

OR 1992

MATIÈRES PREMIÈRES : teneur de l'écorce terrestre : 0,005 ppm (5 ppb). 1 m³ d'eau de mer contient de 1 à 10 mg d'or.

Minerai : teneurs, en moyenne, de 2 à 20 ppm et qui peuvent être plus importantes, par exemple, 120 ppm dans la partie souterraine de la mine de Porgera en Papouasie. Lorsque Au 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, Au 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 : FeS₂, pyrrhotite : Fe_{1-x}S), de l'or associé à des sulfures d'arsenic (arsénopyrite ou mispickel : FeAsS) ou d'antimoine (stibine : Sb₂S₃). 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 de République Sud Africaine est un placer fossile. Le plus gros amas d'or trouvé (mêlé à du quartz), la "plaque de Holtermann", 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 donne 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 km².

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, est 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 : exploitation 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.

Productions minières : en 1992, en t de métal. Monde : 2 198, Union européenne (Espagne, France) : 10.

Afrique du Sud	611	Canada	158
États-Unis	296	Chine	140
ex URSS	253	Brésil (officiellement)	87
Australie	243	Nouvelle Guinée	80

La production réelle du Brésil, en 1989, était estimée au double de l'officielle. Dans ce pays, environ 850 000 garimpos 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.

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.

En ex URSS : mines en Russie (Sibérie), Kazakhstan, Ouzbékistan.

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 %
1992	28 %	13 %	11 %	7 %

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 km² 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 produit également de l'uranium (2 000 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). 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 1911 à 1984, 44 000 mineurs ont péri dans les mines d'or. En 1984, la production d'une once d'or, nécessitait l'extraction de 3,3 t de minerai, 39 heures de travail, 5,4 m³ d'eau, 572 kWh, 12 m³ 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 1992, 262,5 t d'or (la teneur moyenne des minerais étant de 5,29 g d'Au/t) dont 75,4 t à Vaal Reefs, 38,4 t à Western Deep Levels, 37,8 t à Southvaal, 18,7 t à Elansrand. Cette société possède également des intérêts dans d'autres exploitations minières, en Afrique du Sud et dans divers autres pays (12,4 t, en 1992, au Brésil) à travers sa filiale Minorco.

Situation française :

- La mine de Salsigne (11) est la plus importante mine européenne. Elle est exploitée depuis 1926. Elle est en partie à ciel ouvert (6 millions de t de tout venant/an, 160 000 t de minerai/an), en partie souterraine (- 345 m, 100 km de galeries, 60 000 t de minerai/an, 60 % de la production). 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 90 t d'Au, les réserves sont estimées à 90 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 (n°1 mondial). L'arsenic, est transformé, en partie, en arsine (AsH₃) de haute pureté par L'Air Liquide (n°2 mondial, marché de 15 t/an), utilisée en microélectronique pour fabriquer l'arséniure de gallium (AsGa) semi conducteur et pour doper le silicium.

En 1994, chiffre d'affaire prévu : 220 millions de F, avec 160 personnes, une capacité d'extraction de 500 000 t/an et une production de 3 t. L'exploitation minière est effectuée par la société Mine d'Or de Salsigne possédée par 2 groupes australiens (Eltin et Orion). Le traitement du minerai et sa commercialisation sont pris en charge par la Société d'Exploitation Pyrométallurgique de Salsigne. La SNC Lastour (groupe Herbingier) traite, par cyanuration, les stériles (haldes) accumulés depuis le début de l'exploitation de la mine. La capacité est de 1 million de t/an pour une production de 1 t d'or/an.

- Les mines du Bourneix et de Laurières, situées à la limite de la Haute Vienne et de la Dordogne sont exploitées depuis 1982 pour Le Bourneix et 1988 pour Laurières, par la Société des mines du Bourneix, filiale de Cogema. Les gisements sont constitués d'amas siliceux riches en sulfures (mispickel, pyrite et galène). L'or est finement disséminé dans le mispickel. La teneur moyenne des mines souterraines est de 12 g/t, celle des mines à ciel ouvert de 6 g/t. L'exploitation comprend 3 mines souterraines (jusqu'à - 200 m), 3 mines à ciel ouvert, 2 unités de concentration par broyage et flottation (temps de flottation 30 min) et une unité de production de lingots de doré dont la construction a été lancée en novembre 1990. Cette unité, dont la première étape (fixation sur charbon) est opérationnelle depuis juin 1991, procède par cyanuration sur une pulpe contenant 40 % de matière solide, à un pH de 10,5 obtenu par ajout de chaux, dans 5 cuves agitées pendant 48 h. Le complexe aurocyanure est ensuite fixé sur du charbon actif dans 10 cuves. La pulpe et le charbon actif circulent à contre-sens. Le charbon de la première cuve, contenant environ 40 kg d'or/t est déchargé après 8 à 16 h. Actuellement, le charbon chargé en or est livré aux affineurs. Dans une seconde étape, après séchage, puis grillage, l'or et l'argent seront récupérés dans les cendres qui après ajout de fondant seront amenées à la fusion. Les scories surnageantes seront éliminées et le doré (60 % Au - 40 % Ag) récupéré puis expédié pour affinage.

On estime que jusqu'à 1992, au total, 30 t d'or ont été produites dans le Limousin : de 10 à 12 t à l'époque gallo-romaine, 10 t de 1920 à 1944 et 10 t depuis 1982.

En 1993, la production est de 2 t d'or, 2,3 t d'argent (en 1990), pour une extraction, en 1990, de 176 715 t de minerai (9,84 g d'or/t) et une production de concentrés de 5 978 t (255 g d'or/t). L'effectif est de 90 personnes et le chiffre d'affaires, en 1991, de 127,2 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 1992. Le gisement a été découvert en 1975 par exploration géophysique (électromagnétique) aéroportée et par mise en évidence d'une anomalie géochimique polymétallique qui ont mis en évidence 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 est de 250 000 t à une teneur moyenne de 11 g d'or/t et 50 g d'Ag/t.

L'exploitation est 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 m³. Le minerai normal titrant moins de 15 g d'or/t est traité par lixiviation en tas, le minerai riche, à plus de 15 g/t, par lixiviation dynamique en cuves. La nature du minerai ne permet pas une concentration préalable et donc tout le minerai est traité par lixiviation.

- Lixiviation en tas : avant mise en tas, le minerai broyé (< 15 mm) est additionné de ciment (15 kg/t) afin de fabriquer des boulettes. Le minerai est ensuite arrosé par une solution d'eau cyanurée à 0,5 g de NaCN/l, maintenue à pH = 11 par ajout de soude. Le débit est de l'ordre de 10 l/h/m². Après de nombreux recyclages de la solution d'arrosage, cette dernière est traitée lorsque sa teneur en or atteint 3 à 7 g/m³. Le rendement d'extraction de l'or est de l'ordre de 70 %.

- Lixiviation dynamique : le minerai broyé (< 0,6 mm) est disposé dans 6 cuves en cascade en présence d'eau cyanurée de composition identique au traitement décrit précédemment et d'air comprimé. Le temps de séjour dans les cuves est de 24 h, la capacité de traitement de 4 t/h et le rendement d'extraction est > 80 %. La solution, après lixiviation, contient de 12 à 15 g d'or/m³.

- La solution d'extraction, après désaération sous vide, est traitée soit :

- par le procédé Merrill-Crowe de précipitation de l'or (ainsi que Ag et Cu) sur de la poudre de zinc. Le précipité, appelé ciment, qui contient en moyenne 50 % de Zn, 15 % de Cu, 15 % d'Ag et 2 à 6 % d'or, est récupéré par filtration et envoyé à la société Valme à Falaise (14) qui réalise une attaque à l'acide sulfurique pour dissoudre de zinc puis à l'acide nitrique pour dissoudre une partie de Ag qui est ensuite précipité en

nitrate d'argent par ajout de NaCl. Le résidu solide qui contient l'or subit 2 fusions et donne des lingots de doré (Au + Ag) de 25 à 35 kg par semaine. Ces lingots sont ensuite affinés par attaque acide puis électrolyse pour donner des barres d'or fin et de la grenaille d'argent à 99,99 % de pureté.

- ou soit, depuis fin 1992, par du charbon actif disposé dans des colonnes qui contiennent, par colonne, environ 500 kg de charbon. Le charbon renferme, après extraction des métaux précieux de la solution, 10 à 20 kg d'or/t. Il est traité par une solution d'élution (qui contient 0,1 % de NaCN, 1 % de NaOH, 10 % d'éthanol), à 80°C. Le charbon est régénéré toutes les 8 à 10 élutions à l'aide d'une solution à 10 % de HCl puis réactivé thermiquement. La solution d'élution est ensuite électrolysée, l'or se déposant sur 9 cathodes en laine de fer (3 kg de fer). L'opération élution-électrolyse dure environ 24 h. Les cathodes de fer qui contiennent Au et Ag, sont fondues, en présence de borax, silice et nitrate de sodium, à 1 060°C. Le doré obtenu est ensuite affiné pour donner Au et Ag. Au total, production de plus de 2 t d'or.

En 1991 :

Minerai extrait	113 000 t	Production d'argent	3 960 kg
Minerai traité en tas	57 000 t	Production d'or	791 kg
Minerai traité en cuves	21 000 t		

La mine de Rouez est exploitée par la société Parmines France, filiale de Sofimine, société d'ingénierie minière, pour le compte de la Somnor (Société des Mines d'or de Rouez) filiale 50/50 de Elf Aquitaine Production et de Cheni (filiale du BRGM). La mine avait été découverte par Elf Aquitaine.

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

- Cogema possède 30 % de la mine d'or de Jamestown (Californie, États-Unis) : production de 3 502 kg en 1988, réserves estimées à 30 t.
- 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).

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 1992, en t.

Anglo American (Afrique du Sud)	277	Homestake (États-Unis)	57
---------------------------------	-----	------------------------	----

GfSA (Afrique du Sud)	123	JCI (Afrique du Sud)	51
Gencor (Afrique du Sud)	74	Newmont (États-Unis)	49
Placer Dome (Canada)	61	Rand Mines (Afrique du Sud)	44

Anglo American Corporation of South Africa qui 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 40 % de la production sud-africaine, est le premier producteur d'uranium, de platine et de charbon (41,6 millions de t) d'Afrique du Sud et détient une importante participation dans De Beers (1er producteur mondial de diamants).

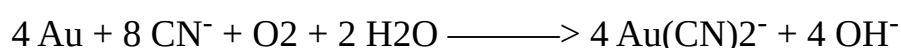
GfSA (Gold Fields of South Africa, possédé à 25,9 % par Anglo American), JCI (Johannesburg Consolidated Investment Lt, possédé à 39,7 % par Anglo American).

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

- La gravimétrie (15 % 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). Technique peu coûteuse qui permet d'exploiter des gisements de très faible teneur (de l'ordre 1 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.
- 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 de 10 à 15 % de la production mondiale.

L'extraction hydrométallurgique par cyanuration : inventée en 1888, procédé le plus utilisé (85 % de la production mondiale).

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



- Après traitement de 12 à 48 h, la solution contient quelques g d'or par m³. 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 H₂SO₄ 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 dure de quelques semaines à plusieurs mois pour des rendements de 40 à 85 %, par exemple à Rouez, en France. En 1988, 36 % de la production des États-Unis.
- 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 Cl₂ 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 une solution d'acide aurichlorhydrique (HAuCl₄), les cellules sont en céramique.

Depuis la préhistoire, la production mondiale totale d'or serait de l'ordre de 127 000 t, dont :

avant la fin de l'empire romain	10 000 t	au XIX ^{ème} siècle	12 000 t
au moyen âge	2 500 t	de 1900 à 1991	98 500 t
au XVII - XVIII ^{ème}	4 000 t		

siècle

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

Recyclage : estimé à 300-400 t/an dans le monde occidental. En France, les principales sociétés de ce secteur sont Engelhard et le Comptoir Lyon-Alemand-Louyot.

Par exemple, la société Valme à Falaise (14), avec 50 personnes, traite 90 % des ordinateurs français (teneur en or : 10 g/t) et a récupéré, en 1993, 850 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 (184 t en 1991) et celles des Pays de l'Est (603 t en 1991).

SITUATION FRANÇAISE : en 1992.

- Production minière : 5,2 t dont : Le Bourneix : 2 t, Rouez (1991) : 0,8 t, Guyane : 2,14 t.

- La production (78 t d'or et d'alliages) est assurée, majoritairement, à partir de déchets récupérés par le Comptoir Lyon-Alemand-Louyot et Engelhard.

- Consommation : 39,3 t.

- Comptoir Lyon-Alemand-Louyot (chiffre d'affaire 1992 : 2,4 milliards de F, 1 633 personnes dans 10 usines dont 6 en France). Affinage de métaux précieux à Noisy le Sec (93), Vienne (38), Rillieux la Pape (69), aux Pays-Bas, en Espagne.

- Engelhard : société américaine spécialisée dans les catalyseurs, pigments et métaux précieux, chiffre d'affaire de la filiale française : 3 milliards, 270 personnes (5 250 dans le monde). Usines à Courville (28) : métallurgie de Ag (500 t/an), Lapugnoy (62) affinage de produits à faible teneur (<1 %) en métaux précieux et Ivry (94) : affinage de Ag, Au et platinoïdes : 50 t d'or/an transformé 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	Rouez (72) de 1989 à 1992	2 077
Châtelet (23) de 1905 à 1955	10 973	La Fagassière (87) de 1928 à 1945	575
La Bellière (49) de 1905 à 1952	10 400	La Petite-Fage (23) de 1957 à 1962	321
Le Bourneix (87) de 1982 à 1992	9 950	Beaune (87) de 1924 à 1931	288
La Lucette (53) de 1905 à 1934	8 700	Nouzillères (87) de 1921 à 1931	135

Chéni (87) de 1921 à 1944	7 500	Champvert (87) de 1928 à 1930	75
---------------------------	-------	-------------------------------	----

UTILISATIONS :

Consommations : en 1992, en t. Monde : 2 920.

Chine	350	Inde	207
États-Unis	259	Italie	165

Propriétés : inaltérable à l'air et dans l'eau et le plus malléable et ductile de tous les métaux : 1 g peut s'étirer sur plus de 3 km ou donner une feuille de plus de 1 m².

Alliages : la teneur en or est exprimée en millièmes ou en carats : 24 carat pour l'or pur, 18 carat (75 % d'or), jusqu'au 31 décembre 1992, pour les alliages commercialisés en France. Dans les autres pays de l'Union européenne, de l'or à 14 carats (58,3 %), 9 carats (37,5 %) et même 8 carats (33,3 %) est en vente.

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

Principaux alliages pour bijouterie : en France, contiennent 75 % 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

Secteurs d'utilisation : en 1992, dans le monde occidental et (), en France.

Bijouterie	80 % (74,4 %)	Industries diverses	5 % (16,8 %)
Électronique	7 % (6,2 %)	Dentisterie	3 % (1,4 %)

Sur les 120 000 t produites dans le monde depuis la préhistoire, environ 100 000 t subsistent, détenues à 33 % par les banques centrales et institutions financières (à la fin 1990 : États-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 1992, en tonnes. Monde : 2 010.

Italie	461	Taiïwan	160	Turquie	116
Inde	294	Arabie Saoudite	151	Japon	104
Chine	171	États-Unis	132	Malaisie	99

- La production française est de 32 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 : dôme de l'hôtel des Invalides à Paris : utilisation de 550 000 feuilles d'or à 23,5 carats (98 % Au, 1 % Ag, 1 % Cu) de 0,2 µm d'épaisseur et de 60 cm², 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.
- Électronique : dans cette industrie, l'or est principalement déposé par électrolyse. Dans le monde consommation, par cette technique, d'environ 110 t d'or pour un total consommé dans cette branche industrielle de 143 t.
- Dentisterie : l'or est employé pour son excellente résistance à la corrosion et sa biocompatibilité. Dans le monde, en 1991, utilisation de 60 t d'or dont : Allemagne : 15,5 t, Japon : 15 t, États-Unis : 10 t, Italie : 7,6 t.