rates +GER10Y_rates, data = Data )
summary(hedge.Gold)
hedge.Silver <- lm(Silver_returns ~ SP500_returns + FTSE100_returns + DAX30_returns +
US10Y_rates +UK10Y_rates +GER10Y_rates, data = Data )
summary(hedge.Silver)
hedge.Livex <- lm(Livex_returns ~ SP500_returns + FTSE100_returns + DAX30_returns +
US10Y_rates +UK10Y_rates +GER10Y_rates, data = Data )
summary(hedge.Livex)

# Création des variables en temps de crise
SP500 <- SP500_returns*NBER
FTSE100 <- FTSE100_returns*NBER
DAX30 <- DAX30_returns*NBER
US10Y <- US10Y_rates*NBER
UK10Y <- UK10Y_rates*NBER
GER10Y <- GER10Y_rates*NBER
Gold <- Gold_returns*NBER
Silver <- Silver_returns*NBER

```

72.

```
Livex <- Livex_returns*NBER
Data2 <-as.data.frame(cbind.xls(Gold, Silver, Livex, SP500, FTSE100, DAX30, US10Y,UK10Y
,GER10Y))

#
# Test pour valeur refuge
#

refuge.Gold <- lm(Gold ~ SP500 + FTSE100 + DAX30 + US10Y +UK10Y +GER10Y, data = Data2 )
summary(refuge.Gold)
refuge.Silver <- lm(Silver ~ SP500 + FTSE100 + DAX30 + US10Y +UK10Y +GER10Y,data = Data2 )
summary(refuge.Silver)
refuge.Livex <- lm(Livex ~ SP500 + FTSE100 + DAX30 + US10Y +UK10Y +GER10Y,data = Data2 )
summary(refuge.Livex)
```

