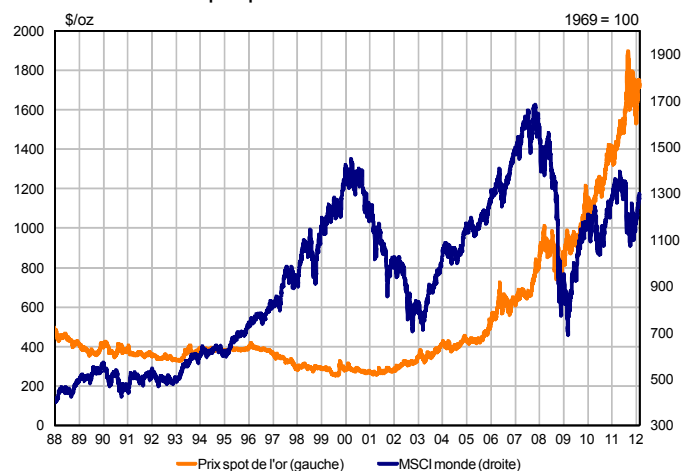


L'or est-il encore une valeur refuge ?

- Depuis le début de la crise financière, le cours de l'or a évolué comme celui d'une valeur refuge, c'est-à-dire d'actif dont le rendement est non corrélé ou négativement corrélé à celui d'un autre actif en période de tensions sur les marchés financiers : la performance de l'or, dont le cours est passé de 650 \$/l'once (oz) en juin 2007 à près de 1 600 \$/oz en avril 2012, contraste ainsi avec celle des actifs plus risqués (cf. graphique), comme le cours de l'indice mesurant la performance des marchés boursiers développés (MSCI World), en baisse de 18 % sur la période.
- Cependant, l'évolution récente du cours de l'or semble peu compatible avec l'hypothèse de valeur-refuge : après un pic à plus de 1 900 \$/oz en septembre 2011, le prix de l'or a été orienté à la baisse comme celui des actifs risqués au 4^{ème} trimestre 2011.
- Cet apparent changement de régime peut s'expliquer par l'accroissement des tensions sur les marchés financiers, très fortes à l'automne 2011, et l'appréciation du dollar, devise dans laquelle est libellé l'or.
- Une analyse économétrique suggère que le comportement du cours de l'or diffère selon le régime de stress financier. En période de stress modéré, l'or est bien une valeur refuge dont le rendement est négativement corrélé aux rendements boursiers. En revanche, en période de stress extrême, les rendements boursiers et le rendement de l'or sont généralement positivement corrélés, probablement parce que les investisseurs sont alors contraints de liquider une partie de leurs positions sur l'or, actif liquide, pour couvrir leurs pertes sur d'autres classes d'actifs.
- La baisse récente du cours de l'or peut également tenir à l'appréciation du dollar : l'or peut en effet faire office d'assurance contre le risque de change pour les investisseurs détenant des actifs en dollar. La corrélation négative entre le rendement de l'or et le cours du dollar est même particulièrement prononcée en périodes de très forte volatilité : elle est alors proche de l'unité pour certaines parités (euro, franc suisse).

Ce document a été élaboré sous la responsabilité de la direction générale du Trésor et ne reflète pas nécessairement la position du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

Évolution du prix spot de l'or et de l'indice boursier MSCI mondial



1. Depuis le début de la crise, la demande mondiale d'or a crû de 17 %, fortement tirée par la demande des investisseurs

L'or est à la fois un métal utilisable à des fins industrielles, un actif monétaire présentant des propriétés de réserve de valeur et un actif financier liquide. Depuis le début de la crise, la demande d'or a été stimulée par celle des investisseurs.

1.1 L'offre d'or est au plus haut depuis dix ans, alimentée par la production des mines et le recyclage, rendu attractif par la hausse des cours

L'offre d'or a progressé de 17 % entre 2007 et 2011 (cf. tableau 1), et s'élève en 2011 à 4 067 tonnes (206 Mds \$), au plus haut depuis 2000. La production minière et l'or recyclé ont positivement contribué à la croissance de l'offre depuis 2007, tandis que la contribution des banques centrales a été négative.

La production des mines représente 70 % de l'offre en 2011. La Chine, l'Australie, les États-Unis, l'Afrique du Sud

et la Russie en assurent la moitié (cf. tableau 4). L'or recyclé, seconde source d'offre en 2011, occupe un poids croissant depuis 2007, notamment en raison de la hausse des cours, qui a stimulé les activités de recyclage.

Les banques centrales ne contribuent désormais plus à l'offre. Leurs ventes d'or, qui alimentaient 15 % de l'offre entre 2000 et 2007, sont en forte baisse depuis 2007, les banques centrales ayant même été acheteuses nettes d'or en 2010 pour la première fois depuis vingt ans. Cette évolution tient d'une part à la poursuite des achats des banques centrales des économies émergentes (Russie, Mexique...), qui diversifient leurs réserves, principalement détenues en devises et, d'autre part, à l'arrêt des ventes d'or des banques centrales européennes : après avoir assuré 10 % de l'offre annuelle pendant la dernière décennie, celles-ci ont quasiment cessé d'en vendre depuis le début de la crise.

Tableau 1 : offre et demande mondiales annuelles d'or

| | 2007 | 2010 | Croissance entre 2007 et 2010 (%) | Contribution à la croissance (p.p) |
|---------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Offre mondiale d'or (tonnes) | | | | |
| Production minière | 2 031 | 2 822 | 38,9 | 22,8 |
| Ventes du secteur institutionnel | 484 | -440 | -190,8 | -26,6 |
| Or recyclé | 956 | 1 612 | 68,6 | 18,9 |
| Offre totale | 3 471 | 4 067 | 17,2 | |
| Demande mondiale d'or (tonnes) | | | | |
| Bijouterie | 2 405 | 1 963 | -18,4 | -12,7 |
| Technologie | 466 | 464 | -0,3 | 0,0 |
| Électronique | 315 | 330 | 4,9 | 0,4 |
| Autres industries | 93 | 89 | -4,2 | -0,1 |
| Dentisterie | 58 | 44 | -24,1 | -0,4 |
| Investissement | 685 | 1 641 | 139,5 | 27,5 |
| Lingots et pièces | 432 | 1 487 | 244,2 | 30,4 |
| ETFs et produits similaires | 253 | 154 | -39,1 | -2,9 |
| Autres ^a | -85 | -73 | - | 0,3 |
| Demande totale | 3 471 | 4 067 | 17,2 | |

a. Inclut les variations de stocks, les investisseurs institutionnels non inclus dans la catégorie ETFs et les erreurs et omissions.

Source : World Gold Council, calculs DG Trésor.

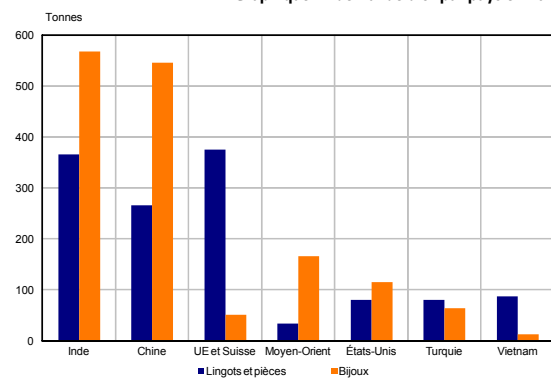
1.2 La croissance de la demande depuis 2007 est fortement soutenue par la demande d'investissement

La demande d'or a été stimulée par la demande d'investissement depuis 2007, tandis que la contribution de la demande de la bijouterie et du secteur des technologies ont été respectivement négative et nulle sur la période (cf. tableau 1).

La demande de bijoux (54 % de la demande mondiale) a reculé ces dernières années, en lien avec la dégradation de la situation économique. Ce secteur de la demande est dominé par l'Inde et la Chine (cf. graphique 1), qui en représentent respectivement 30 % et 28 % en 2011. Si la bijouterie demeure la première source de demande, son déclin depuis le début des années 2000 (cf. graphique 2) s'expliquerait par les mutations des économies asiatiques. Selon l'International Gold Council, la demande de bijoux est traditionnellement le fait des populations rurales recherchant une réserve de valeur. Ces populations ont récemment été évincées du marché par la hausse des cours, tandis que l'urbanisation et l'émergence d'une classe moyenne expliqueraient le développe-

ment des instruments financiers d'investissement sur le marché de l'or, auxquels ont plus facilement accès les populations urbaines.

Graphique 1 : demande d'or par pays en 2011

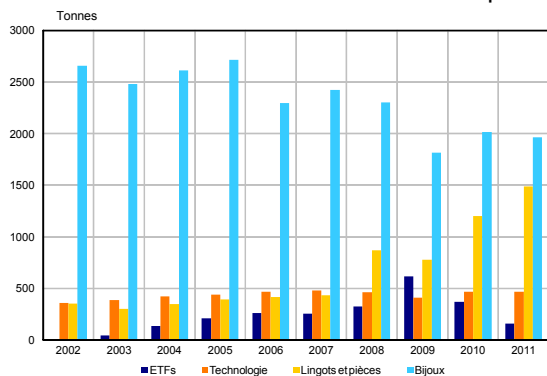


Source : World Gold Council.

L'investissement, deuxième source de demande d'or (40 % de la demande en 2011), en a été le moteur pendant la crise. La demande de lingots et

pièces représente 28 % de la demande totale en 2010. L'Inde, la Chine et les États-Unis représentent 50 % de cette source de demande (cf. graphique 1), qui alimente notamment les stocks des bourses sur lesquelles s'échangent des contrats adossés sur l'or. Inexistant avant le début des années 2000, l'investissement sous forme de fonds indiciels physiquement adossés (*exchange traded funds*, ou ETFs¹) a crû de 45 % entre 2007 et 2010, avant de décliner en 2011 et constitue 4 % de la demande en 2011 (cf. graphique 1).

Graphique 2 : évolution des composantes de la demande mondiale d'or depuis 2001



Source : World Gold Council.

2. La hausse du cours de l'or peut tenir à son statut de valeur refuge en période de crise

Les fluctuations du prix de l'or à court terme peuvent tenir à quatre facteurs : l'évolution du dollar, le rendement des autres actifs, les anticipations d'inflation et les surprises macroéconomiques. La relation entre le cours de l'or et les variables auxquelles il est corrélé n'est cependant pas stable dans le temps.

2.1 Les surprises macroéconomiques peuvent affecter les cours de l'or, mais cet impact semble être de court terme et dépendre de la position dans le cycle

Les conclusions des études relatives à l'impact des nouvelles macroéconomiques sur les cours de l'or divergent et sont sensibles à la fréquence des observations : certaines études concluent que le cours de l'or est positivement affecté par les publications des indicateurs d'activité et de prix à la consommation et à la production américains², tandis que d'autres³ suggèrent au contraire qu'il est insensible aux surprises macroéconomiques, c'est-à-dire aux publications de chiffres non conformes aux anticipations. L'impact des surprises macroéconomiques semble en outre être de très court terme⁴, et dépendre de la position dans le cycle⁵. Le prix des

matières premières pourrait être positivement affecté par les bonnes surprises macroéconomiques uniquement en périodes de récession : des indicateurs d'activité positifs laissent alors anticiper une hausse de la demande de matières premières industrielles, tandis qu'une hausse de l'inflation anticipée stimule celle de matières premières ayant des propriétés de couverture contre l'inflation. En revanche, en période d'expansion, les mêmes développements annoncent un resserrement monétaire, et affecteraient négativement le prix des matières premières.

1.3 Le stock d'or mondial est essentiellement détenu sous forme de bijoux et, dans une moindre mesure, de réserves des banques centrales

Au total, le stock d'or mondial s'élèverait à 160 000 tonnes selon les estimations du World Gold Council, dont 60 % sous forme de bijoux, et 20 % consacré aux usages industriels et dentaires. Le secteur institutionnel en détient 18 %, les banques américaines et européennes conservant 60 % des réserves en or des banques centrales, ce qui tiendrait à l'héritage de l'étalon-or.

2.2 Les anticipations d'inflation peuvent affecter le cours de l'or

Le cours de l'or tend à croître à mesure que le niveau général des prix s'élève. Cependant, la relation entre le prix de l'or et l'inflation n'est pas stable dans le temps. Certains analystes⁶ de marché estiment que le cours de l'or et l'inflation sont positivement corrélés à court terme, et que les révisions à la hausse de l'inflation anticipée incitent les investisseurs à acquérir de l'or. Cette stratégie peut se justifier par l'anticipation d'une érosion de la valeur des encaisses nominales, ou d'une hausse des cours nominaux de l'or face

- (1) Les ETFs permettent aux investisseurs de détenir un titre côté répliquant la performance de l'or, sans s'exposer aux coûts logistiques (stockage du métal physique, livraison) associés à d'autres instruments (options, futures). Schématiquement, les gérants du fonds acquièrent une quantité d'or physique à partir de laquelle sont émis des titres négociables en bourses. La valorisation des titres est basée sur le prix au comptant de l'or, multipliée par la quantité de métal sur laquelle est adossé le titre (en retranchant les frais de gestion).
- (2) Christie-David, R., Cheung, Y-L., Wong, M.C.S. (2001), "What moves the gold market ?", *Journal of futures markets* 21, pp. 257-278.
- (3) Roache, S.K., Rossi M., (2010), "The effects of economic news on commodity prices: is gold just another commodity?", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 50, pp. 377-385.
- (4) Elder, J., Miao, H., Ramchander, S., (2011), "Impact of macroeconomic news on metal futures", *Journal of banking and finance*, 36, pp.51-65.
- (5) Hess, D., Huang, H., Niessen, A., (2008), "How do commodity futures response to macroeconomic news?", *Financial Markets and Portfolio Management*, 22, pp. 127-146.
- (6) Blose, L.E., (2010), "Gold prices, cost of carry and expected inflation", *Journal of economics and business*, 62, pp. 35-47.

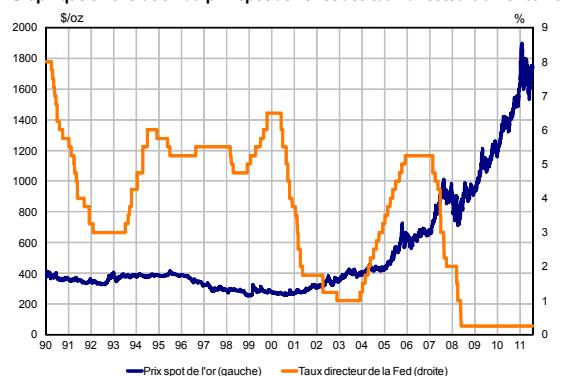
aux pressions inflationnistes. La relation entre le cours de l'or et l'inflation ne semble toutefois pas stable dans le temps⁷ : si, sur le long terme (un siècle), l'or est une couverture contre l'inflation, cette relation ne tient pas sur la période récente (deux dernières décennies). La relation entre le cours de l'or et l'inflation n'est donc pas examinée ici, aucune relation de cointégration stable n'ayant pu être identifiée. La hausse brutale du cours de l'or depuis 2007 semble en effet décorrélée de l'évolution de l'inflation.

2.3 Les conditions monétaires peuvent affecter le coût de l'investissement sur le marché de l'or

La relation entre l'inflation et le prix de l'or peut passer par les taux d'intérêt (Blose, 2010). La hausse des anticipations d'inflation affecte en effet la courbe des taux : l'incorporation d'une prime d'inflation favorise une hausse des taux d'intérêt, tandis que l'anticipation d'un durcissement monétaire peut affecter le niveau des taux futurs anticipés, dont la série forme la courbe des taux selon la théorie de la structure par terme. L'investissement sur le marché de l'or peut s'avérer avantageux lorsqu'une hausse des taux d'intérêt est anticipée. Un resserrement monétaire en $t+1$ rend théoriquement l'investissement obligataire peu attractif en t : une hausse des taux en deuxième période abaisserait le prix des titres versant un taux fixe acquis en première période. Cet argument est compatible avec la forte demande d'or depuis 2007 des économies émergentes (Inde, Chine), où les pressions inflationnistes ont provoqué des resserrements monétaires.

Le niveau des taux d'intérêt affecte également le coût réel (financement par l'emprunt) ou d'opportunité (financement sur fonds propres) de l'investissement sur le marché de l'or. Sur le marché spot, une baisse des taux d'intérêt réduit le coût d'acquisition de l'or, et est susceptible de stimuler la demande. La politique monétaire accommodante des pays avancés depuis 2008 pourrait ainsi avoir favorisé la hausse de la demande.

Graphique 3 : évolution du prix spot de l'or et des taux directeurs américains



Source : Data Insight, Fed.

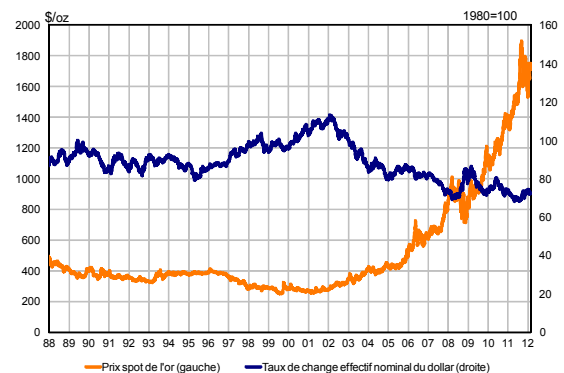
La politique monétaire ne semble toutefois pas être le seul facteur explicatif : si les cycles de baisse des taux américains amorcés en 2000, puis en 2007 sont bien allés de pair avec une hausse des cours de l'or, le relèvement des taux de la Fed entre 2004 et 2006 n'a pas compromis la hausse des cours sur la période (cf. graphique 3). La hausse actuelle du cours de l'or est ainsi probablement due à la conjonction de conditions monétaires accommodantes dans les pays avancés et au faible rendement des autres actifs peu risqués.

2.4 Le cours de l'or dépend également du prix des autres actifs

Le cours de l'or peut être affecté par le prix des autres actifs, notamment en période de tensions sur les marchés financiers : les investisseurs peuvent alors chercher à diversifier leurs portefeuilles pour limiter le risque de pertes, et rechercher des actifs peu risqués et liquides, comme l'or, pour compenser la sous-performance des actifs risqués. Le cours de l'or semble ainsi négativement corrélé au rendement de l'indice MSCI mondial⁸ en période de tensions sur les marchés financiers (cf. graphique de couverture), comme sur la période 2000-2003, caractérisée par la baisse des indices boursiers après l'explosion de la bulle internet et la récession américaine de 2001. Cette corrélation négative ne s'observe pas en dehors des périodes de stress financier : entre 2003 et 2007, l'or et l'indice MSCI évoluaient de concert à la hausse.

Les fluctuations du cours de l'or peuvent aussi être affectées par celles du dollar, devise dans laquelle il est libellé. Le cours nominal de l'or tend ainsi à croître quand le dollar se déprécie, ce qui a pour effet de préserver la valeur réelle de l'or : la dépréciation nominale du dollar depuis 2009 a par exemple coïncidé avec la hausse du cours de l'or (cf. graphique 4). Comme le prix de l'or est libellé en dollars, l'or peut ainsi faire office d'assurance contre le risque de change pour les investisseurs détenant des actifs en dollar⁹.

Graphique 4 : évolution du prix spot de l'or et du taux de change effectif nominal du dollar



Source : Data Insight, Fed.

- (7) Ghosh D., E.J. Levin, P. Macmillan, R.E. Wright, (2004), "Gold as an inflation hedge?", *Studies in economics and finance* 22, pp 1-25.
- (8) L'indice MSCI mondial reflète la performance boursière de 24 marchés développés (Australie, Autriche, Belgique, Canada, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Hong Kong, Irlande, Israël, Italie, Japon, Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, Norvège, Portugal, Singapour, Espagne, Suède, Suisse, Royaume-Uni, États-Unis).
- (9) Capie, F., Mills, T.C., Wood, G., (2005), Gold as a hedge against the dollar. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 15, 343-352.

La relation entre le cours de l'or et le dollar n'est cependant pas stable dans le temps : une analyse statistique préliminaire suggère que la corrélation négative entre le cours de l'or et le dollar s'est renforcée

depuis 2007 : une rupture de tendance est ainsi identifiée en septembre 2007, suggérant d'examiner plus précisément la relation entre le cours de l'or et celui des autres actifs depuis le début de la crise financière.

3. L'or est une valeur refuge vis-à-vis des indices boursiers en période de forte volatilité, mais pas en période de volatilité extrême

Les propriétés financières de l'or sont testées économétriquement vis-à-vis de deux classes d'actifs, en distinguant des périodes de plus ou moins fortes tensions sur les marchés financiers.

3.1 L'identification de périodes de plus ou moins forte volatilité permet de mettre en évidence l'existence de non-linéarités dans la relation entre le rendement de l'or et celui d'actifs risqués

De nombreux analystes attribuent la hausse du prix de l'or depuis 2007 à son statut de valeur refuge.

Plus précisément, trois types d'actifs peuvent être distingués : les valeurs refuge, les instruments de couverture et les instruments de diversification¹⁰.

- Une **valeur refuge** est un actif dont le prix est négativement corrélé ou non corrélé à celui d'un autre actif (ou portefeuille d'actifs) pendant certaines périodes spécifiques (et non en moyenne), notamment en période de tensions sur les marchés financiers.
- Un actif est qualifié de **couverture** (hedge) au sens fort (faible) lorsque son rendement est négativement corrélé (non corrélé) à celui d'un autre actif en moyenne, sans distinction entre période de forte et de faible volatilité.
- Un instrument de **diversification** est un actif dont le rendement est positivement mais imparfaitement corrélé à celui d'autres actifs en moyenne.

Cependant, l'évolution récente des cours de l'or semble peu compatible avec l'hypothèse de valeur-refuge : après un pic à plus de 1 900 \$/oz en septembre 2011, l'or a été orienté à la baisse comme les actifs risqués au 4^{ème} trimestre 2011.

Pour déterminer dans quelles conditions l'or est une valeur refuge, ses propriétés (valeur refuge, instrument de diversification ou couverture) sont testées économétriquement vis-à-vis de deux classes d'actifs, les actions et les taux de change.

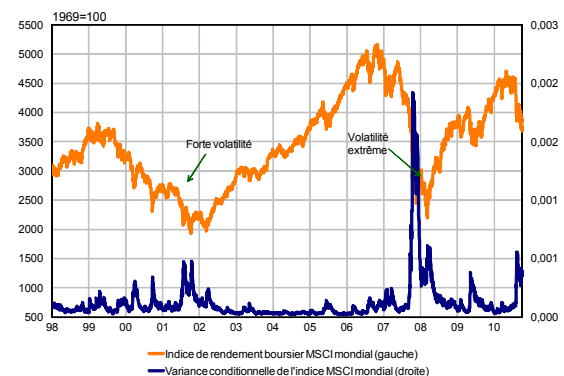
L'analyse se concentre sur les années 2001-2011, au cours desquelles l'or a connu une tendance haussière (cf. graphique page de couverture), après avoir baissé jusqu'en 2000.

L'identification de périodes de tensions (cf. graphique 5) sur les marchés boursiers (sur les marchés des changes) repose sur la variance conditionnelle (cf. encadré 1) de l'indice de rendement boursier MSCI mondial (du taux de change effectif du dollar) : les périodes associées à une

variance élevée (très élevée) sont qualifiées de périodes de forte volatilité¹¹ (volatilité extrême).

L'étude des propriétés financières de l'or repose sur le modèle économétrique présenté dans l'encadré 1.

Graphique 5 : rendement et variance conditionnelle du rendement de l'indice boursier MSCI mondial



Source : Data Insight, calculs DG Trésor.

3.2 En moyenne sur la période 2001-2011, l'or est un instrument de couverture vis-à-vis du dollar et des rendements boursiers des pays avancés et un instrument de diversification vis-à-vis des indices des pays émergents

L'or est une couverture contre les indices boursiers des économies avancées : en moyenne sur la période 2001-2011, le rendement de l'or est négativement corrélé à celui des indices régionaux européen et nord-américain (cf. tableau 2, colonne 3), et à celui des indices nationaux allemand, américain, français, italien, britannique et suisse. Les conclusions sont similaires que les indices soient libellés en dollars (reflétant le point de vue d'un investisseur américain) ou en devises domestiques (reflétant le point de vue des investisseurs nationaux), et ne tiennent donc pas à un effet « devise ».

L'or est un instrument de diversification vis-à-vis des rendements boursiers des économies émergentes (cf. tableau 2) : la corrélation entre le rendement de l'or et ceux des indices régionaux est positive (ensemble Brésil, Chine, Inde et Russie et indice régional Asie). Le rendement de l'or est positivement corrélé aux rendements boursiers de l'Australie, de la Chine ou de la Russie, pays producteurs d'or. Cette corrélation positive peut s'expliquer par le poids du secteur minier dans les indices nationaux, dont les rendements évoluent de pair avec le prix des matières premières.

(10) Baur, D., Lucey, B., (2006), "Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold", Institute for international integration studies, Discussion Paper No. 198.

(11) Les périodes de forte volatilité correspondent à des points en juillet, août et octobre 2002, en septembre, octobre, novembre et décembre 2008, en janvier, février, mars et avril 2009, et en août, septembre, octobre, novembre et décembre 2011, soit 180 points. Elles sont bornées par le seuil du 90^{ème} quantile de la distribution de la variance conditionnelle de l'indice MSCI. Les périodes de volatilité extrême correspondent à octobre et décembre 2008, mars et avril 2009 ainsi qu'à août 2011, soit 90 points. Elles sont bornées par le seuil du 97^{ème} quantile de la distribution de la variance conditionnelle de l'indice MSCI.

Tableau 2 : corrélations entre le rendement de l'or et celui des indices boursiers MSCI

| Rendements boursiers | Volatilité > 90 % | | Volatilité > 97 % | | Coefficient moyen | |
|--|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | coefficient β_5 | z-statistique | coefficient β_4 | z-statistique | coefficient β_6 | z-statistique |
| Indices régionaux (\$) | | | | | | |
| MSCI mondial | -0,07 | -2,46 | 0,33 | 3,10 | 0,04 | 2,96 |
| Amérique du Nord | -0,09 | -3,84 | 0,22 | 2,10 | -0,03 | -2,63 |
| Asie | 0,00 | -0,13 | -0,05 | -0,84 | 0,03 | 2,87 |
| Europe (UEM) | -0,09 | -3,63 | 0,21 | 2,76 | -0,04 | -4,26 |
| Amérique latine | -0,06 | -2,25 | 0,06 | 0,96 | 0,01 | 0,73 |
| G7 | -0,08 | -2,72 | 0,34 | 3,07 | 0,00 | -0,09 |
| BRIC | 0,00 | 0,04 | -0,11 | -1,60 | 0,20 | 13,04 |
| Indices nationaux (devises nationales) | | | | | | |
| Allemagne | -0,08 | -3,65 | 0,02 | 1,02 | -0,03 | -3,66 |
| Australie | 0,00 | 0,04 | 0,09 | 1,74 | 0,07 | 4,18 |
| Brésil | -0,04 | -1,93 | 0,07 | 1,39 | 0,00 | 0,47 |
| Canada | -0,06 | -1,99 | 0,21 | 4,01 | 0,03 | 2,03 |
| Chine | -0,02 | -0,93 | -0,04 | -0,36 | 0,04 | 5,09 |
| Union Européenne | -0,10 | -4,08 | 0,01 | 0,18 | -0,04 | -3,09 |
| France | -0,08 | -3,56 | 0,02 | 0,43 | -0,06 | -5,83 |
| Inde | 0,00 | 0,08 | -0,09 | -2,31 | 0,03 | 3,77 |
| Italie | -0,07 | -2,99 | 0,01 | 0,25 | -0,06 | -5,56 |
| Japon | 0,02 | 0,70 | 0,05 | 0,91 | 0,04 | 3,02 |
| Royaume-Uni | -0,11 | -3,81 | -0,01 | -0,20 | -0,03 | -2,51 |
| Russie | 0,01 | 0,37 | 0,14 | 3,10 | 0,04 | 5,73 |
| Suisse | -0,10 | -3,65 | 0,02 | 0,32 | -0,07 | -5,71 |

Lecture : Le tableau présente les résultats des estimations détaillées dans l'encadré 1. En période de forte volatilité, une hausse (baisse) de 1 % du rendement de l'indice boursier des pays développés MSCI mondial est associée à une baisse (hausse) de 0,07 % du rendement de l'or¹². Les coefficients significatifs au seuil de 5 % sont en gras; les coefficients significativement négatifs (positifs) sont en rouge (vert).

L'or est un instrument de couverture contre le dollar : son rendement est négativement corrélé ou non corrélé aux variations des principaux taux de change bilatéraux en moyenne (cf. tableau 3).

Tableau 3 : corrélations entre le rendement de l'or et les variations des taux de change bilatéraux vis-à-vis du dollar

| Taux de changes | Volatilité > 90 % | | Volatilité > 97 % | | Coefficient moyen | |
|-------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | coefficient β_5 | z-statistique | coefficient β_4 | z-statistique | coefficient β_6 | z-statistique |
| Dollar australien | -0,14 | -3,59 | -0,38 | -2,28 | -0,29 | -18,02 |
| Dollar canadien | -0,32 | -5,69 | -0,06 | -2,95 | -0,28 | -11,62 |
| Euro | -0,37 | -6,08 | -0,83 | -4,11 | -0,33 | -17,99 |
| Franc suisse | -0,47 | -7,43 | -0,87 | -3,57 | -0,33 | -18,76 |
| Real brésilien | -0,04 | -1,01 | -0,14 | 1,31 | -0,02 | -1,70 |
| Rupee indienne | -0,48 | -6,26 | -0,04 | 0,11 | -0,44 | -10,39 |
| Rouble russe | -0,36 | -6,20 | -0,87 | -2,37 | -0,16 | -6,33 |
| Sterling | -0,29 | -4,85 | -0,55 | -2,32 | -0,35 | -15,22 |
| Yen | -0,25 | -4,20 | -0,56 | -1,98 | -0,15 | -7,99 |

Lecture: le tableau présente les résultats des estimations détaillées dans l'encadré 1, avec le rendement de l'or en variable dépendante et les variations des taux de changes bilatéraux en explicatives. Les parités sont cotées au certain (1 \$= x unités de monnaie étrangère) : une hausse du taux de change correspond à une appréciation du dollar. En période de forte volatilité, une appréciation de 1 % du dollar face à l'euro est associée à une baisse de 0,37 % du rendement de l'or. Les coefficients significatifs au seuil de 5 % sont en gras; les coefficients significativement négatifs (positifs) sont en rouge (vert).

3.3 En période de forte volatilité, l'or est une valeur refuge vis-à-vis des indices boursiers des économies avancées et émergentes

En période de forte volatilité, l'or est une valeur refuge au sens fort vis-à-vis des indices boursiers des économies avancées, comme le suggèrent les coefficients significativement négatifs (cf. tableau 2, colonne 1) associés aux rendements des indices boursiers, qu'ils soient libellés en dollars (indices régionaux nord-américain, européen et mondial) ou en devises (Allemagne, Canada, États-Unis, France, Italie, Suisse et Royaume-Uni).

L'or est également une valeur refuge, mais au sens faible, vis-à-vis des indices boursiers émergents. Ce constat tient pour les indices régionaux (ensemble

Brésil, Chine, Inde et Russie et indice Asie émergente) et nationaux (Inde, Russie, Chine), comme le suggèrent les coefficients non significativement différents de zéro (cf. tableau 2, colonne 1).

3.4 En période de volatilité extrême, l'or, positivement corrélé aux rendements boursiers, ne semble pas faire office de valeur-refuge

En période de volatilité extrême, les rendements boursiers et celui de l'or sont positivement corrélés : l'or ne semble alors plus être une valeur-refuge (cf. tableau 2, colonne 2). Ces résultats se retrouvent dans la littérature (Baur et Lucey, 2006), et sont cohérents avec les évolutions observées au 4^{ème} trimestre 2011, au cours duquel l'or a été orienté à la baisse comme les actifs boursiers, dans un contexte de

(12) L'or ne versant pas de coupon, son rendement correspond à la variation de son prix entre deux périodes. Les données sont en variation quotidienne de logarithme.

fortes incertitudes sur l'activité économique et la situation des finances publiques. Cette relation positive en période de forte volatilité peut s'expliquer par la nécessité dans laquelle se trouvent les investisseurs de liquider une partie de leurs positions sur l'or, actif liquide, pour couvrir leurs pertes sur d'autres classes d'actifs et faire face aux appels de marge¹³.

La corrélation entre le rendement de l'or et le cours du dollar reste négative en période de très forte volatilité, contrairement aux corrélations entre l'or et les rendements boursiers. Cette corrélation est plus marquée en période de forte volatilité qu'en moyenne (cf. tableau 3, colonne 2). Ce constat se retrouve dans d'autres études¹⁴. La corrélation est même proche de l'unité pour certaines parités (euro, franc suisse). Les

ordres de grandeur sont également plus élevés que ceux observés pour les relations entre l'or et les rendements boursiers.

En période de tensions modérées sur les marchés financiers, l'or est bien une valeur refuge. En revanche, en période de stress extrême, les rendements boursiers et le rendement de l'or sont positivement corrélés, sans doute en raison de la nécessité dans laquelle se trouvent les investisseurs de liquider une partie de leurs positions sur l'or pour couvrir des pertes sur d'autres classes d'actifs.

La tendance à la détente des marchés financiers amorcée début 2012 pourrait laisser présager une reprise de la hausse du cours de l'or, qui retrouverait son statut de valeur refuge en période de stress modéré.

Encadré 1 : Estimation par GARCH des propriétés de valeur-refuge de l'or

L'analyse des propriétés financières de l'or repose sur des estimations GARCH sur données quotidiennes, qui permettent de rendre compte de la volatilité de la variance dans le temps (hétéroscédasticité) et de l'alternance de périodes de faibles et de forte volatilité caractéristiques des séries financières. Des périodes de forte volatilité sont identifiées à l'aide de la variance conditionnelle de l'indice boursier MSCI mondial, estimée par GARCH(1,1). Les indicatrices d_{90} , d_{95} et d_{97} sont égales à 1 lorsque la variance conditionnelle de l'indice MSCI est bornée par les seuils des quantiles 90, 95 et 97 de la distribution de la variance conditionnelle.

Une première estimation examine la corrélation de l'or et des rendements boursiers sur quatre sous-périodes, caractérisées par une volatilité croissante.

$$r_{or,t} = c + \beta_1 s_t \times d < 90 + \beta_2 s_t \times d = 90 + \beta_4 s_t \times d = 95 + \beta_4 s_t \times d = 97 + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_t^2 + \theta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (2)$$

Le modèle GARCH repose sur l'estimation de l'espérance (1) et de la variance (2) du rendement de l'or, conditionnelle à l'information passée, avec r_t le rendement de l'or et s_t le rendement de l'indice boursier MSCI en différences de logarithmes, et ε_t le résidu. La variance conditionnelle (2) est fonction d'une constante α_0 , correspondant à la moyenne de long terme de la variance, des nouvelles informations disponibles en t , captées par le résidu au carré ε_t^2 et de la prévision de la variance conditionnelle

Une deuxième estimation souligne la corrélation entre l'or et des rendements boursiers en période de volatilité, lorsque la variance conditionnelle de l'indice boursier est supérieure au seuil du 90^{ème} quantile.

$$r_{or,t} = c + \beta_1 s_t \times d < 90 + \beta_5 s_t \times d > 90 + \varepsilon_t \quad (3)$$

Un coefficient β_5 significativement négatif (nul) implique que l'or est une valeur refuge au sens fort (faible).

Pour analyser les propriétés de couverture de l'or, l'espérance conditionnelle est estimée sans distinction entre période de forte et de faible volatilité.

$$r_{or,t} = c + \beta_6 s_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

Un coefficient négatif (nul) sur l'ensemble de la période suggère que l'or est une couverture.

L'étude des propriétés financières de l'or vis-à-vis du dollar est faite de la même manière, en substituant les variations des taux de change bilatéraux aux rendements boursiers.

Les données utilisées étant non-normales, les équations de l'espérance et de la variance sont estimées simultanément par pseudo-maximisation de la vraisemblance afin de disposer d'écart-types robustes à la non-normalité. Le caractère leptocurtique (pic en zéro et queues de distribution épaisses) et asymétrique de la distribution des séries est pris en compte en basant les estimations sur une distribution des termes d'erreur GED (*Generalized error distribution*).

Violaine FAUBERT,

(13) Sur les marchés organisés de contrats à terme (*futures*), une chambre de compensation centralise les risques de contrepartie. Pour gérer ces risques, les intervenants lui versent un dépôt initial de marge, dont le montant est fixé par référence à la volatilité du marché et exprimé en pourcentage de la valeur nominale du contrat. Les intervenants versent également un appel de marge quotidien, destiné à reconstituer le dépôt de garantie si celui-ci avait été érodé par les fluctuations du marché. L'appel de marges désigne ainsi le versement obligatoire de dépôts supplémentaires (en numéraires ou en collatéral) pour couvrir la dépréciation d'une position ouverte. Si un intervenant achète 100 contrats à terme à 100 \$ le matin, et que ceux-ci ne valent plus que 90 \$ le soir, la chambre de compensation prélève $(100-90) \times 100 = 1\,000$ \$ sur son compte ou, si celui-ci n'est pas suffisamment approvisionné, exige le versement de cette somme avant l'ouverture du marché le lendemain. Lorsqu'un intervenant est dans l'incapacité de payer un appel de marge, sa position est soldée.

(14) Voir Joy M., (2011), "Gold and the US dollar: hedge or haven?", *Finance Research Letters*. Les ordres de grandeurs estimés ici sont généralement plus élevés que ceux estimés par Joy (2011), notamment en période de forte volatilité, ce qui peut tenir à la différence d'échantillon (1986-2008 pour Joy, 2001-2011 ici). Ces résultats sont compatibles avec l'observation de Joy selon laquelle les corrélations négatives entre l'or et les taux de change sont devenues plus élevées au cours des années 2000.

Annexe

Tableau 4 : production minière et estimation des réserves d'or en 2011

| | Production (tonnes) | % de la production mondiale | Réserves (tonnes) | % des réserves mondiales |
|------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|
| Chine | 355 | 13,1 | 1 900 | 3,7 |
| Australie | 270 | 10,0 | 7 400 | 14,5 |
| Union Européenne | 237 | 8,8 | 3 000 | 5,9 |
| Russie | 200 | 7,4 | 5 000 | 9,8 |
| Afrique du Sud | 190 | 7,0 | 6 000 | 11,8 |
| Pérou | 150 | 5,6 | 2 000 | 3,9 |
| Canada | 110 | 4,1 | 920 | 1,8 |
| Indonésie | 100 | 3,7 | 3 000 | 5,9 |
| Ouzbékistant | 90 | 3,3 | 1 700 | 3,3 |
| Monde | 2 700 | 100,0 | 51 000 | 100,0 |

Source : US Geological Survey 2011, calculs DG Trésor.

Éditeur :

Ministère de l'Économie,
des Finances et de l'Industrie

Direction générale du Trésor
139, rue de Bercy
75575 Paris CEDEX 12

Directeur de la Publication :

Claire Waysand

Rédacteur en chef :

Jean-Philippe Vincent
(01 44 87 18 51)
tresor-eco@dgtresor.gouv.fr

Mise en page :

Maryse Dos Santos
ISSN 1777-8050

Derniers numéros parus

■ Avril 2012

n°100. Impact du séisme au Japon sur l'économie mondiale
Raul Sampognaro, Michaël Sicsic

Mars 2012

n°99. Le niveau de vie des salariés au Smic
Adélaïde Favrat, Delphine Prady

Février 2012

n°98. Spécialisation à l'exportation de la France et de quatre grands pays de l'Union Européenne entre 1990 et 2009
Martin Fortes

Janvier 2012

n°97. Les allègements de cotisations sociales patronales sur les bas salaires en France de 1993 à 2009
Cyril Nouveau, Benoît Ourliac

<http://www.tresor.economie.gouv.fr/tresor-eco>