

## OR 1996

**MATIÈRES PREMIÈRES** : teneur de l'écorce terrestre : 0,005 ppm (5 ppb). L'eau de mer contient de 1 à 10 mg d'or/m<sup>3</sup>.

**Minerais** : les teneurs sont, en moyenne, de 2 à 20 ppm et elles peuvent être plus importantes, par exemple, 120 ppm dans la partie souterraine de la mine de Porgera en Papouasie-Nouvelle Guinée. Lorsque l'or est récupéré comme sous-produit d'autre métaux, les teneurs peuvent être nettement plus faibles : l'or à la teneur de 0,2 ppm, associé à du cuivre, est récupéré dans la mine de Bingham (Utah, États-Unis). En un siècle, la production de cette mine a été de 460 t d'or.

Dans les minerais, l'or est très souvent présent sous forme métallique (état natif), fréquemment allié à l'argent, souvent au cuivre, parfois au bismuth, également souvent associé à l'uranium. Les minerais sont classés en fonction des autres composés associés à l'or, la présence de ces composés pouvant entraîner des difficultés de traitement. On distingue l'or libre, inclus ou non dans d'autres minéraux, de l'or associé à des sulfures de fer (pyrite : FeS<sub>2</sub>, pyrrhotite : Fe<sub>1-x</sub>S), de l'or associé à des sulfures d'arsenic (arsénopyrite ou mispickel : FeAsS) ou d'antimoine (stibine : Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>). L'or associé à des sulfures de cuivre, zinc ou plomb est récupéré comme sous-produit des métallurgies correspondantes.

L'or libre se trouve dans : des filons (en général riches en quartz), des chapeaux oxydés de minerais sulfurés ou des alluvions, sous forme de placers (dans ce cas, l'or est sous forme de paillettes ou de pépites) : le Witwatersrand d'Afrique du Sud est un placer fossile. Le plus gros amas d'or trouvé (mêlé à du quartz), la "plaque de Holterman", a été trouvé en 1872 à Hill End (Australie) : 1,42 m de long, 235 kg. La plus grosse pépite, "Welcome Stranger", a été trouvée à Black Lead (Australie), en 1869 : 71 kg d'or. En France, la plus grosse pépite conservée pèse 543 g. Elle a été trouvée aux Avols (07) et a été vendue, en 1911 au musée de l'Université Harvard (Massachusetts, États-Unis). En France, l'orpaillage artisanal produit environ 2 t/an, principalement en Guyane.

Les découvertes de gisements d'or ont donné lieu à de nombreuses ruées vers l'or :

- 1721 dans le Mato Grosso puis en 1735 dans le Goias (Brésil).
- 1838 dans les alluvions de la Tchara, en Transbaïkalie (sud Sibérie).
- 1848 à Colonna en Californie : les 2 premières années, l'or trouvé a rapporté 3 fois le prix payé par les États-Unis au Mexique pour la cession de la Californie. La production totale a été de 1 500 t. La ruée s'est poursuivie ensuite au Nevada, puis au Colorado.
- 1851 en New South Wales (Australie).

- 1884, découverte du plus important gisement de tous les temps : le Witwatersrand, près de Johannesburg (Afrique du Sud). La ruée a eu lieu en septembre 1888. A fourni depuis sa découverte 43 000 t d'or.
- 1886 dans la rivière Klondike (Yukon, Canada), célébrée par J. London puis C. Chaplin. La production a été de 280 t.
- 1898 près du détroit de Behring en Alaska, production de 230 t.
- 1980 à Morro da Babilonia, Serra Pelada dans l'état de Para (Brésil). En 1982, 30 000 orpailleurs et porteurs sont entassés sur 1 km<sup>2</sup>.

### **Exploitations minières : exemples.**

Mine de Porgera en Papouasie-Nouvelle Guinée : 3ème mine d'or au monde, 1ère hors d'Afrique du Sud. Ouverte en 1990, la mine est exploitée par un consortium australo-anglo-canadien, Porgera Joint Venture (PJV), la part de production de la société Placer Dome étant d'environ 30 %. Le gouvernement papou possède 10 % des parts. La production, en 1991, était de 45,7 t d'or avec un effectif de 1 607 personnes. L'exploitation est à ciel ouvert (5 g d'Au/t) et souterraine (120 g d'Au/t). Les réserves sont estimées à 50,3 millions de t de minerai à 4,2 g d'Au/t pour l'exploitation à ciel ouvert et à 6 millions de t de minerai à 14,1 g d'Au/t pour l'exploitation souterraine.

Mine de Goldstrike dans le Nevada, aux États-Unis : achetée, en 1987, par la société American Barrick. L'exploitation, à ciel ouvert, a produit, en 1992, 31 t d'Au. Les réserves sont estimées à 734 t d'Au. Le cratère de la mine a 2 km de diamètre et sa profondeur est de 500 m. L'eau de la nappe phréatique est évacuée au rythme de 170 000 L/min.

### Production minière d'Afrique du Sud :

Les gisements sont situés dans le Witwatersrand, à 1 500 m d'altitude. Il y a 2,5 milliards d'années (archéen), l'or charrié par des rivières s'est déposé sur les 50 000 km<sup>2</sup> d'une mer intérieure. Le gisement forme un arc de cercle de 480 km de long à cheval sur le Transvaal et l'État d'Orange. Les paillettes d'or sont présentes dans des bancs conglomératiques (reefs). La teneur moyenne du minerai qui était de 13,3 g/t en 1970, n'était plus que de 5,3 g/t en 1987. Le minerai le plus riche est celui de la mine de Kloof : 14 g/t. La mine de Vaal Reefs, mine la plus importante d'Afrique du Sud (195 kg d'or par jour), produit également de l'uranium (1 700 t/an). Le puits de Western Deep Levels détient le record de profondeur à environ 4 000 m (en moyenne, la profondeur des mines est comprise entre 1 000 et 3 000 m sous la surface du sol). Sa production a été, en 1996, de 34 t d'or avec un minerai à 7 g/t. Il y a 33 mines en activité qui emploient 145 000 mineurs. La raffinerie de Germiston traite l'ensemble de la production du pays et la plus grande partie de celle-ci est achetée par la banque centrale d'Afrique du Sud qui la vend ensuite sur le marché mondial. De 1868 à 1995, 80 000 mineurs ont péri dans les mines d'or (424 morts en 1994). En

1984, la production d'une once d'or, nécessitait l'extraction de 3,3 t de minerai, 39 heures de travail, 5,4 m<sup>3</sup> d'eau, 572 kWh, 12 m<sup>3</sup> d'air comprimé. Les mines d'or sud africaines consommaient 18 milliards de kWh soit 1/5 de la production d'Afrique du Sud et 1/10 de la production du continent africain.

La société Anglo American Corporation of South Africa a produit, en Afrique du Sud, en 1995, 222 t à partir de minerais d'une teneur moyenne de 4,96 g/t. En 1996, les productions ont été de 67,3 t à Vaal Reefs, 34 t à Western Deep Levels, 38,3 t à Southvaal, 16,5 t à Elandsrand. Cette société possède également des intérêts dans d'autres exploitations minières, en Afrique du Sud et dans divers autres pays (12,2 t aux Etats-Unis, 11 t au Brésil) à travers sa filiale Minorco.

**Productions minières** : en 1996, en t de métal. Monde : 2 346, Union européenne : 19.

Afrique du Sud	495	Russie	130
États-Unis	329	Indonésie	92
Australie	289	Ouzbékistan	71
Canada	164	Pérou	65
Chine	145	Brésil	64

La production réelle du Brésil est estimée au double de l'officielle. Dans ce pays, environ 850 000 garimperos exploitent artisanalement plus de 2 000 mines (garimpos) dans le bassin du rio Tapajos. L'utilisation de mercure pour l'amalgamation entraîne une importante pollution des rivières.

En Afrique du Sud, la production a atteint son plus bas niveau depuis 1956.

Au Canada, production au Québec : région de Abitibi, en Colombie Britannique et en Ontario : gisement de Hemlo découvert en 1981, 700 t de réserves à 7 g/t.

L'exploitation est à 90 % souterraine.

Aux Etats-Unis, production dans le Nevada (les 2/3 de la production totale), Californie... L'exploitation est réalisée à 84 % à ciel ouvert. La production provient à 7 % de l'exploitation de minerais divers, autres que d'or, par exemple de cuivre, à Bingham Canyon.

La production russe diminue régulièrement, elle était de 164,5 t en 1993.

En Europe de l'Ouest, l'or est principalement coproduit des métallurgies du cuivre, zinc, plomb et nickel.

Évolution de la production minière : en % de la production du monde occidental.

Années	Afrique du Sud	États-Unis	Australie	Canada
1983	64 %	6 %	3 %	7 %

1996	25 %	17 %	15 %	8 %
------	------	------	------	-----

### Situation française :

- La mine de Salsigne (11) est la plus importante mine européenne. Elle est exploitée depuis 1892, 1924 pour l'or. Elle est en partie à ciel ouvert, en partie souterraine (- 430 m, 100 km de galeries). Le minerai est sulfuré à prédominance de pyrite, pyrrhotite et mispickel. Les teneurs moyennes sont les suivantes : Au : 8 à 10 g/t, Ag : 20 g/t, Cu : 1 kg/t. Depuis l'ouverture de la mine, la production a été de 100 t d'Or et 300 t d'argent, les ressources géologiques en or sont estimées à 38 t. Les productions annuelles ont été, jusqu'en 1990, de 2 500 kg d'or, 4 000 kg d'Ag, 10 000 t d'As.

Après extraction, le minerai, broyé à environ 75 µm, est concentré par flottation à une teneur de 20 à 25 ppm puis, après un nouveau broyage à 25 µm, traité par cyanuration dans une série de 9 cuves. Dans la première, la suspension de concentré est oxygénée, de la 2ème à la 4ème la cyanuration est effectuée. Dans les 5 dernières cuves, les complexes d'or et d'argent sont adsorbés sur charbon actif. L'or et l'argent sont récupérés en traitant le charbon actif par une solution alcaline d'ions cyanure, sous pression, à 120°C, puis en effectuant une électrolyse de la solution obtenue. L'or et l'argent se déposent sur une cathode en laine d'acier. L'ensemble est ensuite fondu en présence de borax et de silice afin d'éliminer le fer par formation d'un laitier, vers 1200°C. Le charbon actif est régénéré par chauffage à 750°C.

En 1996-97, la production de la mine à ciel ouvert a été d'environ 350 000 t de minerai pour 4,5 millions de t remuées, celle de la mine souterraine de 100 000 t de minerai. La production d'or a été de 2,64 t d'or et celle d'argent de 1,82 t.

L'exploitation minière est effectuée par la société Mines d'Or de Salsigne possédée par 2 groupes australiens (Eltin et Orion filiale de Sons of Gwalia).

Par ailleurs, la SNC Lastours (groupe Herbinger) a terminé en juillet 1997, de traiter, par cyanuration, les stériles (haldes) accumulés depuis le début de l'exploitation de la mine. La capacité était de 1 million de t/an pour une production de 1 t d'or/an.

A l'époque romaine, le site de Salsigne a été exploité pour le fer contenu. Les déchets de cette époque représentent suivant les dernières estimations des archéologues 1 million de t contenant des traces d'or. Sur une partie de ceux-ci a été construit le village des Martys.

Pendant longtemps, la mine de Salsigne a produit de l'arsenic à partir d'arsénopyrite et a été le plus important producteur mondial.

- Les mines du Bourneix et de Laurières, situées à la limite de la Haute Vienne et de la Dordogne, sont exploitées depuis 1982 par la Société des mines du Bourneix, filiale du groupe Cogema. Les gisements sont constitués de filons siliceux avec ou sans sulfures (mispickel, pyrite et galène). L'or est finement disséminé dans le

mispickel ou libre. La teneur moyenne des mines souterraines est de 12 à 16 g/t, celle des mines à ciel ouvert de 6 à 9 g/t. L'exploitation comprend 2 mines souterraines (jusqu'à - 300 m) et une mine à ciel ouvert. L'unité de concentration, située sur le site du Bourneix, se compose d'un atelier de broyage et d'un atelier de flottation (temps de flottation 30 min).

La pulpe, contenant 40 % de matière solide, à un pH de 10,5 obtenu par ajout de chaux, est cyanurée dans 6 cuves agitées pendant 48 h. Le complexe aurocyanure est ensuite fixé sur du charbon actif dans 10 cuves. Chaque cuve contient 150 kg de charbon qu'un tamis empêche d'aller dans la cuve suivante. Le charbon de la cuve de tête recevant les jus aurifères après attaque au cyanure, contient environ 55 kg d'or par tonne de charbon. Cette cuve est vidangée et tamisée après 12 ou 24 h de marche. Le charbon chargé en or et argent constitue le produit marchand qui est livré aux affineurs.

On estime que, jusqu'en 1997, la production limousine a été d'une quarantaine de tonnes : quelques tonnes à l'époque gallo-romaine, 10 t de 1920 à 1944 et 22 t depuis 1982.

En 1996, la production a été de 2 057 kg d'or, 118 kg d'argent, contenus dans 156 904 t de minerai (14,15 g d'or/t). La production de concentrés a été de 4 665 t (455 g d'or/t). L'effectif est de 80 personnes et le chiffre d'affaires, en 1996, de 135,5 millions de F.

- Les mines du Rouez : situées dans la Sarthe (72) à 30 km au Nord-Ouest du Mans, elles ont été exploitées entre 1989 et 1995. Le gisement a été découvert en 1975 par exploration géophysique (électromagnétique) aéroportée et par mise en évidence d'une anomalie géochimique polymétallique qui ont montré la présence d'un amas sulfuré qui avait été, il y a plusieurs siècles, exploité pour le fer contenu.

L'amas sulfuré a la composition moyenne suivante : pyrite : 43 %, pyrrhotite : 22 %, sidérite : 19 %, blende : 2,5 %, chalcopryrite : 1,7 %, galène : 0,3 %, arsénopyrite : 0,2 %. La teneur en argent est de 21,4 ppm et celle en or de 1,49 ppm. Ces teneurs en métaux précieux sont trop faibles pour envisager, actuellement, une exploitation économiquement rentable de l'ensemble du minerai. Le gisement qui s'étend sur 800 à 900 m de long et 150 à 200 m de large renferme plus de 100 millions de t de minerai, sur une profondeur supérieure à 500 m.

Par contre, dans le sommet de l'amas sulfuré (zone dans laquelle les sulfures de fer sont oxydés en hématite, goethite, limonite), sur une profondeur de 20 à 30 m, la concentration en or est 10 fois supérieure. La quantité totale de minerai exploitable a été de 250 000 t à une teneur moyenne de 11 g d'or/t et 50 g d'Ag/t.

L'exploitation a été réalisée à ciel ouvert, dans deux mines (carrières est et ouest). Le taux de découverte est d'environ 4 et l'extraction journalière de l'ordre de 1 000 m<sup>3</sup>.

Le minerai normal titrant moins de 15 g d'or/t a été traité par lixiviation en tas, le minerai riche, à plus de 15 g/t, par lixiviation dynamique en cuves. La nature du minerai ne permettant pas une concentration préalable tout le minerai a été traité par lixiviation.

Au total, de 1989 à 1995, la mine a fourni 2,8 t d'or et 15 t d'argent.

- La Guyane : les minéralisations aurifères se sont mises en place il y a 2 milliards d'années au moment où les continents américain et africain n'étaient pas séparés. Ainsi, les gisements de Guyane sont le prolongement de ceux de l'Ouest africain. La plus grande partie de la production est alluvionnaire et assurée par des orpailleurs ou des PME. La production déclarée est passée de 544 t en 1989 à 2 600 t en 1996. Des groupes miniers internationaux commencent à s'intéresser à l'exploitation de gisements filoniens.

Mines exploitées, à l'étranger, par des sociétés françaises :

- Coframines, filiale du BRGM contrôle (avec Amax, États-Unis, 19 %) 72,3 % de Cheni Gold Inc, qui exploite, depuis 1989, la mine de Lawyers (Colombie Britannique, Canada).

- LaSource Compagnie Minière, filiale commune du BRGM (40 %) et du groupe australien Normandy (60 %), créée en 1994, exploite des mines d'or au Soudan (Ariab, 4 t/an), en Côte d'Ivoire (Ity, 1,5 t/an) et en Guinée (Léro, 1 t/an).

**Réserves minières** : en 1983, en milliers de t d'or contenu. Monde : 40.

Afrique du Sud	23,6	États-Unis	2,5
ex URSS	6,2	Canada	1,3

**Producteurs** : principaux, en 1996, en t.

Anglo American (Afrique du Sud)	226	Homestake (États-Unis)	54
Barrick Gold (Canada)	98	Gencor (Afrique du Sud)	53
GFSA (Afrique du Sud)	94	Freeport-McMoRan (Etats-Unis)	53
Newmont (Etats-Unis)	71	Randgold (Afrique du Sud)	47
RTZ-CRA (Royaume-Uni)	60	JCI (Afrique du Sud)	46
Placer Dome (Canada)	60	Normandy Mining (Australie)	45

- Anglo American Corporation of South Africa contrôle également Minorco, filiale à 60 % d'Anglo American Corporation et de De Beers (Afrique du Sud, siège à Luxembourg). Le groupe Anglo American Corporation contrôle ainsi 40 % de la

production sud-africaine et est également le premier producteur d'uranium, de platine et de charbon (41,6 millions de t) d'Afrique du Sud. Il détient aussi une importante participation dans De Beers (1er producteur mondial de diamants).

- Anglo American possède également 24,7 % de GFSA (Gold Fields of South Africa) et 39,2 % de JCI (Johannesburg Consolidated Investment Lt). En mai 1997, vente de 30 % de sa participation dans JCI à African Mining Group.

- En octobre 1997, annonce de la fusion des groupes GFSA et Gencor pour former la société Goldco qui devrait produire 200 t/an et disposer de réserves estimées à 3 700 t. Cette société contrôle les mines sudafricaines de Driefontein, Kloof et Beatrix. La part de Anglo American dans la nouvelle société est de 8 %.

- En 1997, fusion de Newmont Mining avec Santa Fe Pacific Gold. La production du groupe sera, en 1997, de 115 t, avec des réserves estimées à 1 700 t. Les exploitations minières sont situées aux Etats-Unis (Nevada et Californie), Pérou, Ouzbékistan, Indonésie.

**TRAITEMENT DES MINERAIS** : les procédés dépendent de la nature des minerais.

- La gravimétrie (environ 10 % de la production mondiale) : concerne l'or libre alluvial dont les particules sont  $> 75 \mu\text{m}$ . Les installations industrielles récupèrent d'abord une partie de l'or libre par gravimétrie à l'aide de tables à secousses, concentrateurs centrifuges. La gravimétrie est aussi utilisée dans les installations artisanales des orpailleurs : batée ou laveries formées de canaux de bois munis de baguettes (sluice). Cette technique, peu coûteuse, permet d'exploiter des gisements de très faible teneur (de l'ordre  $1 \text{ g/m}^3$ ), mais la récupération des fines particules est faible malgré l'utilisation de canaux tapissés de velours ou de concentrateurs centrifuges.

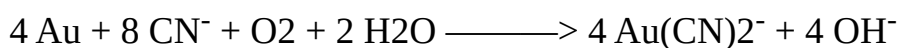
- La flottation, après broyage, est systématiquement utilisée lorsque l'or est associé à des sulfures métalliques. Elle précède le traitement ultérieur de cyanuration.

- Le grillage est utilisé lorsque Au est associé à des sulfures de Fe, Ni, Sb, car il facilite les traitements ultérieurs en rendant le minerai poreux.

- L'amalgamation consiste à allier l'or (et l'argent) avec du mercure et à décomposer l'alliage (25 à 50 % d'or) par distillation du mercure, vers  $400\text{-}500^\circ\text{C}$ . Actuellement cette technique est utilisée seulement dans les installations artisanales et donne environ 10 % de la production mondiale.

**L'extraction hydrométallurgique par cyanuration** : inventée en 1888, procédé le plus utilisé (environ 80 % de la production mondiale).

- Le minerai broyé ( $< 0,1 \text{ mm}$ ) est traité par une solution diluée ( $0,5 \text{ g/L}$ ) de cyanure de sodium en milieu basique ( $\text{pH} > 10$  pour éviter la libération de cyanure d'hydrogène ( $\text{HCN}$ ) très toxique) et en présence de dioxygène :



- Après traitement de 12 à 48 h, la solution contient quelques g d'or par m<sup>3</sup>. La consommation de NaCN est de 0,2 à 1 kg/t de minerai.
- La solution contenant le complexe aurocyanure peut être traitée par cémentation (procédé Merrill-Crowe, 40 % de la production mondiale) par du zinc. Au se dépose sur les grains de Zn, qui attaqués par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> libèrent l'or. Le métal obtenu (doré) contient jusqu'à 5 % d'impuretés métalliques. Actuellement, de plus en plus (40 % de la production mondiale), la fixation de l'or sur charbon actif est utilisée. 1 t de charbon statique peut adsorber 70 kg d'or. La solution d'ions aurocyanures et la pulpe ne sont pas séparés et passent dans des cuves contenant le charbon actif. Le temps de contact charbon-pulpe est de l'ordre de 1 h, le temps de séjour du charbon de plusieurs jours. L'or est récupéré en traitant le charbon par une solution chaude (70°C) à 1 % de NaOH et 0,1 % de NaCN. La solution obtenue contient quelques g d'or par litre. Le charbon est recyclé après chauffage à 600-750°C, à l'abri de l'air. L'or est récupéré par électrolyse. Il se dépose sur une cathode en laine de fer, puis est fondu. L'or obtenu est de haute pureté.
- La biolixiviation par exemple avec thiobacillus ferro-oxydans qui oxyde le fer de la pyrite permet de libérer l'or et de rendre ainsi la cyanuration plus efficace.
- La lixiviation en tas de minerais de faible teneur (moins de 1 g/t) utilise le même principe de formation d'un complexe cyanuré. Le traitement qui dure de quelques semaines à plusieurs mois pour des rendements de 40 à 85 % a été utilisé, par exemple à Rouez, en France.
- L'hydrométallurgie est également utilisée pour traiter les rejets d'anciennes laveries ou les stériles d'anciennes mines (par exemple à Salsigne, en France).

### **Affinage :**

- Le métal obtenu par cémentation est fondu et traité par Cl<sub>2</sub> à 1150°C (procédé Miller). Les impuretés métalliques donnent des chlorures volatils ou liquides qui sont éliminés. L'or obtenu a un titre en général > 995/1000 et contient jusqu'à 0,35 % d'Ag. Il est coulé en barres de 12,5 kg.
- De l'or à 999,9/1000 peut être obtenu par affinage électrolytique à anode soluble. La cathode est en or pur, l'or à affiner constituant l'anode, l'électrolyte est une solution d'acide aurichlorhydrique (HAuCl<sub>4</sub>), les cellules sont en céramique.

Depuis la préhistoire, la production mondiale totale d'or serait de l'ordre de 138 000 t, dont :

avant la fin de l'empire romain	10 000 t	au XIXème siècle	12 000 t
au moyen âge	2 500 t	de 1900 à 1996	110



			500 t
au XVII - XVIIIème siècle	4 000 t		

Dans le monde, plus de 500 000 personnes sont employées dans la production d'or.

**Recyclage** : estimé à 644 t, en 1996, dans le monde, dont 110 t en Inde, 93 t en Arabie Saoudite et Yémen. En France, la principale société de ce secteur est Engelhard-CLAL.

Par exemple, la société Valme-industrie à Falaise (14), avec 50 personnes, traite 90 % des ordinateurs français (teneur en or : 2 à 3 g/t) et a récupéré, en 1995, 400 kg d'or. Outre le recyclage, pour obtenir l'offre totale en or, il faut ajouter à la production minière, les ventes des réserves d'or des états et institutions internationales (239 t en 1996).

#### **SITUATION FRANÇAISE** : en 1996.

- Production minière : 8,3 t dont : Salsigne (1995) : 2,5, Le Bourneix : 2 t, Guyane : 2,6 t.

- Recyclage d'or provenant d'objets usagés : 6,1 t.

- Consommation d'or : 44,2 t.

- La fabrication d'or et d'alliages est assurée par Engelhard-CLAL, majoritairement à partir de déchets récupérés recyclés.

- En 1995, fusion des activités dans le domaine des métaux précieux entre le Comptoir Lyon-Alemand-Louyot (CLAL) et la société Engelhard filiale américaine du groupe sud africain Anglo American. Chiffre d'affaires, en 1995, 8 milliards de F. L'affinage des métaux précieux est effectué à Noisy le Sec (93) et à Vienne (38). A Lapugnoy (62), affinage de produits à faible teneur (< 1 %) en métaux précieux. Environ 50 t d'or/an sont transformées en lingots et barres pour les établissements bancaires (25 t), en produits métallurgiques pour bijouteries (15 t), en aurocyanure pour galvanoplastie et dorure (10 t).

Production totale des mines d'or françaises au XXème siècle : en kg, d'après P.C. Guiollard.

Salsigne (11) de 1906 à 1991	90 000	Chéni (87) de 1921 à 1944	7 500
Châtelet (23) de 1905 à 1955	10 973	Rouez (72) de 1989 à 1995	2 800
La Bellière (49) de 1905 à 1952	10 400	Fau-Marié (87) de 1993 à 1996	1 116
Le Bourneix (87) de 1982 à 1995	10 120	La Fagassière (87) de 1928 à 1945	575

Lauri�ras-Puits-Roux (87) 1988-96	9 380	La Petite-Fage (23) de 1957 à 1962	321
La Lucette (53) de 1905 à 1934	8 700	Beaune (87) de 1924 à 1931	288

## UTILISATIONS :

**Consommations** y compris l'or recyclé : en 1996, en tonnes. Monde : 3 290, Union européenne : 701.

Inde	455	Arabie Saoudite, Yémen	162
Italie	450	Turquie	158
Etats-Unis	245	Indonésie	132
Chine	198	Taiwan	99
Japon	187	Hong Kong	84

**Secteurs d'utilisation** : en 1996, dans les pays industriels et ( ) les pays en voie de développement.

Bijouterie	73 % (93 %)	Dentisterie	4,8 % (0,4 %)
�lectronique	13 % (2 %)	Monnaies et médailles	4 % (2 %)
Industries diverses	5,3 % (2,2 %)		

**Propriétés** : inaltérable à l'air et dans l'eau et le plus malléable et ductile de tous les métaux : 1 g peut s' tirer sur plus de 3 km ou donner une feuille de plus de 1 m<sup>2</sup>.

Alliages : la teneur en or est exprimée en millièmes ou en carats : 24 carats pour l'or pur, 18 carats (75 % en masse d'or), 14 carats (58,3 %), 9 carats (37,5 %), 8 carats (33,3 %).

A compter du 1er janvier 1995, l'utilisation du millième sera seule autorisée.

Les principaux alliages pour bijouterie commercialisés en France, contiennent 75 % en masse d'or, avec en plus :

Or jaune	12,5 % Ag, 12,5 % Cu	Or gris	10 % Cu, 12,5 % Ni, 2,5% Zn
Or rose	9 % Ag, 16 % Cu	Or rouge	4,5 % Ag , 20,5 % Cu

Sur les 138 000 t produites dans le monde depuis la préhistoire, environ 120 000 t subsistent, détenues à 33 % par les banques centrales et institutions financières (  la fin 1990 :  tats-Unis : 8 280 t, institutions internationales (FMI...) : 6 840 t,

Allemagne : 2 880 t, France : 2 520 t, Suisse : 2 520 t, Japon : 720 t, Russie : 390 t (entre 1990 et 1993, le stock russe est passé de 2 000 t à 200 t)). Les personnes privées en détiendraient 24 % sous forme de pièces et lingots, principalement en France (2 500 à 5 000 t), Inde, États-Unis. 33 % de la production serait sous forme de bijoux et 10 % dans des applications industrielles.

- Bijouterie : productions de bijoux en or, en 1996, en tonnes. Monde : 2 807 t.

Italie	439	Chine	184	États-Unis	152
Inde	428	Arabie Saoudite et Yémen	159	Turquie	141

- La production française est, en 1996, de 30 t.

- Consommations, en Europe : Italie : 102 t, Royaume-Uni : 48 t, France : 32 t.

- En 1992, le marché français des bijoux en or est de l'ordre de 15 milliards de F, du même ordre de grandeur que celui des parfums de luxe. L'appellation plaqué or ne peut être légalement utilisée, en France, que si le titre est supérieur à 500 ‰ et l'épaisseur du revêtement > 5 µm pour l'horlogerie. Le plaquage est réalisé par électrolyse d'un bain Au-Cu-Cd en milieu cyanuré à pH 10-10,5 et à 60-65°C. La cathode est constituée par la pièce à plaquer et l'anode est en titane recouvert de platine.

- Dorure : par exemple, la dorure du dôme de l'hôtel des Invalides à Paris a utilisé 550 000 feuilles d'or à 23,5 carats (98 % Au, 1 % Ag, 1 % Cu) de 0,2 µm d'épaisseur et de 60 cm<sup>2</sup>, soit 23 g d'or pour 1000 feuilles, et au total, 12,5 kg d'or.

- Rôle d'étalon monétaire de 1717 au 15 août 1971 (fin de la convertibilité du dollar en or) qui s'explique moins par sa relative rareté, les gisements aurifères sont plus nombreux que ceux de nombreux autres éléments, que par son inaltérabilité aux agents atmosphériques. Entre 1959 et 1971, la couverture, par le stock d'or des États-Unis, des dollars émis est passé de 100 % à 13 %.

- Électronique : dans cette industrie, l'or est principalement déposé par électrolyse. Dans le monde consommation dans cette branche industrielle de 207 t, en 1996 dont 6,3 t en France.

- Dentisterie : l'or est employé pour son excellente résistance à la corrosion et sa biocompatibilité. Dans le monde, en 1996, utilisation de 67,5 t d'or dont : Japon : 19,5 t, Allemagne : 15,2 t, États-Unis : 11,5 t, Suisse : 4,2 t, Italie : 4,1 t. La consommation française dans ce secteur est de 400 000 t.