



NUMÉRO 2010-04

L'OR COTE A PARIS ET LA DIVERSIFICATION
DES PORTEFEUILLES FRANCAIS DE 2004 A 2009

Thi Hong Van Hoang

LABORATOIRE ORLÉANAIS DE GESTION (EA 2635)

I.A.E. d'Orléans

Faculté de Droit, d'Économie et de Gestion
Rue de Blois - B.P. 6739
45067 ORLEANS CEDEX 2



Tél. 02 38 41 70 28
Fax 02 38 49 48 16

E-Mail : log@univ-orleans.fr
<http://www.univ-orleans.fr/DEG/LOG>

NUMERO 2010-04

**L'OR COTE A PARIS ET LA
DIVERSIFICATION DES PORTEFEUILLES
FRANÇAIS
DE 2004 A 2009**

Thi Hong Van HOANG

L'or coté à Paris et la diversification des portefeuilles français de 2004 à 2009

Thi Hong Van HOANG

Doctorante

Laboratoire Orléanais de Gestion
thi-hong-van.hoang@univ-orleans.fr

Résumé

L'objectif de cet article est d'étudier le rôle de l'or coté à Paris (physique et papier) dans la diversification des portefeuilles français durant la période 2004 à 2009. Les résultats obtenus montrent que l'or coté à Paris est peu corrélé avec les actions et les obligations françaises. De même, l'introduction de l'or dans un portefeuille boursier français permet de réduire le risque et d'augmenter la rentabilité de celui-ci. Par conséquent, l'or permet d'améliorer significativement la frontière efficiente ainsi que la performance de ce portefeuille. La proportion de l'or (physique ou papier) à inclure pour minimiser le risque des portefeuilles est de 2% à 5%. Par ailleurs, l'or physique est plus efficace que l'or papier (fonds-or) dans la diversification de portefeuille. De même, l'or (physique ou papier) est plus efficace dans un portefeuille d'actions que dans un portefeuille d'obligations.

Mots clés

L'or, le marché de l'or à Paris, diversification de portefeuille, corrélation, frontière efficiente, performance de portefeuille.

L'or coté à Paris et la diversification des portefeuilles français de 2004 à 2009

Introduction

Après une longue absence (de 1983 à 2004), l'intérêt des placements en or revient à partir de 2005 à la suite de la hausse du cours du pétrole. Depuis 2007, l'arrivée de la crise financière renforce cette tendance avec des hausses très importantes du cours de l'or. En décembre 2009, le cours de l'once d'or¹ cotée à Londres est de \$1.218, celui du lingot d'un kilo coté à Paris est de €25.000 et celui la pièce de 20 francs « napoléon » cotée à Paris est de €150. Ce sont des records jamais atteints auparavant.

Dans ce contexte, cet article cherche à comprendre l'envolée du cours de l'or à travers le marché parisien de l'or durant la période 2004 à 2009. Nous nous intéressons notamment à *l'intérêt de l'or dans la diversification des portefeuilles boursiers français* qui est une des raisons expliquant l'attractivité de l'or en France ce dernier temps.

Pourquoi le marché parisien de l'or ? La raison principale de ce choix est liée au fait que le marché de l'or de Paris n'a été que très peu étudié scientifiquement jusqu'à maintenant. La plupart des études académiques existantes concernent le marché de l'or à Londres, le plus grand marché de l'or physique dans le monde.

L'étude débute en 2004 car c'est une année marquant un changement important dans l'histoire du marché parisien de l'or. A partir d'août 2004, le marché parisien de l'or n'est plus sous les auspices de la Bourse de Paris mais devient un marché de gré à gré où les règles sont déterminées librement par les contreparties d'une transaction (*cf.* Hoang 2010b). De même, l'année 2004 marque le retour de l'intérêt des placements or en France après deux décennies d'absence de 1983 à 2004.

Le point original de ce travail se trouve dans le fait que nous étudions à la fois l'or physique et l'or papier. Ce qui n'a jamais été évoqué dans la littérature consacrée au marché parisien de l'or auparavant. Par l'or physique, on entend le lingot d'un kilo et la pièce française de 20 francs « napoléon » cotés à Paris. Par l'or papier, on entend des OPCVM (Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières) français spécialisés en actions de mines d'or cotées à l'étranger. Ces derniers sont souvent appelés fonds-or.

L'article est structuré de la manière suivante. La première section est consacrée à présentation de l'histoire et du fonctionnement du marché parisien de l'or ainsi que des

¹ Equivalente à près de 31,1 grammes.

données mobilisées dans notre étude empirique. La deuxième section présente une revue de la littérature des travaux étudiant le rôle de l'or coté à Londres ou à New York dans la diversification de portefeuille. La troisième section présente la méthodologie que nous mobilisons ici. Enfin, la quatrième section est vouée à l'analyse des résultats empiriques obtenus vis-à-vis du rôle de l'or coté à Paris dans la diversification des portefeuilles boursiers français de 2004 à 2009.

1. LE MARCHE PARISIEN DE L'OR ET SES VICISSITUDES

Avant de présenter les données utilisées dans cet article, nous présentons tout d'abord l'histoire et le fonctionnement du marché parisien de l'or.

1.1. LE MARCHE PARISIEN DE L'OR : SON HISTOIRE ET SON FONCTIONNEMENT

Assez peu évoqué dans la littérature, le marché parisien de l'or possède une histoire riche et originale débutant en février 1948 quand un marché officiel est ouvert à la Bourse de Paris. Avant cette date, la détention et le commerce de l'or étaient prohibés en France. Par conséquent, un marché clandestin de l'or fonctionnait régulièrement à Paris entre 1941 et 1948 (De Litra 1950, Hoang 2010b).

A l'initiative de René Mayer, Ministre des Finances de 1947 à 1948, le commerce de l'or redevient libre en France à partir du 2 février 1948 quand entre en vigueur la loi rétablissant la liberté des changes étant sous contrôle depuis la loi du 9 septembre 1939 (Hoang 2010b). Pour la première fois en France, un marché officiel de l'or est ouvert à la Bourse de Paris le 19 février 1948 sous les auspices de la Chambre Syndicale des Agents de Change. Cette dernière est chargée d'organiser la cotation des matières d'or. Elle établit la réglementation du marché et veille sur son bon fonctionnement.

Après 56 ans de vicissitudes, le marché de l'or à la Bourse de Paris est fermé en juillet 2004 à la suite du départ du Crédit du Nord, un des trois derniers membres du marché (à côté de la Compagnie Parisienne de Réescompte et de la société *Cookson* France). Avec deux membres restants, le fixing ne peut plus être maintenu. Ainsi, l'Euronext Paris² annonce la suspension de la cotation des matières d'or à partir du 2 août 2004.

² Euronext Paris est le nouveau nom de la Bourse de Paris après sa fusion avec d'autres Bourses européennes en 2000 (Bourse d'Amsterdam, Bourse de Bruxelles) pour former Euronext, une bourse paneuropéenne. En 2002, la Bourse de Lisbonne rejoint Euronext. En 2006, Euronext fusionne avec le New York Stock Exchange et devient NYSE Euronext.

Malgré cette fermeture, le commerce de l'or reste libre en France. Cependant, l'or n'est plus échangé sur un marché officiel et réglementé mais sur un marché de gré à gré où les règles sont déterminées librement par les contreparties des transactions sur l'or. Toutefois, pour assurer la liquidité du marché, la Compagnie Parisienne de Réescote établit chaque jour ouvrable le cours d'équilibre des matières d'or cotées par une séance de fixing ayant lieu entre 12h30 et 13h. Le cours ainsi déterminé est la référence des transactions sur l'or en France. Par ailleurs, d'autres cours d'équilibre peuvent être également déterminés à tout moment de la journée par une maison de négoce quelconque sur la base d'un cours acheteur et d'un cours vendeur.

Les matières d'or échangées à Paris sont l'or fin (la barre de 12 kilos ou le lingot de 1 kilo) et une vingtaine de pièces d'or différentes³. Parmi celles-ci, nous trouvons des pièces françaises (20 francs, 10 francs), des pièces anglaises (souverain, demi-souverain), des pièces américaines (\$20, \$10, \$5), des pièces tunisiennes de 20 francs... La pièce la plus connue et la plus demandée est la pièce française de 20 francs dont l'appellation courante est « napoléon »⁴.

En matière fiscale, le commerce de l'or en France subit une taxe importante depuis 1977. L'investisseur doit payer une taxe forfaitaire de 7,5% (taux en vigueur depuis 1992) sur le montant total de la *vente*. A côté de ce mode de taxation, à partir de 2006, les vendeurs d'or peuvent également choisir de payer 27% (ce taux devient 28,1% à partir du 1er janvier 2009) sur la *plus-value* avec une décote de 10% par an à partir de la 3^{ème} année de détention. En cas de moins-value, aucun impôt ne sera prélevé. Si la durée de détention dépasse 12 ans, le vendeur est totalement exonéré de tout impôt. Par ailleurs, les placements en or sont exonérés de la TVA.

L'anonymat des investisseurs est assuré. Cependant, depuis 2000, pour toute transaction d'un montant supérieur à 15.000 euros, l'identité de l'investisseur doit être enregistrée et conservée pendant six ans par les établissements de négoce de l'or. Cette obligation concerne aussi bien les ventes de gré à gré que les ventes publiques.

³ Pour plus d'informations, cf. le site Internet de la Compagnie Parisienne de Réescote, <http://www.cpordevises.com>

⁴ Les pièces de 20 francs germinaux sont frappées depuis 1804 sous le règne de Napoléon, d'où son appellation courante « napoléon ». La frappe officielle de ces pièces est suspendue en 1914. Entre 1804 et 1914, plusieurs effigies sont successivement mises en circulation (cf. De Litra 1950, page 22). Une pièce « napoléon » pèse 6,4 grammes dont 5,8 grammes d'or fin.

Depuis 1987, les importations et les exportations sont libres en France. Elles s'effectuent de la même manière que les marchandises. Ce qui n'a pas été possible auparavant puisque les transactions de l'or à l'étranger étaient soumises à l'autorisation de la Banque de France.

1.2. BASE DE DONNEES

Dans cet article, nous étudions à la fois l'or physique et l'or papier coté à Paris. Pour l'or physique, nous nous intéressons particulièrement au lingot d'un kilo et à la pièce française de 20 francs « napoléon ». Le lingot est choisi pour représenter l'or fin. La pièce « napoléon » est choisie pour sa popularité et son attractivité en France. Le cours de ces deux actifs est disponible sur le site Internet de la Compagnie Parisienne de Réescompte. La périodicité choisie est mensuelle pour correspondre avec les données des fonds-or dont nous disposons. La période concernée est d'août 2004 à décembre 2009. Nous considérons que le cours du dernier jour du mois est celui du mois en question.

Pour l'or papier, les OPCVM français⁵ spécialisés en actions de mines d'or cotées à l'étranger sont étudiés (par la suite, nous les appelons « fonds-or »). Grâce à *Morningstar* Paris, nous avons répertorié 11 fonds-or français. Leur nature juridique est Fonds Communs de Placements (FCP)⁶ de droit français. Le premier fonds est créé en avril 1980. Le plus récent est créé en juillet 2007. Le tableau suivant présente l'intitulé, la date de création, la société de gestion ainsi que le benchmark de chaque fonds⁷.

La plupart des fonds optent pour l'objectif de surperformer le benchmark *FTSE Gold Mines*. Ce dernier est construit par *FTSE International Ltd* à partir de 1992 (base 1.000 au 31 décembre 1992). Cet indice regroupe une trentaine d'actions de sociétés de mines d'or dans le monde entier dont la plupart se trouvent en Afrique du Sud et en Amérique du Nord. Le volume de production de la mine sélectionnée doit être au minimum 300.000 onces d'or par an⁸.

Il y a deux fonds (*Allianz Multi Actions Valeurs Or* et *Federal Multi Or et Matières Premières*) qui incorporent également d'autres indices dans leur benchmark. Le premier investit également dans le secteur des matériaux de base avec comme indice de référence le

⁵ En France, il est interdit aux fonds d'investissement de placer directement en or physique.

⁶ Pour une présentation détaillée sur les FCP et les SICAV (OPCVM), cf. le site Internet de l'Autorité des Marchés Financiers de la France (AMF) <http://www.amf-franc.org>.

⁷ Pour plus de détails sur chaque fonds, cf. le site Internet de l'AMF <http://www.amf-franc.org>.

⁸ Pour plus de détails sur l'indice *FTSE Gold Mines*, cf. le site Internet <http://www.ftse.com>

MSCI-World-S1-Materials. Le deuxième utilise deux autres indices comme référence qui sont MSCI Energy et MSCI Metals & Mining.

Tableau 1 : Fonds-or français

N°	Intitulé des fonds	Date de création	Société de gestion	Benchmark
1	LCL Actions Or Monde	Avril 1980	Amundi	FTSE Gold Mines Index
2	Fructifonds International Or	Nov. 1980	Natexis Asset	FTSE Gold Mines Index
3	Allianz Multi Actions Valeurs Or	Juin 1983	Allianz Global Investors	75% FTSE Gold Mines + 25% MSCI-World-S1-Materials
4	SG Actions Or	Sept. 1983	Société Générale Gestion	FTSE Gold Mines Index
5	Federal Multi Or et Matières Premières	Déc. 1983	Federal Finance Gestion	34% FTSE Gold Mines Index + 33% MSCI Energy + 33% MSCI Metals & Mining
6	CM-CIC Or et Mat.	Février 1984	CM-CIC Asset Management	FTSE Gold Mines Index
7	Stratégie Indice Or	Janvier 1988	Legal & General Asset Management	FTSE Gold Mines Index
8	R Mines Or	Juin 1996	Rothchild & Cie Gestion	FTSE Gold Mines Index
9	Global Gold and Precious	Juillet 2000	Commodities Asset Management	FTSE Gold Mines Index
10	AAZ Prestige Or	Août 2006	AAZ Finances	FTSE Gold Mines Index
11	Amundi Actions Or	Juillet 2007	Amundi	FTSE Gold Mines Index

Source : Morningstar Paris et Autorité des Marchés Financiers (AMF)

Après avoir collecté les valeurs liquidatives mensuelles de ces 11 fonds individuels, nous en construisons un indice représentatif. Sa périodicité est mensuelle (la valeur du dernier jour du mois est considéré comme celle du mois en question). Il calculé par le principe d'équipondération. Le seul problème qui subsiste concerne l'entrée de nouveaux fonds dans l'indice au fur et à mesure de leur création (*cf.* le tableau précédent). Lorsqu'un nouveau fonds individuel fait son apparition, un chaînage doit être réalisé. Le principe du chaînage est l'autofinancement de l'indice. Nous considérons l'indice général comme un portefeuille. Ce portefeuille est vendu lors d'une entrée d'un (des) nouveau(x) fonds pour racheter un autre portefeuille composé d'anciens fonds plus le(s) entrant(s). Ce passage de l'ancien au nouvel indice se fait grâce à un coefficient correcteur⁹.

A côté des cours de l'or physique et de l'indice des fonds-or, notre base de données contient également les valeurs mensuelles des indices des actions et des obligations françaises durant la période d'août 2004 à décembre 2009.

⁹ Par souci de brièveté, nous invitons les lecteurs intéressés à se référer à Hoang (2010b) pour plus de détails sur le calcul du coefficient correcteur. Par ailleurs, il est disponible auprès de l'auteur.

Pour les actions, nous choisissons l'indice SBF 250 qui englobe un grand nombre d'actions françaises. Ses données sont disponibles sur le site Internet de l'Euronext Paris¹⁰. Nous utilisons également l'indice « return » afin de tenir compte du réinvestissement des dividendes distribués.

Pour les obligations, nous utilisons l'indice EMTX qui réplique la performance du marché des obligations d'Etat libellées en euro¹¹. Il est construit par la société *EuroMTS Limited* qui est chargée du calcul et de la diffusion des indices des titres d'Etat européens¹². L'indice EMTX tient compte du réinvestissement des coupons. Ses données sont disponibles sur le site Internet d'EuroMTS¹³.

Enfin, le taux Euribor à 1 mois est considéré comme le taux sans risque des placements monétaires en euro. Ses données sont disponibles sur le site Internet de la Banque de France¹⁴.

Le tableau suivant résume les données que nous utilisons dans cet article.

Tableau 2 : Base de données mensuelle

Intitulé	Source
Or physique	
Cours du lingot d'un kilo à Paris	http://www.cpordevises.com
Cours de la pièce de 20 francs « napoléon » à Paris	http://www.cpordevises.com
Or papier	
Valeurs liquidatives des fonds-or français	http://www.amf-france.org
Actions et obligations françaises	
Indice des actions françaises, SBF 250	http://www.euronext.com
Indice des obligations d'Etat libellées en euro, EMTX	http://www.euromtsindex.com

Les graphiques suivants (page suivante) permettent de visualiser l'évolution mensuelle du cours de l'or physique (lingot d'un kilo et pièce « napoléon ») et de l'or papier (indice des fonds-or) coté à Paris en parallèle avec les actions et les obligations françaises sur la période

¹⁰ <http://www.euronext.com>

¹¹ A notre connaissance, il n'y a plus aucun indice d'obligations *françaises* à partir de 1999 lors de l'introduction de l'euro dans le système monétaire européen. De 1949 à 1989, l'indice d'obligations françaises est construit par l'Insee. Il s'agit de l'Indice des Valeurs Françaises à Revenu Fixe (IVFRF). De 1990 à 1998, l'indice d'obligations françaises est construit par le Comité de Normalisation Obligataire (CNO). De 1998 à 2002, l'indice CNO devient l'indice CNO Etrix répliquant la performance des obligations d'Etat libellées en euros. A partir de 2003, l'indice CNO Etrix devient l'indice EMTX.

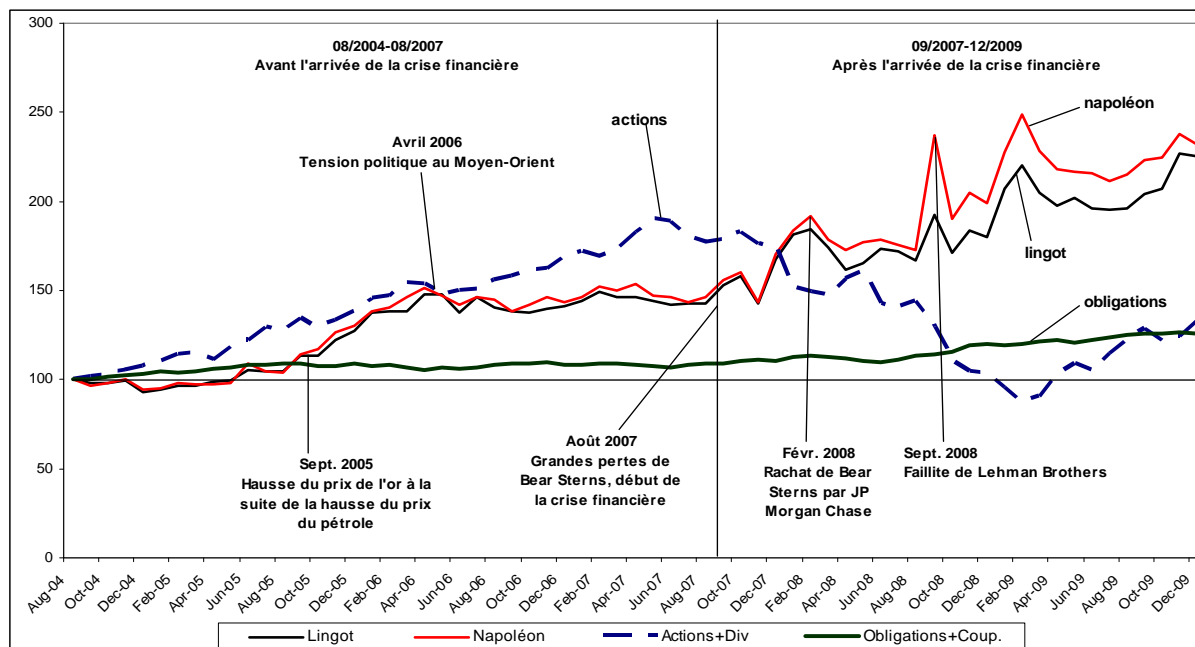
¹² Les pays concernés sont Autriche, Belgique, Pays-Bas, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Irlande, Italie, Portugal, Espagne.

¹³ <http://www.euromtsindex.com>

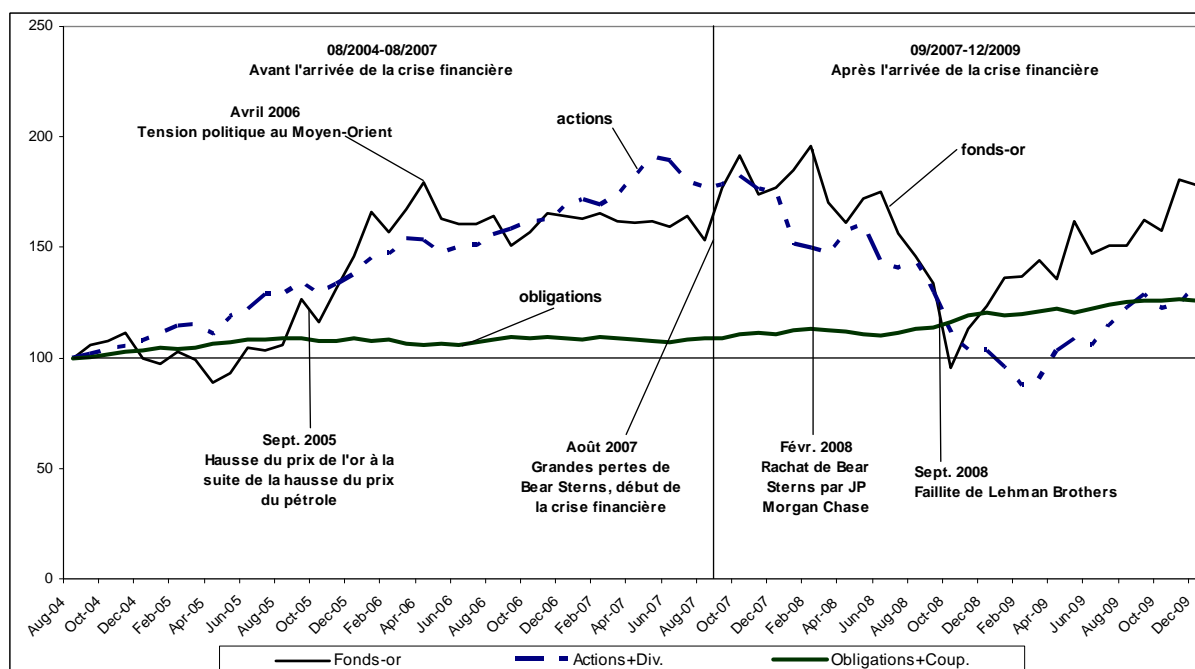
¹⁴ <http://www.bdf.fr>

d'août 2004 à décembre 2009. Afin de faciliter la comparaison, nous avons ramené les indices à une même base¹⁵ de 100 en août 2004.

Graphique 1 : Evolution comparative de l'or physique et des actions et des obligations en France d'août 2004 à décembre 2009 (base 100 en août 2004)



Graphique 2 : Evolution comparative de l'or papier et des actions et des obligations en France d'août 2004 à décembre 2009 (base 100 en août 2004)



Note : « Actions+DIV » désigne l'indice des actions avec réinvestissement des dividendes. « Obligations+Coup. » désigne l'indice des obligations avec réinvestissement des coupons.

¹⁵ Pour plus de détails sur la technique du chaînage des indices, cf. Hoang (2010b)

Le premier graphique indique la divergence entre l'or physique et les actions durant la période de crise financière 2007-2009. Nous voyons qu'avant l'arrivée de la crise financière (2004-2007), l'indice des cours de l'or physique (lingot et napoléon) et celui des actions ont une même tendance à la hausse. Le coefficient de corrélation¹⁶ entre les deux marchés est positif et est égal à près de **0,1**. Durant la période de la crise financière (2007-2009), ce coefficient devient négatif et est égal à environ **-0,3**. Ce qui signifie que de 2007 à 2009 le marché de l'or et celui des actions évoluent dans le sens inverse : quand l'indice des actions baisse, le cours de l'or augmente et inversement. Ce qui montre bien le rôle de valeur refuge de l'or durant les périodes de crise et d'instabilité.

Le rôle de valeur refuge est moins net pour l'or papier puisque l'indice des fonds-or connaît également d'importantes baisses durant la période de crise financière 2007-2009 (*cf.* le deuxième graphique). De 2004 à 2007 (avant l'arrivée de la crise financière), la corrélation entre les actions et les fonds-or est de **0,45** ; de 2007 à 2009 (pendant la crise financière), il devient **0,3**. Ce résultat a au moins deux significations. D'une part, la corrélation entre les fonds-or et les actions est plus importante que celle entre l'or physique et les actions. Ceci vient du fait que les fonds-or investissent eux-mêmes dans les *actions* de mines d'or. D'autre part, la corrélation entre les fonds-or et les actions est moins importante sur la période 2004 à 2007 que sur la période 2007 à 2009 (0,45 contre 0,3). Ce qui signifie que la hausse du cours de l'or physique de 2007 à 2009 a des impacts significatifs sur le cours des actions de mines d'or et ainsi sur les fonds-or. Par ailleurs, la corrélation entre l'or physique et l'or papier est relativement importante¹⁷, aux alentours de **0,5**. L'indice d'obligations est plus stable que celui de l'or physique et de l'or papier. Ce qui confirme le faible risque des placements en obligations. De même, il montre que les obligations sont les moins affectées par la crise financière.

2. L'OR ET LA DIVERSIFICATION DES PORTEFEUILLES BOURSIERS : UNE REVUE DE LA LITTERATURE

L'or est souvent considéré comme un bon moyen de diversification de portefeuille puisque sa rentabilité est peu corrélée avec celle d'autres actifs financiers, notamment celle des

¹⁶ Il s'agit du coefficient de corrélation de Pearson calculé sur les séries des rentabilités en logarithme.

¹⁷ Pour une étude plus détaillée sur la relation entre l'or physique et les actions de mines d'or, *cf.* McDonald et Solnik (1977).

actions. Ceci vient du fait que les facteurs déterminants de son cours sont très différents par rapport à ceux d'autres actifs¹⁸.

Il y a un grand nombre d'études s'intéressant au rôle de l'or dans la diversification de portefeuille. La quasi-totalité de ces travaux concernent l'or coté à Londres. Quelques uns sont consacrés à l'or coté à New York. Certains auteurs étudient également la relation entre l'or physique et l'or papier (actions de mines d'or et fonds-or) ainsi que le rôle de chacun dans la diversification de portefeuille. En revanche, nous n'avons trouvé aucune étude s'intéressant à l'or (physique ou papier) coté à Paris.

McDonald et Solnik (1977) démontrent que l'inclusion des actions de mines d'or dans un portefeuille boursier permet de réduire le risque et d'augmenter la rentabilité de ce dernier sur la période 1948 à 1975. Les auteurs constatent tout d'abord le rôle favorable de l'or physique¹⁹ dans un portefeuille (protection contre l'inflation et diversification). Ils étudient ensuite la relation entre les rentabilités des actions de mines d'or et celles de l'or physique et de l'indice S&P 500 par un modèle à deux facteurs. Les résultats montrent qu'il y a une relation positive entre l'or et les actions de mines d'or. En revanche, il n'y a pas de relation significative entre l'indice S&P 500 et les actions de mines d'or. Ainsi, les actions de mines d'or peuvent être également favorables dans la diversification de portefeuille.

Sherman (1982) étudie le rôle de l'or physique dans un portefeuille boursier sur des données mensuelles londoniennes de 1976 à 1981. Les mesures traditionnelles sont utilisées : le bêta et l'alpha du modèle MEDAF (avec S&P 500 comme indice de marché) ainsi que le coefficient de corrélation. Les résultats montrent que l'or a un faible bêta, un alpha positif et une faible corrélation avec les actions et les obligations. Ainsi, l'or peut être un bon moyen de diversification de portefeuille.

Jaffe (1989) étudie le rôle de l'or physique et papier (actions de mines d'or et fonds-or) dans un portefeuille boursier avec des données mensuelles de Londres de 1971 à 1987. L'auteur a calculé le bêta de chaque actif (avec S&P 500 comme indice de marché), les coefficients de corrélation de chaque actif or avec les actions et avec les obligations, et la

¹⁸ Il y a un grand nombre de travaux de recherche consacrés à l'étude des facteurs déterminants du cours de l'or. Nous pouvons citer quelques uns comme Lipschitz et Otani (1977), Jastram et Leyland (2009), Sherman (1983), Koutsoyiannis (1983), Sjaastad et Scacciavillani (1996), Cai *et al.* (2001), Levin et Wright (2006), Cheng *et al.* (2009)...Les principaux déterminants du prix de l'or sont les facteurs politiques, les facteurs monétaires (comme l'inflation ou le dollar américain...) et le prix d'autres actifs financiers et d'autres métaux précieux. Pour une revue de la littérature de ces études, *cf.* Hoang (2010b)

¹⁹ Il s'agit du prix de l'or pratiqué à Londres.

régression linéaire entre les rentabilités de l'or physique et l'inflation. Il a ensuite construit différents portefeuilles qui se composent d'actions, d'obligations et également de 5% ou de 10% d'or physique ou d'actions de mines d'or et de fonds-or. Les résultats montrent que l'or physique est plus favorable à la diversification de portefeuille que l'or papier. Premièrement, il a une plus faible corrélation avec les actions et les obligations. Deuxièmement, son bêta est plus faible. Troisièmement, il a une relation positive avec l'inflation (protection contre l'inflation). Quatrièmement, l'inclusion de l'or physique dans un portefeuille permet à la fois de réduire le risque mais également d'augmenter la rentabilité. En revanche, l'inclusion des actions de mines d'or et de fonds-or fait augmenter la rentabilité des portefeuilles mais également son risque.

Chua et *al.* (1990) étudient le rôle de l'or et des actions de mines d'or dans la réduction du risque des portefeuilles. Les données londoniennes utilisées sont mensuelles et couvrent la période 1971 à 1988. Les auteurs constatent que la corrélation avec l'indice S&P 500 est plus faible pour l'or physique que pour les actions de mines d'or et de même pour le bêta du modèle MEDAF (avec S&P 500 comme indice de marché). Ainsi, ils concluent que l'or physique est plus favorable à la diversification de portefeuille que les actions de mines d'or.

Vandeloise et Vos de Wael (1990) étudient le rôle de diversification de portefeuille de l'or coté en *Belgique* (le lingot et la pièce d'ancien souverain) avec des données mensuelles de 1972 à 1988. Les coefficients de corrélation entre l'or et les actions ou les obligations belges sont soit proches de zéro soit négatifs. De même, l'inclusion de l'or physique (de 3% à 20%) dans un portefeuille permet d'augmenter sa rentabilité et de réduire son risque.

Blose (1996) étudie la relation entre le prix de l'or physique et les fonds-or sur la période 1983 à 1992 avec des données hebdomadaires de New York. Les résultats montrent que la valeur des fonds-or a une élasticité supérieure à 1 vis-à-vis du prix de l'or physique. C'est-à-dire que quand le prix de l'or physique augmente de 1%, la valeur des fonds-or augmente de plus de 1% et de même pour une baisse. Sur la période étudiée (1983-1992), la rentabilité des placements en fonds-or est comparable à celle en or physique. En revanche, le risque systématique des placements en fonds-or n'est pas le même que celui des placements en or physique dans la mesure où les fonds-or sont plus corrélés au marché des actions que l'or physique.

Faff et Chan (1998) étudient la relation des actions de mines d'or avec l'or physique, l'indice des actions, le taux d'intérêt et le taux de change entre le dollar américain et le dollar australien sur la période 1979 à 1992 par un modèle linéaire multifactoriel. Les résultats

montrent qu'il n'y a que l'or physique et l'indice des actions qui ont des influences significatives sur les rentabilités des actions de mines d'or.

Tufano (1998) étudie le lien entre le cours de l'or physique et le cours des actions de mines d'or nord-américaines. Sa base de données contient les cours quotidiens de 48 mines d'or américaines et canadiennes sur la période 1990 à 1994. Les résultats montrent qu'une variation de 1% du cours de l'or physique entraîne une variation de 2% en moyenne des cours des actions de mines d'or. Cependant, cette relation peut varier selon la période et d'une société minière à l'autre.

Smith (2002) étudie la relation entre le prix de l'or physique coté à Londres et les indices des actions européennes (17 pays) ainsi que du Japon sur la période 1991 à 2001. Les coefficients de corrélation sont dans la plupart du temps faibles voire négatifs et dans certains cas non significatifs. A long-terme, l'auteur trouve qu'il n'y a pas de cointégration entre le prix de l'or physique et les indices des actions. Il conclut ainsi que l'or physique est favorable à la diversification de portefeuille.

Hillier et *al.* (2006) étudient le rôle des métaux précieux (or, argent et platine) dans un portefeuille en utilisant des données quotidiennes de Londres sur la période 1976 à 2004. Les auteurs trouvent qu'il y a une corrélation faible, voire négative, entre l'or, l'argent, le platine et l'indice S&P 500 et l'indice MSCI EAFE (Europe, Australasia and Far East). Les auteurs calculent également le bêta du modèle MEDAF (avec S&P 500 comme indice de marché) de chacun des trois métaux et trouvent que le bêta est négatif pour les trois métaux. Afin de comparer la performance des portefeuilles avant et après l'inclusion des métaux précieux, les auteurs utilisent le ratio « reward-to-risk »²⁰. Les résultats montrent que la performance est meilleure pour les portefeuilles incluant un des trois métaux précieux. La proportion du métal à inclure varie entre 1% et 30%. A partir de 40%, la performance commence à baisser.

Lucey et *al.* (2006) étudient l'effet de l'introduction de l'or sur la rentabilité, le risque et également sur la Skewness des portefeuilles boursiers. Plus la Skewness est positive, plus la proportion des rentabilités supérieures à la moyenne est importante et donc plus le portefeuille est rentable. La base de données mensuelle utilisée comprend l'or coté à Londres et plusieurs indices internationaux (NYSE, Nasdaq, FTSE...) sur la période 1980 à 2003. Les résultats

²⁰ Ratio « reward-to-risk » est calculé de la manière suivante : $\lambda = \frac{\overline{R}_i / \sigma_i^2}{\overline{R}_m / \sigma_m^2}$, avec \overline{R}_i la rentabilité du

portefeuille, σ_i l'écart-type du portefeuille, \overline{R}_m rentabilité du portefeuille de marché, σ_m l'écart-type du portefeuille de marché.

montrent que l'inclusion de l'or permet d'augmenter la rentabilité, de réduire la variance mais aussi d'augmenter la Skewness des portefeuilles. Les auteurs soulignent également que le cadre d'analyse Moyenne-Variance-Skewness (MVS) modifie de façon significative la composition du portefeuille par rapport au cadre Moyenne-Variance (MV).

Michaud et *al.* (2006) étudient le rôle de l'or dans la diversification de portefeuille. La base de données mensuelle sur la période 1974 à 2005 contient l'or coté à Londres et des indices américains d'actions et d'obligations. Les auteurs concluent que l'or est un actif stratégique dans la mesure où il permet de se protéger contre l'inflation et de diversifier efficacement les portefeuilles. Par la mesure de frontière efficiente, ils démontrent que pour les portefeuilles de risque faible, la proportion de l'or à inclure est de 1% à 2%. Pour les portefeuilles de risque plus élevé, cette proportion est de 2% à 4%. Wozniak (2008) reprend l'idée de Michaud et *al.* (2006) pour les portefeuilles anglais sur la période 1976 à 2007 avec des données mensuelles. Ses résultats confirment le rôle favorable de l'or dans la diversification de portefeuille.

Barisheff (2006) étudie le rôle des métaux précieux (l'or, l'argent, le platine) dans la diversification de portefeuille. Pour cela, l'auteur utilise l'indice (construit par Ibbotson) regroupant ces trois métaux précieux : Spot Precious Metals Index (SPMI). La base de données contient également les indices des actions américaines et internationales sur la période 1972 à 2004 (valeurs mensuelles). L'étude des coefficients de corrélation montre que l'indice des métaux précieux (SPMI) est corrélé négativement avec les indices des actions mais positivement avec l'inflation. Ainsi, l'auteur conclut que les métaux précieux constituent une bonne couverture contre l'inflation. De même, l'inclusion de métaux précieux dans les portefeuilles permet d'améliorer leur performance (mesurée par les ratios de Sharpe et de « *reward-to-risk* »).

Conover et *al.* (2007) étudient le rôle de l'or, de l'argent et de la platine dans un portefeuille américain avec une base de données quotidienne couvrant la période 1973 à 2006. Ils étudient également l'effet de l'introduction des actions de mines de métaux précieux dans les portefeuilles. Les résultats montrent que l'introduction de 25% d'actions de mines de métaux précieux permet d'augmenter la performance des portefeuilles. Les auteurs soulignent également que le placement indirect en métaux précieux (via les actions de sociétés minières) est plus rentable que le placement direct (en métaux physiques) grâce à la distribution des dividendes. Par ailleurs, l'or est plus efficace que l'argent et le platine dans la protection contre l'inflation.

Ratner et Klein (2008) étudient l'effet de l'introduction de l'or physique coté à Londres dans un portefeuille boursier avec des données mensuelles sur la période 1975 à 2005. Les

résultats confirment ceux des études précédentes : l'or permet d'avoir une diversification efficace de portefeuille (réduction du risque et augmentation de la rentabilité).

La revue de la littérature anglo-saxonne sur le rôle de l'or dans la diversification de portefeuille permet d'avoir des remarques suivantes. Toutes les études citées ci-dessus affirment que l'introduction de l'or, physique ou papier (actions de mines d'or et fonds-or), dans un portefeuille boursier permet de réduire son risque de volatilité et d'augmenter sa rentabilité. Certains auteurs comparent l'efficacité de l'or physique avec l'or papier dans la diversification de portefeuille. Par ailleurs, ils constatent qu'il y a une relation significative entre l'or physique et l'or papier.

3. METHODOLOGIE

Afin de vérifier si l'or (physique et papier) coté à Paris est favorable à la diversification des portefeuilles boursiers français, il est nécessaire d'étudier, d'une part, sa capacité de réduire le risque, et d'autre part, sa capacité d'améliorer la rentabilité du portefeuille en question. Pour cela, nous nous basons sur trois mesures différentes, à savoir : le risque (mesuré par la variance), la frontière efficiente (Markowitz 1952, 1959) et la performance de portefeuille (mesurée par le ratio de Sharpe et de Sharpe modifié). Les détails sur chacune des ces trois mesures sont présentés ci-après.

Le coefficient de corrélation et le risque de portefeuille

D'après Markowitz (1952, 1959), un actif est favorable à la diversification d'un portefeuille boursier s'il est peu corrélé avec les autres actifs le composant. Ceci permet de réduire le risque du portefeuille mesuré par la variance des rentabilités.

$$V(R_P) = \sum_{i=1}^n w_i^2 * V(R_i) + \sum_{i,j=1}^n 2w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

Avec $V(R_P)$ la variance des rentabilités du portefeuille P , w_i la proportion du titre i dans le portefeuille ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$), n le nombre de titres composant le portefeuille, ρ_{ij} la corrélation entre les rentabilités des deux titres i et j ($-1 \leq \rho_{ij} \leq 1$), σ_i, σ_j l'écart-type des rentabilités des titres i et j .

A partir de l'équation précédente, nous constatons que plus la corrélation entre les titres i et j est faible, moins le risque total de portefeuille P est important. Plus il s'approche de -1, plus le risque total de portefeuille diminue. A l'inverse, plus il s'approche de 1, plus le risque total de portefeuille augmente. Quand le coefficient de corrélation est égal à 1, le risque total de portefeuille est maximal (toutes choses égales par ailleurs).

Ainsi, plus le coefficient de corrélation entre l'or (physique ou papier) avec les autres actifs composant le portefeuille s'approche de -1, plus l'or est favorable à la diversification de portefeuille dans la mesure où il permet de réduire le risque de ce dernier.

Le calcul du coefficient de corrélation est expliqué dans l'Annexe.

La frontière efficiente de Markowitz (1952, 1959) et la diversification de portefeuille

La notion de frontière efficiente est introduite par Markowitz (1952, 1959). Elle est le lieu géométrique, dans le plan « *Moyenne-Variance* », regroupant tous les portefeuilles efficients. Un portefeuille est efficient s'il a la rentabilité la plus importante dans une même classe de risque et le risque le moins important dans une même classe de rentabilité. Dans l'univers de Markowitz, le risque de portefeuille est mesuré par l'écart-type²¹ de ses rentabilités.

Pour construire les frontières efficientes, nous utilisons la fonction « *solver* » du logiciel Excel. Son principe est présenté dans l'Annexe.

La performance des portefeuilles avant et après l'introduction de l'or

De manière générale, la mesure de performance d'un portefeuille ou d'un fonds consiste à comparer le risque subi au gain obtenu. L'avantage principal des mesures de performance est qu'elles permettent de comparer les résultats de plusieurs portefeuilles ou de plusieurs fonds différents. Dans le cadre de notre étude, elles permettent de comparer le résultat des portefeuilles avant et après l'introduction de l'or.

Il existe de nombreuses mesures de performance²² dont chacune représente des avantages et des inconvénients différents. Etant donné que ce n'est pas notre objectif principal, nous ne développons ici que les mesures sollicitées dans cet article qui sont les ratios de Sharpe (1966) et de Sharpe modifié (Gregoriou et Gueyie 2003). Le ratio de Sharpe est choisi pour sa popularité et sa simple mise en œuvre. Par ailleurs, ce ratio est utilisé pour présenter la performance des OPCVM français dans leur prospectus. Malgré sa popularité, le ratio de Sharpe fait l'objet de plusieurs critiques notamment celle concernant l'utilisation de l'écart-type pour mesurer le risque. Pour corriger ce défaut, nous faisons appel au ratio de Sharpe modifié car ce dernier tient compte de la non-normalité de la distribution des rentabilités.

Les détails techniques des ratios de Sharpe et de Sharpe modifié sont présentés dans l'Annexe.

²¹ L'utilisation de l'écart-type comme mesure de risque de portefeuille a fait l'objet de plusieurs critiques, notamment quand la distribution des rentabilités n'est pas normale. Malgré cela, les frontières efficientes que nous construisons dans cet article sont basées sur cette mesure pour sa popularité et sa simplicité.

²² Cf. Nguyen (2007) pour une synthèse de mesures de performance.

4. LE ROLE FAVORABLE DE L'OR COTE A PARIS DANS LA DIVERSIFICATION DES PORTEFEUILLES FRANÇAIS DE 2004 A 2009

A travers les trois mesures présentées ci-dessus (coefficient de corrélation, frontière efficiente et performance), nous étudions l'impact de l'introduction de l'or (physique et papier) dans les portefeuilles français sur la période 2004 à 2009. Pour les mesures de frontière efficiente et de performance, nous construisons différents portefeuilles qui sont portefeuille d'obligations, portefeuille d'actions, portefeuille mixte d'obligations et d'actions. Pour chacun des cas, nous comparons la frontière efficiente ainsi que la performance des portefeuilles avant et après l'introduction de l'or.

Les tableaux suivants présentent les coefficients de corrélation entre les différents actifs financiers français sur la période 2004 à 2009.

Concernant la corrélation entre l'or physique et les actions, elle est négative sur la période 2004 à 2009 (-0,24 avec la pièce napoléon et -0,19 avec le lingot). Pendant que le marché des actions est en phase de crise et de chutes importantes, le marché de l'or est très attractif avec des hausses significatives (cf. les graphiques 1 et 2). Ce résultat indique d'une part le caractère refuge de l'or et d'autre part son rôle favorable dans la diversification de portefeuille.

Tableau 3 : Corrélation entre l'or et les actions, les obligations sur la période 2004 à 2009

<i>Or physique</i>				
	Lingot	Napoléon	Actions	Obligations
Lingot	1	0,88***	-0,24*	-0,03
Napoléon		1	-0,19	-0,05
Actions			1	-0,25**
Obligations				1
<i>Or papier, fonds-or</i>				
	Fonds-or	Actions	Obligations	
Fonds-or	1	0,32***	-0,15	
Actions		1	-0,25**	
Obligations			1	

Note: *** : le coefficient de corrélation est significativement différent de zéro au seuil de 1% ;

** : 5% ; * : 10%

La corrélation entre l'or physique et les obligations est moins importante que par rapport à celle entre l'or physique et les actions car elle est très proche de zéro (-0,03 avec le lingot et -0,05 avec la pièce napoléon). Ce résultat montre qu'il est plus intéressant d'utiliser de l'or physique pour diversifier les portefeuilles d'actions que les portefeuilles d'obligations.

Concernant les fonds-or, ils ont une plus forte corrélation avec les actions qu'avec les obligations (0,32 contre -0,15). Cette différence flagrante s'explique par le fait que les fonds-or investissent eux-mêmes dans des actions de mines d'or. Ce résultat suggère qu'il est plus

intéressant de diversifier les portefeuilles d'obligations par les fonds-or que les portefeuilles d'actions. De même, l'or papier (représenté par les fonds-or dans ce cas) semble être moins intéressant à la diversification de portefeuille que l'or physique.

La faible corrélation entre les actions et les obligations durant la période 2004 à 2009 (-0,25) a au moins deux significations. D'une part, les obligations peuvent être un bon outil de diversification des portefeuilles d'actions durant cette période. D'autre part, les obligations ne sont pas impactées par la crise financière.

En résumé, à travers les résultats des coefficients de corrélation, nous constatons que l'or (physique et papier) coté à Paris peut être favorable à la diversification des portefeuilles français durant la période 2004 à 2009. L'or physique est plus compatible à la diversification des portefeuilles d'actions tandis que l'or papier (fonds-or) est plus intéressant dans les portefeuilles d'obligations. De plus, durant la période 2004 à 2009, la forte corrélation négative entre les actions et les obligations constitue un grand intérêt des obligations dans la diversification des portefeuilles d'actions.

Afin de mesurer l'impact de l'introduction de l'or sur la rentabilité et le risque des portefeuilles français durant la période 2004 à 2009, nous nous procédons à la construction des frontières efficientes. Celles-ci sont réalisées à la fois avec l'or physique et l'or papier. Afin de simplifier la présentation, nous présentons dans un premier temps le tableau de synthèse des résultats obtenus (page suivante). Dans un second temps, nous présentons des graphiques des frontières efficientes.

Tableau 5 : Synthèse des résultats des frontières efficientes des portefeuilles français diversifiés par l'or (physique ou papier) de 2004 à 2009

Portefeuille	Portefeuille à variance minimale			Variation par rapport au portefeuille avant l'introduction de l'or	
	Composition du portefeuille	ET	Moy	ET	Moy
Obligations+lingot	4% Lingot	3,16	4,74	-2,36	10,13
Actions+lingot	53% Lingot	10,93	10,55	-40,10	97,02
Obligations+Actions+lingot	5% Lin + 88% Obli + 7% Act	2,83	4,94	-4,53	12,85
Obligations+napoléon	3% Napoléon	3,18	4,62	-1,83	7,15
Actions+napoléon	41% Napoléon	12,76	9,65	-30,05	80,09
Obligations+Actions+napoléon	4% Nap + 89% Obli + 7% Act	2,87	4,77	-3,43	8,95
Obligations+fonds-or	3% Fonds-or	3,14	4,47	-3,14	3,89
Actions+fonds-or	17% Fonds-or	17,51	6,28	-4,02	17,24
Obligations+Actions+fonds-or	1% Fonds-or + 93% Obli+6% Act	2,94	4,45	-0,75	1,67

Note : ET désigne l'écart-type des rentabilités des portefeuilles, Moy désigne la rentabilité moyenne. Les valeurs mensuelles sont annualisées. Lin désigne lingot, Nap désigne pièce napoléon, Obli désigne obligations, Act désigne actions.

La première colonne du tableau de synthèse ci-dessous présente les portefeuilles composés des actions et/ou des obligations françaises et diversifiés par l'or (physique ou papier) sur la période 2004 à 2009. La deuxième colonne présente les caractéristiques des portefeuilles à variance minimale déterminés par la fonction « *solver* » sur Excel. Trois caractéristiques sont présentées : la composition, l'écart-type et la rentabilité. La troisième colonne présente la variation de l'écart-type et de la rentabilité du portefeuille à variance minimale par rapport aux portefeuilles avant l'introduction de l'or. Ces derniers ne contiennent donc que les actions et/ou les obligations.

Les résultats sont catégoriques, **l'introduction de l'or (physique ou papier) dans un portefeuille boursier français durant la période 2004 à 2009 permet non seulement de réduire l'écart-type mais également d'augmenter la rentabilité.** L'inclusion de 53% de lingots d'or dans un portefeuille d'actions permet de réduire son écart-type de 40% et d'augmenter sa rentabilité de 97% (comparaison entre le portefeuille à variance minimale et le portefeuille de 100% d'actions). Avec 41% de pièces napoléon, ces chiffres sont respectivement de 30% et de 80%. Avec 17% de fonds-or, ces chiffres sont de 4% et 17%.

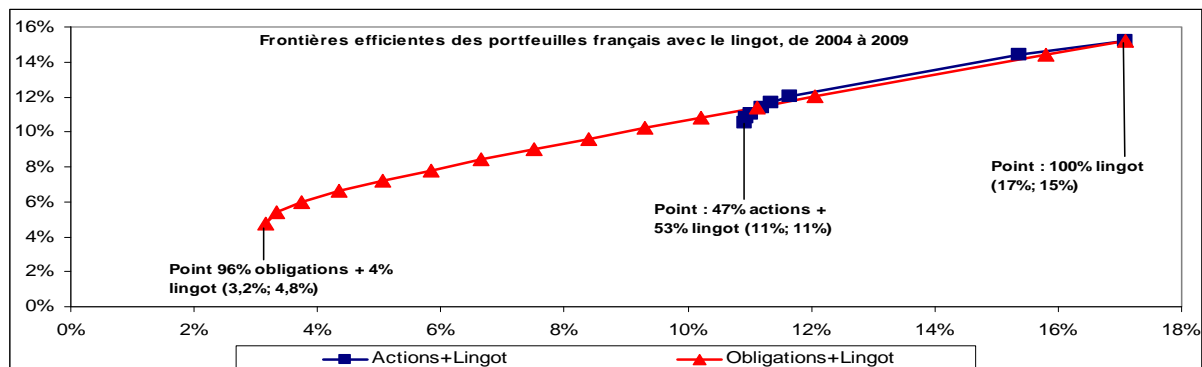
Pour les portefeuilles d'obligations et mixtes d'obligations et d'actions, l'introduction de 3% à 5% de l'or physique dans ces portefeuilles sur la période 2004 à 2009 permet de réduire l'écart-type de 2% à 3% et également d'augmenter la rentabilité de 7% à 10%. L'introduction de 1% à 2,5% de fonds-or dans un portefeuille contenant des obligations fait diminuer l'écart-type de 1% à 3% et augmenter la rentabilité de 2% à 4%.

Pour illustrer ces analyses, les frontières efficientes des portefeuilles français (obligations ou actions) diversifiés avec l'or (physique et papier) sur la période 2004 à 2009 sont présentées dans les graphiques suivants (page suivante).

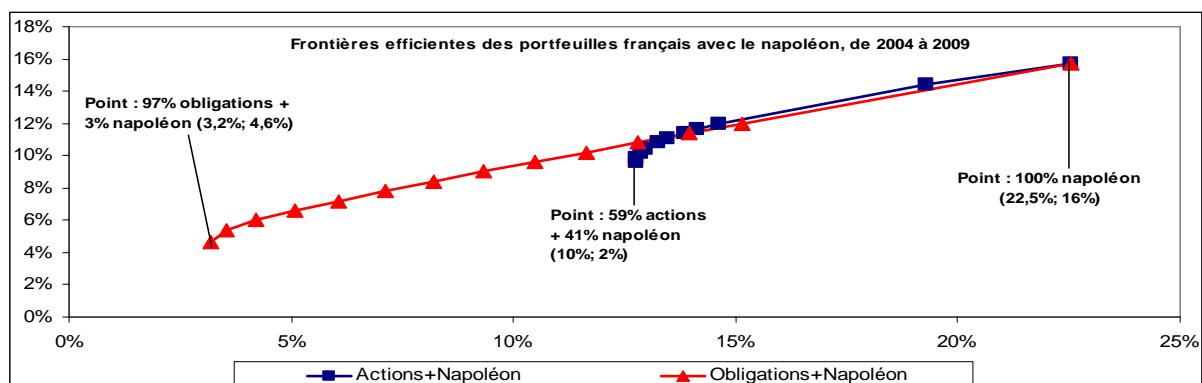
Lecture des graphiques : Dans chaque graphique, il y a deux courbes représentant deux frontières efficientes. La première correspond aux portefeuilles d'actions et la deuxième correspond aux portefeuilles d'obligations diversifiés par l'or physique ou l'or papier. Chaque point sur la frontière efficiente correspond à un portefeuille efficient que nous avons identifié par la fonction « *solver* » sur Excel. Le point le plus bas correspond au portefeuille à variance minimale. Le point le plus haut correspond au portefeuille à variance maximale. Les coordonnées (écart-type ; rentabilité) des points plus haut et plus bas sont indiquées dans les graphiques.

Graphique 3 : Frontières efficaces des portefeuilles français diversifiés par l'or sur la période 2004 à 2009

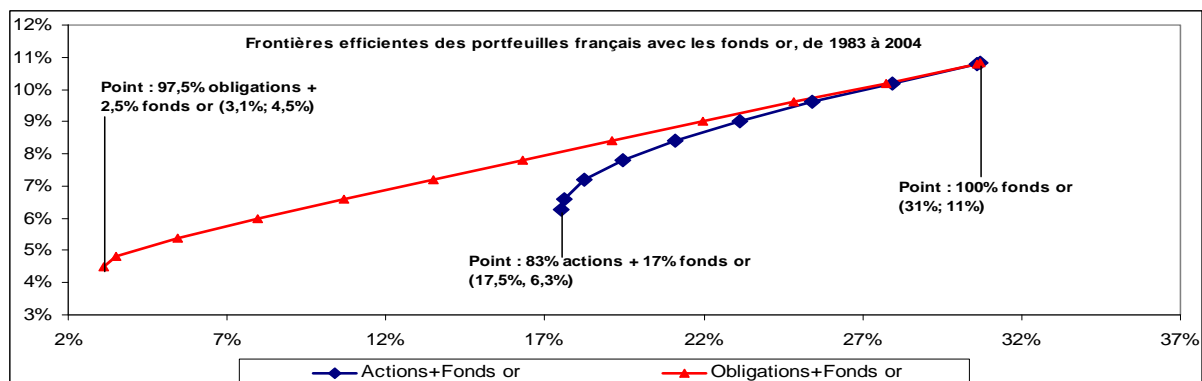
Diversification avec le lingot



Diversification avec la pièce napoléon



Diversification avec les fonds-or



Note : l'axe des abscisses correspond à l'écart-type, l'axe des ordonnées correspond à la rentabilité. L'ordre de présentation des chiffres entre parenthèses : (écart-type ; rentabilité). Les valeurs affichées sont des valeurs annualisées à partir des valeurs mensuelles.

L'observation de ces graphiques permet de voir que sur la période 2004 à 2009, plus la proportion de l'or (physique et papier) est importante, plus la rentabilité des portefeuilles est importante. Le point le plus haut des frontières efficaces correspond au portefeuille constitué

de 100% d'or (physique ou papier). Ce résultat confirme le rôle favorable de l'or coté à Paris dans la diversification des portefeuilles français sur la période 2004 à 2009.

En résumé, la période 2004 à 2009 est très favorable pour les placements en or dans le but de diversification de portefeuille. L'inclusion de l'or dans un portefeuille permet à la fois de réduire l'écart-type et d'augmenter la rentabilité.

Qu'en est-il de la performance des portefeuilles avant et après l'introduction de l'or ?

Le tableau suivant présente les ratios de Sharpe et de Sharpe modifié des portefeuilles avant et après l'introduction de l'or (physique ou papier). Les portefeuilles sans or sont ceux qui contiennent 100% actions ou 100% obligations ou à la fois des actions et des obligations. Pour les portefeuilles après l'introduction de l'or, nous choisissons de mesurer la performance des portefeuilles à variance minimale.

Tableau 6 : La performance des portefeuilles avant et après l'introduction de l'or de 1983 à 2009

Portefeuille	Après l'introduction de l'or Portefeuille à variance minimale			Avant l'introduction de l'or	
	Composition du portefeuille	Sh	Shm	Sh	Shm
Obligations+lingot	4% Lingot	0,05	0,02	0,04	0,02
Actions+lingot	53% Lingot	0,22	0,07	0,04	0,02
Obligations+Actions+lingot	5% Lin + 88% Obli + 7% Act	0,05	0,02	0,04	0,02
Obligations+napoléon	3% Napoléon	0,05	0,02	0,04	0,02
Actions+napoléon	41% Napoléon	0,16	0,05	0,04	0,02
Obligations+Actions+napoléon	4% Nap + 89% Obli + 7% Act	0,05	0,02	0,04	0,02
Obligations+fonds-or	3% Fonds-or	0,04	0,02	0,04	0,02
Actions+fonds-or	17% Fonds-or	0,06	0,02	0,04	0,02
Obligations+Actions+fonds-or	1% Fonds-or + 93% Obli + 6% Act	0,04	0,02	0,04	0,02

Note : Sh désigne le ratio de Sharpe, Shm désigne le ratio de Sharpe modifié. Ce sont des valeurs mensuelles.

La lecture de ce tableau s'effectue de la manière suivante. La première partie présente la composition des portefeuilles. La deuxième partie présente d'une part la proportion de chaque actif dans les portefeuilles *diversifiés par l'or* (il s'agit des portefeuilles à variance minimale sur la frontière efficiente) ; et d'autre part les ratios de Sharpe et de Sharpe modifié de ces portefeuilles. La troisième partie du tableau présente les ratios Sharpe et Sharpe modifié des portefeuilles *avant l'introduction de l'or*.

La première remarque porte sur la différence entre le ratio Sharpe et le ratio Sharpe modifié. Dans tous les cas, le ratio de Sharpe modifié est inférieur au ratio de Sharpe avec un écart très important (entre **150%** et **200%**). Ce qui signifie que la prise en compte de la non-normalité de la distribution des rentabilités augmente significativement le risque des portefeuilles et par conséquent diminue leur performance.

La deuxième remarque porte sur la différence de la performance des portefeuilles avant et après l'introduction de l'or. **Dans tous les cas, la performance des portefeuilles après l'introduction de l'or (physique ou papier) est supérieure à celle des portefeuilles avant l'introduction de l'or.** Ce résultat est logique puisque durant la période 2004 à 2009, l'introduction de l'or (physique ou papier) coté à Paris dans un portefeuille français permet de réduire le risque mais également d'augmenter la rentabilité.

Afin de mieux analyser l'effet de l'introduction de l'or sur la performance des portefeuilles, le tableau suivant présente la variation des ratios Sharpe et Sharpe modifié entre après et avant l'introduction de l'or.

Tableau 7 : La variation de la performance des portefeuilles après l'introduction de l'or par rapport à avant l'introduction de l'or de 2004 à 2009

Portefeuille	Composition du portefeuille à variance minimale après l'introduction de l'or	%Sh	%Shm	%Sh en moyenne	%Shm en moyenne
Obligations+lingot	4% Lingot	29	27		
Actions+lingot	53% Lingot	444	361		
Obligations+Actions+lingot	5% Lin + 88% Obli + 7% Act	37	34	170	141
Obligations+napoléon	3% Napoléon	23	21		
Actions+napoléon	41% Napoléon	305	202		
Obligations+Actions+napoléon	4% Nap + 89% Obli + 7% Act	31	28	120	84
Obligations+fonds-or	3% Fonds-or	9	8		
Actions+fonds-or	17% Fonds-or	49	42		
Obligations+Actions+fonds-or	1% Fonds-or + 93% Obli + 6% Act	3	3	20	18

Note : Les troisième et quatrième colonnes présentent la variation en % des ratios de Sharpe et de Sharpe modifié des portefeuilles après l'introduction de l'or par rapport à avant l'introduction de l'or. Les deux dernières colonnes présentent les variations moyennes en % selon le type de l'actif or : lingot, napoléon ou fonds-or.

En diversifiant les portefeuilles avec l'or physique (lingot ou pièce napoléon), la performance augmente d'environ **100%** en moyenne (*cf.* deux dernières colonnes du tableau ci-dessus). La hausse de la performance est plus importante avec le lingot qu'avec la pièce napoléon (environ **50%** de différence). Ceci s'explique sans doute par le risque plus important de la pièce napoléon par rapport au lingot sur la période 2004 à 2009 (*cf.* Hoang 2010b). Avec les fonds-or, la hausse de la performance est d'environ **20%** en moyenne, ce qui est moins intéressant qu'avec l'or physique.

Nous notons le résultat exceptionnel des portefeuilles d'actions diversifiés par l'or physique sur la période 2004 à 2009. **L'introduction de l'or physique dans un portefeuille d'actions permet d'améliorer la performance d'environ 400% avec le lingot et d'environ 300% avec la pièce napoléon.** Cette augmentation importante de la performance des portefeuilles d'actions est sans doute une des raisons expliquant le retour des placements en

or physique en France entre 2004 et 2009. Avec les fonds-or, la hausse de la performance des portefeuilles d'actions est d'environ **50%**. Pour les portefeuilles d'obligations, la hausse est beaucoup moins importante : environ **30%** avec l'or physique et environ **20%** avec les fonds-or.

Conclusion

L'ensemble des résultats obtenus dans cet article dédié à l'étude du rôle de l'or coté à Paris dans la diversification des portefeuilles boursiers français de 2004 à 2009 font ressortir les conclusions suivantes :

- **Premièrement**, l'or (physique ou papier) est peu corrélé avec les actions et les obligations. Cette faible corrélation laisse penser que l'or est favorable à la diversification des portefeuilles dans la mesure où il permet de réduire le risque total de ces derniers (mesuré par l'écart-type).
- **Deuxièmement**, l'introduction de l'or (physique et papier) permet non seulement de réduire le risque mais également d'augmenter la rentabilité des portefeuilles. Par conséquent, il y a une réelle amélioration des frontières efficaces et de la performance des portefeuilles après l'introduction de l'or par rapport aux portefeuilles avant l'introduction de l'or.
- **Troisièmement**, la proportion de l'or physique à introduire pour obtenir le portefeuille à variance minimale est entre 3% et 5%. Quant aux fonds-or, la quantité à inclure est d'environ 2%.
- **Quatrièmement**, l'or est plus favorable à la diversification des portefeuilles d'actions que des portefeuilles d'obligations. De même, l'or physique est plus efficace que l'or papier dans la diversification de portefeuille.

Annexe

Annexe 1 : Coefficient de corrélation de Pearson

Considérons deux variables X et Y entre lesquelles nous testons la corrélation. Nous disposons de deux *échantillons* x_t et y_t , avec $t=1..T$. Le coefficient de corrélation des deux échantillons, $r_{x,y}$, est calculé de la manière suivante :

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})^2}}$$

Avec $\bar{x} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t$ la moyenne arithmétique de x et $\bar{y} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_t$ la moyenne arithmétique de y .

Afin de vérifier la significativité du coefficient $r_{x,y}$, nous testons les hypothèses suivantes :

$$H_0 : \rho_{xy} = 0$$

$$H_1 : \rho_{xy} \neq 0$$

Avec ρ_{xy} le coefficient de corrélation des deux variables X et Y.

Sous l'hypothèse nulle H_0 , la statistique du test est la suivante :

$$t_{stat} = \frac{r_{xy} \sqrt{T-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} \xrightarrow{L} t(T-2)$$

La règle de décision est celle d'un test bilatéral habituel.

Annexe 2 : Fonction « solver » sur Excel et la frontière efficiente de Markowitz (1952, 1959)

Pour construire la frontière efficiente de Markowitz (1952, 1959), il faut suivre les étapes suivantes.

Premièrement, nous déterminons le portefeuille à variance minimale. Pour cela, la fonction « solver »²³ doit résoudre un programme de minimisation de la fonction de la variance de portefeuille sous des contraintes à spécifier. Pour simplifier la présentation, nous considérons un portefeuille à deux actifs x et y . Le programme à résoudre est le suivant.

$$\text{Min}[V(R_P)]$$

Sous contraintes

$$V(R_P) = w_x^2 V(R_x) + w_y^2 V(R_y) + 2w_x w_y \text{cov}(R_x, R_y) \quad (1)$$

$$w_x \geq 0, w_y \geq 0 \quad (2)$$

$$w_x + w_y = 1 \quad (3)$$

La fonction objective à minimiser est la variance de portefeuille $V(R_P)$. L'équation de celle-ci est définie dans la contrainte (1) et dépend de deux inconnus w_x et w_y que l'on doit

²³ Pour la version d'Excel 2003, la fonction « solver » se trouve dans Outils/Macros Complémentaires. Cette fonction permet de résoudre des programmes de minimisation, de maximisation ou bien des systèmes d'équation. Pour plus de détails sur l'utilisation de cette fonction, cf. Riva (2008), pages 107-110.

trouver. Il s'agit de la proportion de chaque actif (x et y) dans le portefeuille. La deuxième contrainte signifie que la vente à découvert n'est pas autorisée. L'investisseur doit posséder physiquement de tous les actifs composant le portefeuille. La troisième contrainte signifie que l'investisseur place le total de son capital disponible dans son portefeuille.

Une fois que ce programme soit résolu par la fonction « *solver* » sur Excel, nous pouvons déterminer la composition du portefeuille de variance minimale et ainsi sa variance et sa rentabilité. Ce qui permet de déterminer le point le plus bas de la frontière efficiente dans le plan « rentabilité-risque ».

Cependant, pour construire une frontière efficiente, il faut déterminer d'autres portefeuilles efficients qui sont représentés par des *points* dans le plan « rentabilité-risque ». Pour les spécifier, nous réutilisons la fonction « *solver* » mais nous ajoutons cette fois une contrainte complémentaire (4). Le programme à résoudre est comme suit :

$$\text{Min}[V(R_p)]$$

Sous contraintes

$$V(R_p) = w_x^2 V(R_x) + w_y^2 V(R_y) + 2w_x w_y \text{cov}(R_x, R_y) \quad (1)$$

$$w_x \geq 0, w_y \geq 0 \quad (2)$$

$$w_x + w_y = 1 \quad (3)$$

$$R_p = c \quad (4)$$

Avec R_p la rentabilité de portefeuille et c une constante.

La contrainte (4) signifie en effet que l'on minimise la variance de portefeuille pour un niveau de rentabilité donné (égal à c). Comment déterminer ce niveau c ? En effet, nous savons que plus la rentabilité est élevée, plus la variance est élevée (*There is no free lunch* !). Ainsi, nous pouvons en déduire que le portefeuille de variance minimale correspond également à celui de rentabilité minimale dans l'ensemble des portefeuilles efficients. Ainsi, le niveau c peut correspondre à n'importe quelle valeur de rentabilité qui est supérieure à celle du portefeuille de variance minimale.

Une fois que les points correspondant aux portefeuilles efficients soient identifiés dans le plan « rentabilité-risque », il suffit de les relier pour obtenir la frontière efficiente.

De la sorte, le concept de frontière efficiente permet aux investisseurs de composer son portefeuille efficient à partir d'un ensemble d'actifs financiers préalablement choisis. Pour un niveau de risque que l'investisseur est prêt à prendre, ou pour un niveau de rentabilité qu'il

espère obtenir, la frontière efficiente permet de choisir le meilleur portefeuille, respectivement de rentabilité maximale ou de risque minimal.

Annexe 3 : La performance de portefeuille mesurée par les ratios de Sharpe et de Sharpe modifié

Pour calculer le ratio de Sharpe sur une période donnée, il suffit d'appliquer la formule suivante :

$$Sh = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Avec Sh le ratio de Sharpe, R_p la rentabilité de portefeuille, R_f la rentabilité de l'actif sans risque et σ_p l'écart-type des rentabilités du portefeuille.

Le numérateur désigne la prime de risque de portefeuille, c'est-à-dire le supplément de sa rentabilité par rapport à l'actif sans risque. Le dénominateur représente le risque total de portefeuille mesuré par l'écart-type des rentabilités de ce dernier. Ainsi, le ratio de Sharpe est le rapport entre la prime de risque reçue et le risque total subi. Il mesure donc la prime de risque unitaire de portefeuille. Plus le ratio de Sharpe est élevé, plus la performance de portefeuille est élevée.

Pour tenir compte de la non-normalité de la distribution des rentabilités, Gregoriou et Gueyie (2003) proposent une extension du ratio de Sharpe qui est ratio de Sharpe modifié. Au lieu d'utiliser l'écart-type comme mesure de risque, les deux auteurs font appel à la *Value at Risk* modifiée (MVaR) introduite par Favre et Galeano (2002). Le ratio de Sharpe modifié est calculé de la manière suivante :

$$Sh_m = \frac{R_p - R_f}{MVaR}$$

Avec :

$$MVaR = W \left[\mu - \left\{ z_c + \frac{1}{6}(z_c^2 - 1)S + \frac{1}{24}(z_c^3 - 3z_c)K - \frac{1}{36}(2z_c^3 - 5z_c)S^2 \right\} \sigma \right]$$

$MVaR$ la VaR modifiée

W la valeur du portefeuille exposée au risque

μ la rentabilité moyenne

z_c le seuil statistique de la loi normale, à 5% $z_c = -1,96$.

S la Skewness

K l'excès de Kurtosis

σ l'écart-type des rentabilités

De cette manière, le ratio de Sharpe modifié mesure la prime de risque unitaire de portefeuille avec le risque mesuré par la MVaR. Plus le ratio de Sharpe modifié est important, plus la performance de portefeuille est élevée.

Bibliographie

- BARISHEFF N. (2006), *Portfolio Diversification with Gold, Silver and Platinum Bullion*, Working Paper, The Alternative Investment Management Association (AIMA), Summer.
- BLOSE L.E. (1996), Gold Price Risk and the Returns on Gold Mutual Funds, *Journal of Economics and Business*, vol. 48, pp. 499-513.
- CAI J., CHEUNG Y.L. and WONG M.C.S. (2001), What Moves the Gold Markets, *Journal of Futures Markets*, vol. 21, n° 3, pp. 257-278.
- CHENG W.H., SU J.B. and TZOU Y.P. (2009), Value-at-Risk Forecasts in Gold Market Under Oil Shocks, *Middle Eastern Finance and Economics*, issue 4, pp. 48-64.
- CHUA J.H., SICK G. and WOODWARD R.S. (1990), Diversifying with Gold Stocks, *Financial Analysts Journal*, vol. 46, n° 4, July-August, pp. 76-79.
- CONOVER C.M., JENSEN G.R., JOHNSON R.R. and MERCER J.M. (2007), Can Precious Metals Make Your Portfolio Shine?, *Journal of Investing*, vol. 18, n° 1, pp. 75-86.
- DE LITRA & CIE (1950), *Le marché des monnaies d'or de 1900 à nos jours*, Paris : Bourse de Paris.
- FAFF R. and CHAN H. (1998), A Multifactor Model of Gold Industry Stock Returns: Evidence from the Australian Equity Market, *Applied Financial Economics*, vol. 8, n° 1, pp. 21-28.
- GREGORIOU G.N. and GUEYIE J.P. (2003), Risk-Adjusted Performance of Funds of Hedge Funds Using a Modified Sharpe Ratio, *Journal of Wealth Management*, vol. 6, n° 3, pp. 77-83.
- HILLIER D., FRAPER P. and FAFF R. (2006), Do Precious Metals Shine? An Investment Perspective, *Financial Analysts Journal*, vol. 62, n° 2, pp. 98-106.
- HOANG T. (2010a), The Gold Market at the Paris Stock Exchange: a Risk-Return Analysis 1950-2003, *Historical Social Research*, vol. 35, n° 3, pp. 389-411.
- HOANG T. (2010b), *Le marché parisien de l'or de 1941 à 2009 : histoire et finance*, Thèse de doctorat, Université d'Orléans, 484 pages.
- JAFFE J.F. (1989), Gold and Gold Stocks as Investments for Institutional Portfolios, *Financial Analysts Journal*, vol. 49, n° 2, March-April, pp. 53-59.

- JASTRAM R. and LEYLAND J. (2009), *The Golden Constant. The English and American Experience 1560-2007*, London: Edward Elgar Publishing Ltd, 368 pages.
- KOUTSOYIANNIS A. (1983), A Short-Run Pricing Model for a Speculative Asset, Tested with Data from Gold Bullion Market, *Applied Economics*, vol. 15, pp. 563-581.
- LEVIN E.J. and WRIGHT R.E. (2006), *Short-run and Long-run Determinants of the Price of Gold*, London: World Gold Council.
- LIPSCHITZ L. and OTANI I. (1977), A Simple Model of the Private Gold Market, 1968-74; An Explanatory Econometric Exercise, *IMF Staff Papers*, n° 24, March 1977, pp. 33-63.
- LUCEY B., TULLY E. and POTI V. (2006), International Portfolio Formation, Skewness and the Role of Gold, *Frontiers in Finance and Economics*, vol. 3, n° 1, pp. 49-67.
- MARKOWITZ H. (1952), Portfolio Selection, *Journal of Finance*, vol. 7, n° 1, pp. 77-91.
- MARKOWITZ H. (1959), *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, New York: Wiley.
- McDONALD J.G. and SOLNIK B.H. (1977), Valuation and Strategy for Gold Stocks, *Journal of Portfolio Management*, vol. 3, Spring, pp. 29-33.
- MICHAUD R. MICHAUD R. and PULVERMACHER K. (2006), *Gold as a Strategic Asset*, London: World Gold Council.
- NGUYEN T. (2007), *La mesure de la performance des hedge funds*, Thèse de doctorat, Université d'Orléans, 333 pages.
- RATNER M. and KLEIN S. (2008), The Portfolio Implications of Gold Investment, *The Journal of Investing*, vol. 17, n° 1, Spring, pp. 77-87.
- RIVA F. (2008), *Applications financières sous Excel en Visual Basic*, Paris : Economica.
- SHARPE W. (1966), Mutual Fund Performance, *Journal of Business*, vol. 39, n° 1, pp. 119-138.
- SHERMAN E.J. (1982), Gold: A Conservative, Prudent Diversifier, *The Journal of Portfolio Management*, Spring, pp. 21-27.
- SHERMAN E.J. (1983), A Gold Pricing Model, *The Journal of Portfolio Management*, Spring, pp. 68-70.
- SJAASTAD L.A. and SCACCIAVILLANI F. (1996), The Price of Gold and the Exchange Rate, *Journal of International Money and Finance*, vol. 16, n° 6, pp. 879-897.
- SMITH G. (2002), *London Gold Prices and Stock Prices in Europe and Japan*, London: World Gold Council.
- TUFANO P. (1998), The Determinants of Stock Price Exposure: Financial Engineering and the Gold Mining Industry, *Journal of Finance*, vol. 53, n° 3, pp. 1015-1052.

- VANDELOISE S. and VOS de WAEL M. (1990), Gold and Portfolio Diversification, *Tsjschrift voor Economie en Management*, vol. XXXV, n° 1, pp. 29-38.
- WOZNIAK R. (2008), *Gold as a Strategic Asset for UK Investors*, London: World Gold Council.