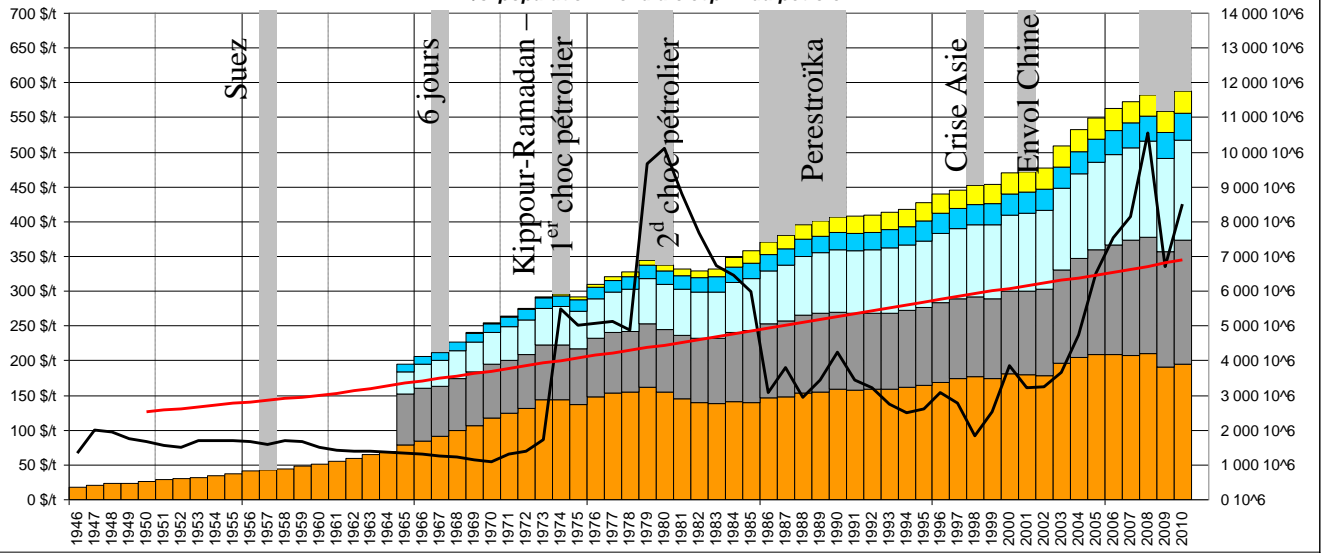


Evolution des productions et des prix de l'industrie minérale

par Rémy Bouteloup
Ingénieur ECP
Ingénieur géologue de l'Ecole des Mines de Paris

Janvier 2012

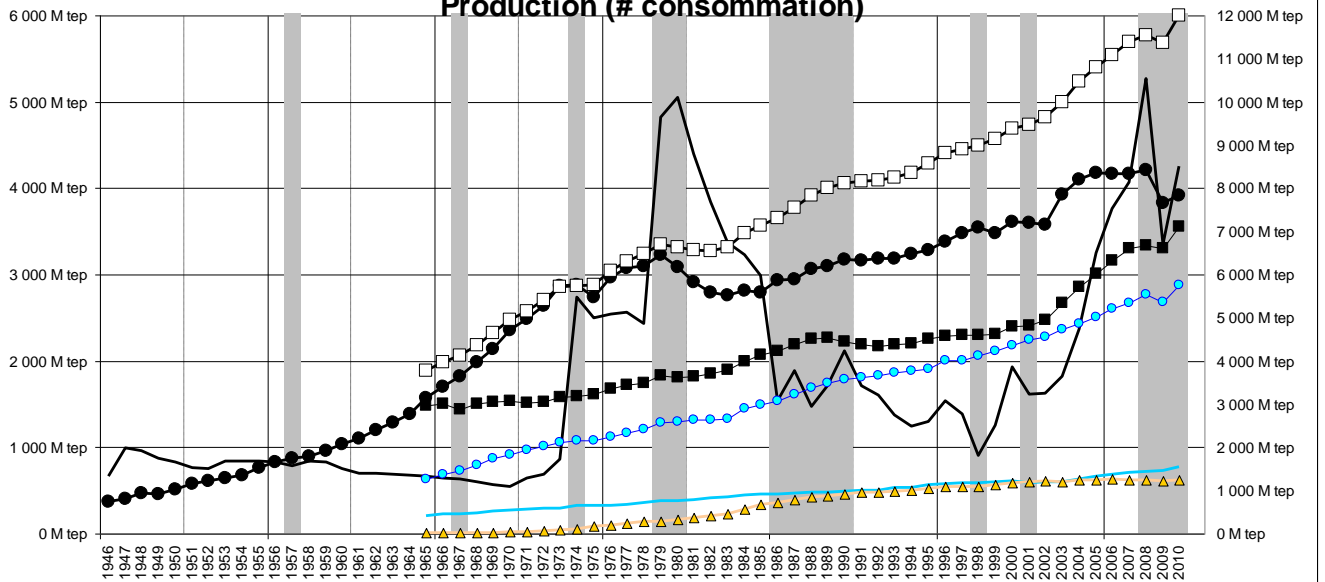
Production d'énergie (toutes origines hors 10% de renouvelables) v/s population mondiale et prix du pétrole



Echelle de droite Pétrole M t Charbon produit Mtep Gaz produit M tep Hydro électricité Mtep Electricité nucléaire M tep **Echelle gauche** Oil \$2010 par t **Echelle de droite** World population

R. Bouteloup - Sources : US Census Bureau, USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, BP, divers

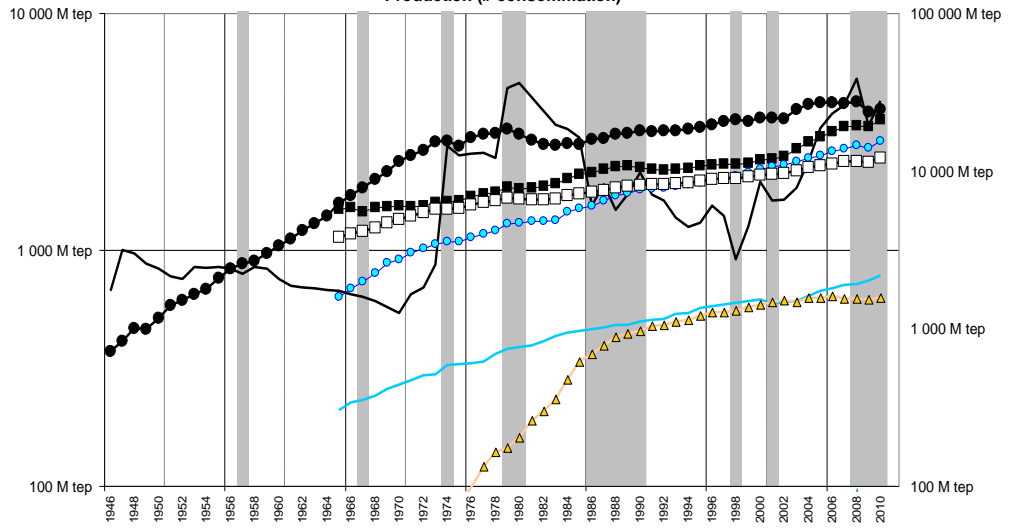
Pétrole, charbon, gaz, hydraulique et nucléaire Production (# consommation)



Echelle de droite Pétrole M t Oil \$ 2010 pour 10 t Charbon consommé M tep Gaz produit M tep Hydro électricité Mtep Electricité nucléaire M tep Total énergie consommée M tep

R. Bouteloup - Source : USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, BP, divers

Pétrole, charbon, gaz, hydraulique et nucléaire Production (# consommation)



Echelle de droite Pétrole M t Oil \$ 2010 pour 10 t Charbon consommé M tep Gaz produit M tep Hydro électricité Mtep Electricité nucléaire M tep Total énergie consommée M tep

R. Bouteloup - Source : USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, BP, divers

Energie

Population mondiale : (trait rouge du 1^{er} graphique)

Elle a doublé entre 1965 et 2011, passant de 3,5 milliards à 7,0 milliards.

Le taux de croissance se réduit progressivement, passant de 1,8%/an pour la décennie 1960-1969 à 1,1%/an pour la décennie 2000-2009.

Evènements politiques majeurs sur le plan économique (fond gris des graphiques)

- 1957 : Blocage du canal de Suez et guerre consécutive : sans conséquence !
- 1967 : Guerre israëlo-arabe de 6 jours : sans conséquence !
- 1970 : Rapport du Club de Rome : seuls les pétroliers l'ont lu ! Début de hausse du prix.
- 1971 : Abandon des accords de Brettons Woods → dévaluation du \$ → baisse des recettes pétrolières.
- 1973 : Guerre israëlo-arabe du Kippour ou du Ramadan – L'OPEP contingente le pétrole et double le prix → affolement → les prix passent de 3,3 à 12,6 \$/bbl : **1^{er} choc pétrolier**.
Baisse de production mais retour au niveau antérieur dès la 3^{ème} année.
- 1979-80 : Intervention soviétique en Afghanistan et guerre Iran-Irak -L'OPEP triple ses prix : **2^d choc pétrolier**. Baisse de production pendant 4 ans et retour au niveau antérieur la 5^{ème} année.
- 1985-90 : **Perestroïka** et chute du soviétisme : désorganisation de l'URSS et attentisme.
Fléchissement de la production de l'ex-URSS ; reprise de croissance la 4^{ème} année.
- 1998 : crise financière asiatique : vite effacée.
- 2000 : **décollage de la Chine** !! Vigoureuse croissance du charbon.
- 2001 : Attentat à New-York ; sans conséquence économique directe.
- 2008 : crise financière USA puis Europe : reprise dès 2010 ... grâce aux BRIC¹.

Consommations

Toutes énergies : 1965=1,1 tep par habitant → 2010=1,7 .

Pétrole :

- C'est la variable d'ajustement de l'énergie, il a dépassé toutes les autres sources d'énergie depuis 1965, mais il se fait rattraper par le charbon et par le gaz.
- 1945-1974 (« Trente Glorieuses ») : Croissance régulière de 7,8 %/an ;
- Depuis 1980 : 0,8 %/an seulement, avec plafonnement depuis les années 2000 : peak oil ?

Gaz :

- 1965-74 : Croissance régulière de 6,7 %/an ; depuis 1980 : 2,7 %/an. Avenir du gaz de schistes ?
- Lourdeur des investissements (gazoducs plus chers que les oléoducs, liquéfaction, méthaniers ...) → stabilité production et prix.

Charbon :

- 1965-88 : croissance régulière de 2.3%/an, puis stabilité due à la désorganisation de l'ex-URSS.
- Depuis 2000 : Reprise vigoureuse due à la Chine : rattrape le pétrole : CO2/kWh augmentera !

Hydroélectricité : Croissance imperturbable de 2 à 3 %/an.

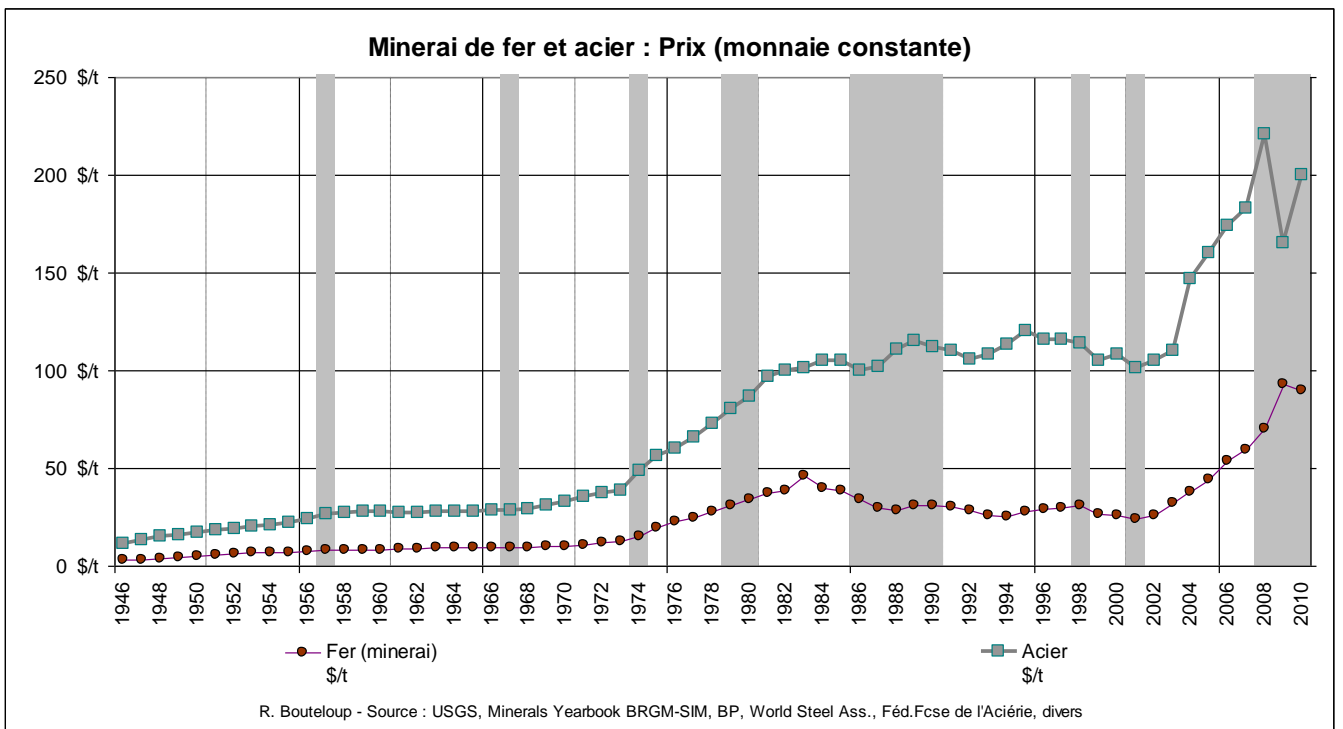
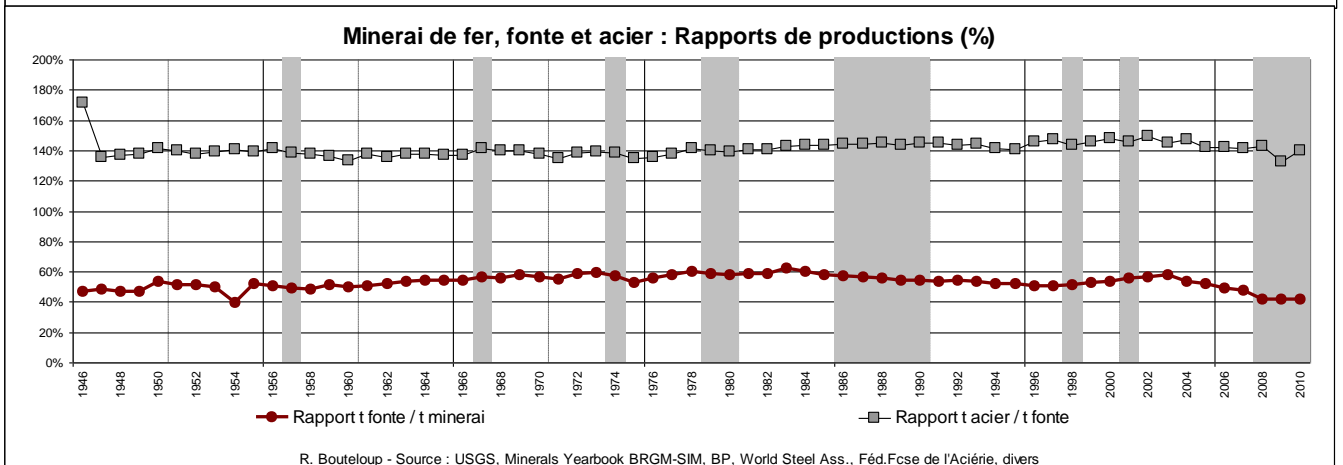
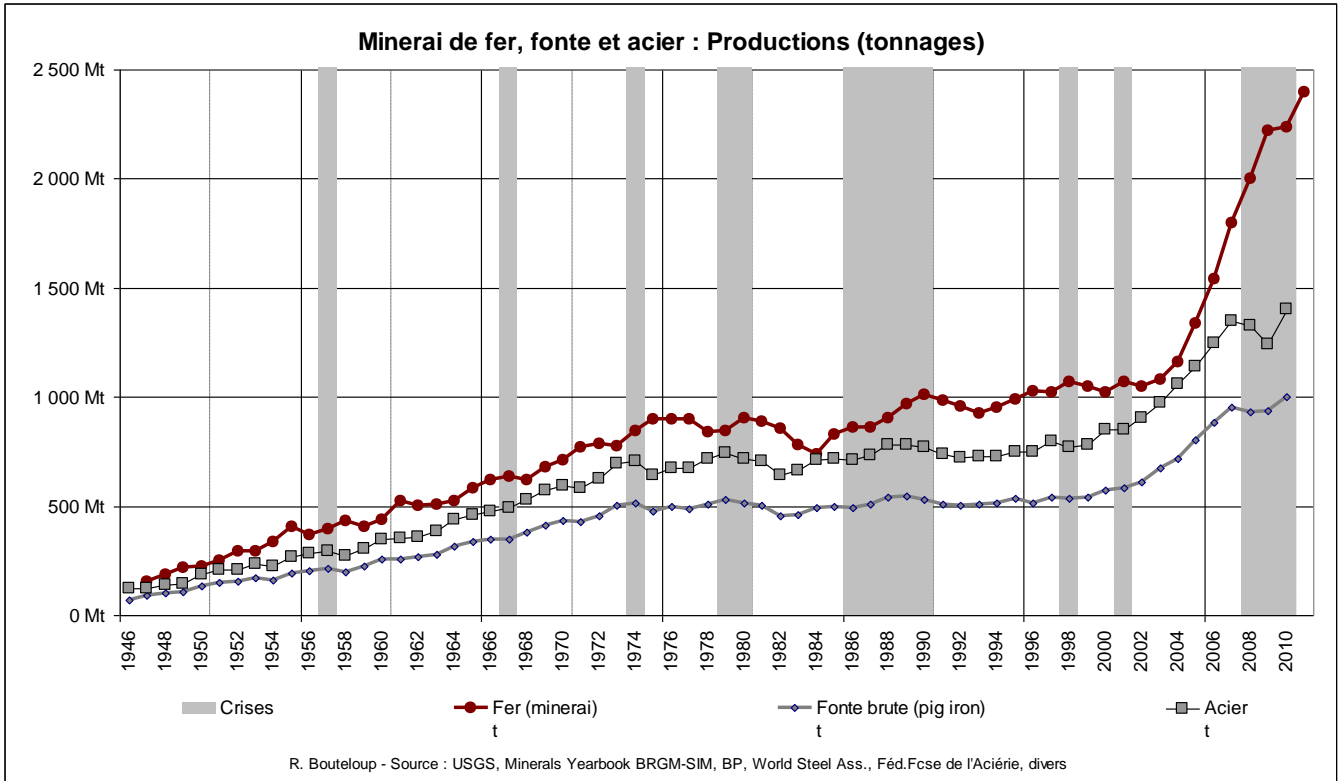
Electricité nucléaire : Croissance vigoureuse jusqu'à Tchernobyl (1986). Plafonne depuis.

Prix

Gaz et charbon : dans les années 80 et 90, ils ont été pratiquement indexés sur le pétrole ; depuis 1998, ils ont décroché, restant à des niveaux plus raisonnables que le pétrole, de par une plus grande proportion de contrats à long terme.

Uranium : L'essentiel est vendu sur contrats à long terme ; le prix spot a pâti du désintérêt du nucléaire depuis Tchernobyl, puis les spéculateurs ont pris peur devant l'envolée de l'énergie, feu de paille qui semble s'être éteint.

¹ Acronyme regroupe,t les principaux grands pays émergents : Brésil, Russie, Inde, Chine
R. Bouteloup – Janvier 2012



Fer : Minerai, fonte et acier

Productions

Minerais :

- Croissance par nouveaux grands gisements, essentiellement des itabirites à teneur > 50 % Fe (les minerais lorrains oolithiques à moins de 40% sont abandonnés).
- Investissements sont gigantesques pour création des infrastructures ferroviaires et portuaires.

Fonte :

- Consommation de charbon peu compressible : 0,5 à 0,7 t de charbon / t fonte.
- Baisse récente de la production de fonte par tonne minerai de 60% à 50%.

Acier

- Trente Glorieuses : croissance de 200 à 500 Mt/an au prix d'investissements gigantesques.
- 1988-2000 : stabilité (investissements portant alors essentiellement sur l'amélioration de la qualité)
- Depuis 2000 : envol pour les infrastructure et la construction dans les BRIC → 1 000 Mt en 2010 !
- La production d'acier est assurée pour 1/3 par le recyclage des ferrailles et 2/3 par la fonte des minerais.

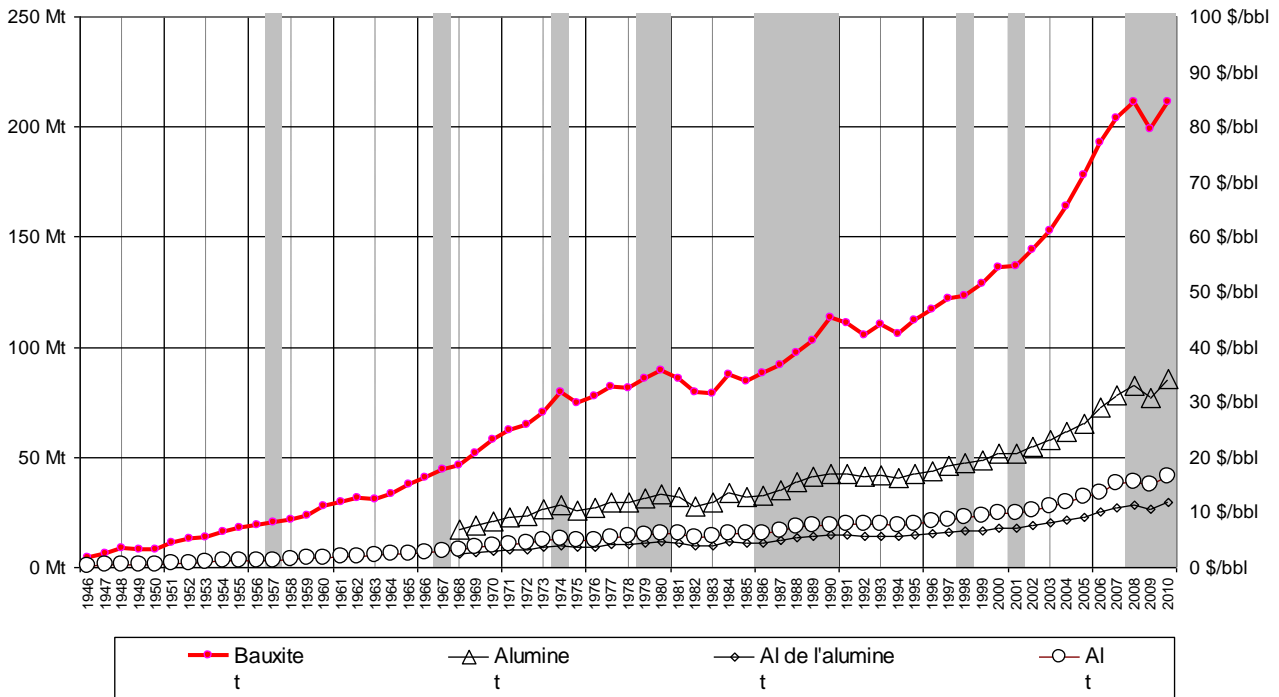
Commercialisation

- **Minerais** : négociation directe entre groupes de sidérurgistes et mineurs à périodicité annuelle (trimestrielle depuis 2010 pour contrer les spéculateurs).
- **Aciers** : négociations directes entre sidérurgistes et utilisateurs ; mais création récente d'une bourse pour certaines qualités d'acier à Londres pour alimenter les spéculateurs.

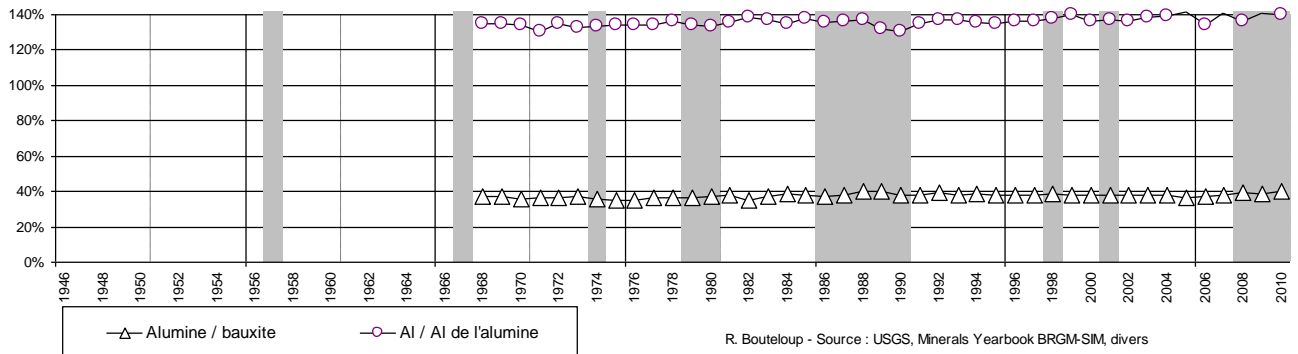
Prix (Fob)

- Fort parallélisme entre les prix des minerais et ceux de l'acier.
- Montée dans l'immédiat après-guerre, puis baisse sensible (à monnaie constante) par effet d'échelle, progrès techniques et de productivité.
- Augmentation de 50% au 1er choc pétrolier (influence du coût de l'énergie, charbon surtout), puis baisse régulière par effet d'échelle, progrès techniques (maîtrise de l'énergie) et de productivité.
- Depuis 2000, affolement des marchés devant la boulimie chinoise : prix déraisonnables mais qui permettent le renouvellement des investissements.

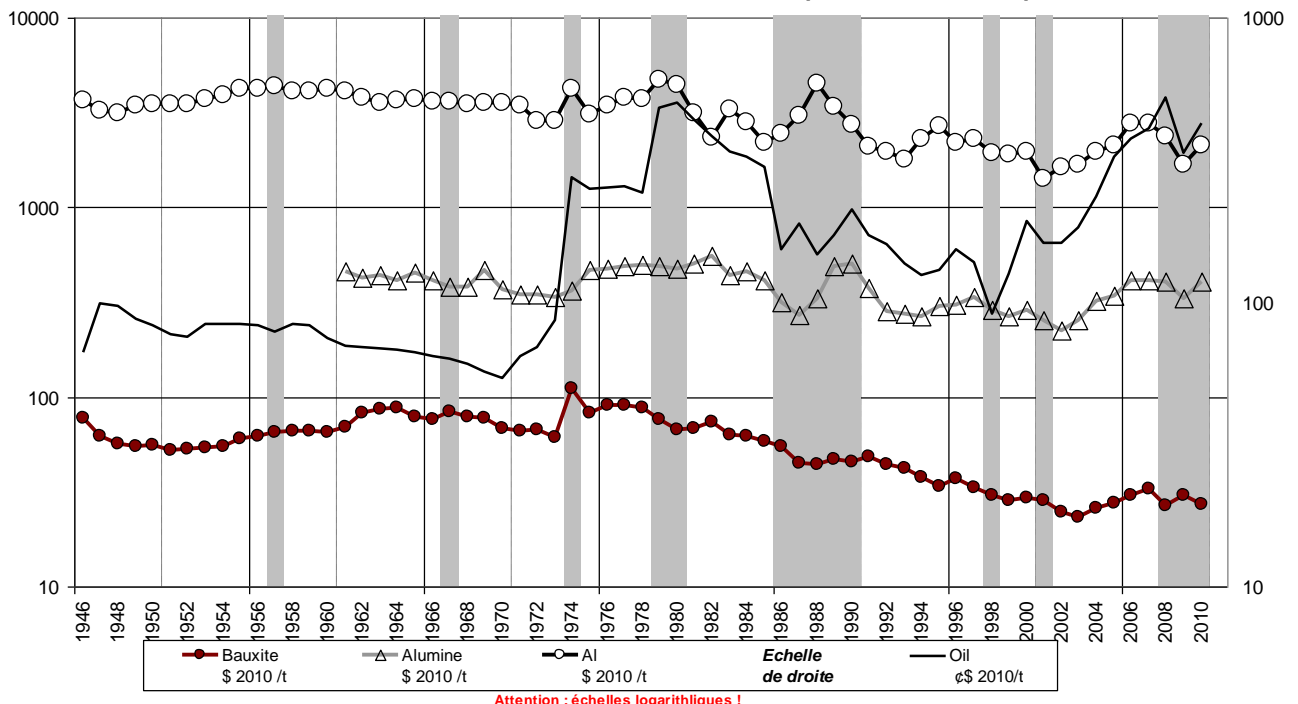
Bauxite, alumine, aluminium - Productions (tonnages)



Bauxite, alumine, aluminium - Rapports de production



Bauxite, alumine, aluminium - Cours (US\$ constants)



ALUMINIUM : BAUXITE, ALUMINE, METAL

Productions

Minerai (Bauxite)

- Abandon progressif des gisements Crétacés ou Tertiaires tectonisés difficiles (France, Grèce, Iran etc.)
- Nouveaux grands gisements sur la ceinture équatoriale (Australie, Chine, Brésil, Inde, Guinée), gisements quaternaires non tectonisés, d'exploitation facile, à 40 ou 50% Al₂O₃.
- Exception : exploitation de néphéline en Russie

Métal

- « Métal neuf », découvert en 1827.
- 1886-87 : découverte des procédés Bayer (attaque de la bauxite par NaOH) puis Héroult (électrolyse de Al₂O₃ – 13 à 17 MWh/t).
- Trente Glorieuses ; croissance de 1 à 14 Mt/an, > à celle de l'énergie mondiale.
- 1980-2000 : Energivore, elle a été très affectée par les 2 chocs pétroliers mais a rejoint le rythme de l'énergie.
- 2000-2010 : Envol à 40 Mt pour besoins des BRIC (Brésil, Russie, Inde et Chine) mais surtout de la Chine.
- Recyclage important (Al fond à 660° seulement) : production métal = 1,4 x Al de l'alumine produite.

Commercialisation

- Minerais et alumine : négociation directe entre producteurs peu nombreux, et utilisateurs, peu nombreux.
- Métal : utilisateurs très nombreux ; contrats essentiellement sur la base du LME ².

Prix

Bauxite

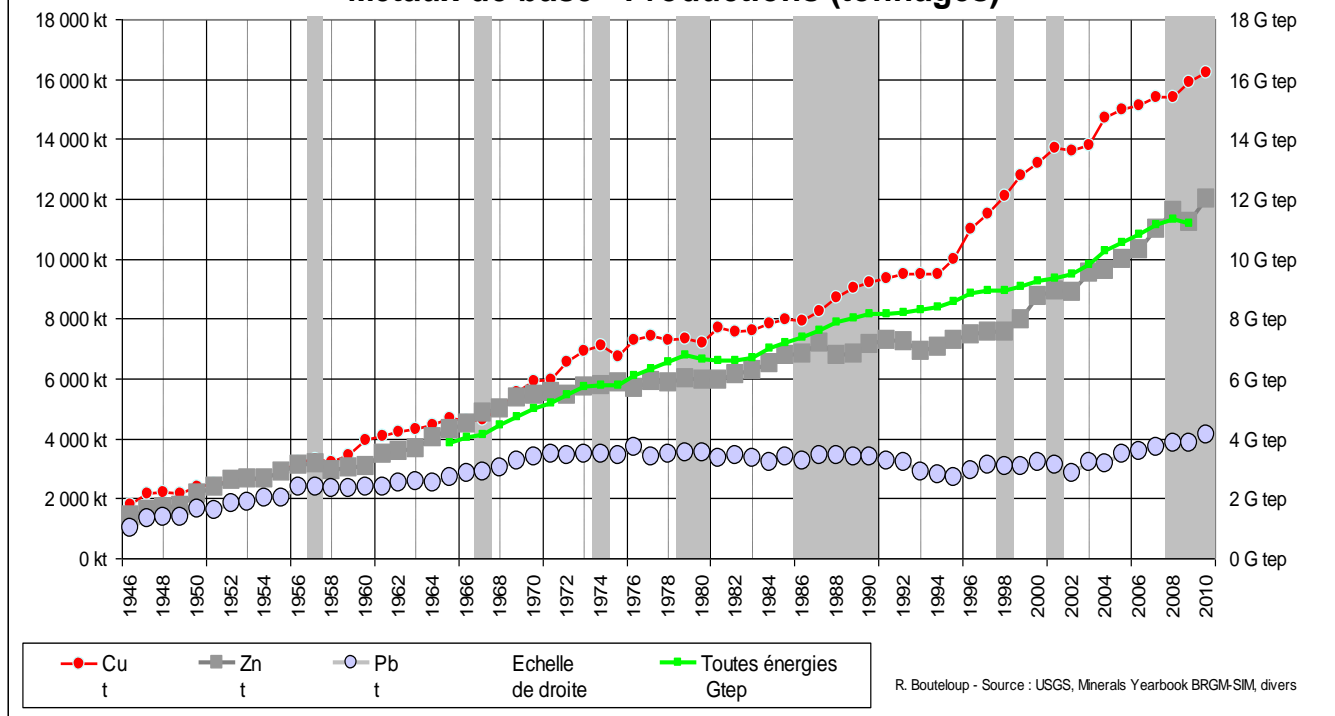
- Bauxite : Montée dans les années 50, puis baisse continue depuis le démarrage des mines « faciles » d'Australie, Jamaïque, Guinée.
- Lors du choc pétrolier se crée l'Association Internationale de la Bauxite, réunissant les principaux producteurs, qui relève les prix de 50%, mais ils baissent régulièrement depuis, essentiellement par effet d'échelle grâce à la mise en production des très grands gisements faciles. L'association se dissout en 1994.

Alumine et aluminium

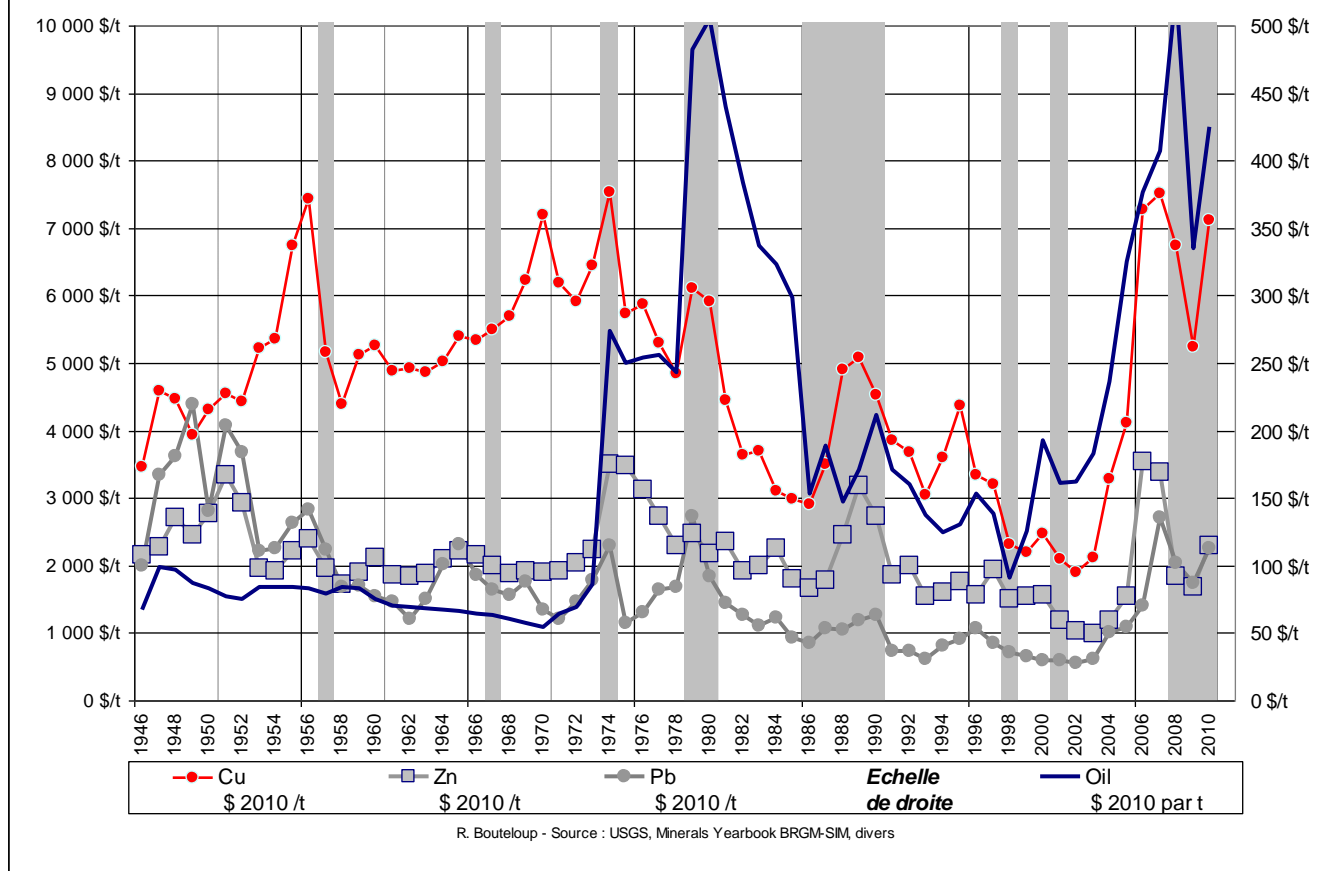
- Tendance à la baisse par effet d'échelle, progrès techniques et de productivité.
- Production très énergivore → Remontée aux chocs pétroliers mais modérée (l'énergie électrique utilisée est majoritairement hydraulique).
- Episode haussier 1986-89 suivi d'une baisse 1990-94, liés à la désorganisation de l'industrie de l'URSS (perestroïka) puis à une surproduction.

² London Metal Exchange
R. Bouteloup – Janvier 2012

Métaux de base - Productions (tonnages)



Métaux de base - Cours (US\$ constants)



METAUX DE BASE PRINCIPAUX : CUIVRE, PLOMB, ZINC

On appelle « métaux de base » : Cu, Pb, Zn, Sn, Sb ; nous retenons ici les trois majeurs : Cu, Zn, Pb.

Productions

Cuivre :

- Minerais sulfurés = 80% (stratiformes, porphyres cuprifères, volcano-sédimentaires) : → exploitations gigantesques. Procédés énergivores : broyage fin, flottation, grillage des concentrés, réduction, affinage (électrolyse).
- Minerais oxydés : procédés moins énergivores : lixiviation par H₂SO₄ (ou biolixiviation) puis électrolyse.
- Production : elle suit la consommation énergétique mondiale jusqu'en 1994 (5,1% puis 2,3%); depuis, elle monte plus vite que celle-ci, à 3,4%/an : appétits chinois (électrification et bâtiment).
- Recyclage : environ 40% des besoins.

Zinc :

- Minerais sulfurés = 90% (stratiformes, filoniens, volcano-sédimentaires) : → grandes exploitations. Procédés énergivores : broyage fin, flottation, grillage des concentrés.
- Même évolution, mêmes rythmes pour satisfaire les besoins du bâtiment et de l'automobile.
- Recyclage : environ 30% des besoins.

Plomb

- Minerais sulfurés = 90% (stratiformes, filoniens, volcano-sédimentaires) : → grandes exploitations. Procédés énergivores : broyage fin, flottation, grillage des concentrés.
- Baisse régulière de 1974 à 1996 : restriction des usages à risque de saturnisme (peinture, sanitaire, additif essence). Stagnation de production après la Perestroïka (désorganisation de l'ex-URSS) et progrès du recyclage des batteries automobiles.
- Reprise de la croissance depuis 2000 : développement de l'automobile en pays émergents.
- Recyclage : remarquable croissance du recyclage (batteries automobiles): plus de 50%.

Commercialisation

Métal : Utilisateurs innombrables. Producteurs primaires (fonderies et quelques très grandes mines intégrées) peu nombreux (quelques unités par pays) mais s'y ajoutent les producteurs secondaires. Contrats basés sur les cours du LME.

Concentrés :

- Producteurs (mineurs), nombreux, fondeurs, peu nombreux. Négociation directe ou par agents commerciaux (traders) .
- Formule de vente du type : Valeur du concentré = (Teneur – Déduction) x (Prix_{LME} - Affinage) – Fusion à escalator – Transport, avec bonifications pour métaux associés : (Teneur – Déduction) x (Prix_{LME} - Affinage), mais avec des pénalités : (Teneur – limite admise) x Frais d'élimination
- Ordre de grandeur de la « rente du mineur » 65 à 70% pour Cu, 50 à 55% pour Zn, 60 à 70% pour Pb

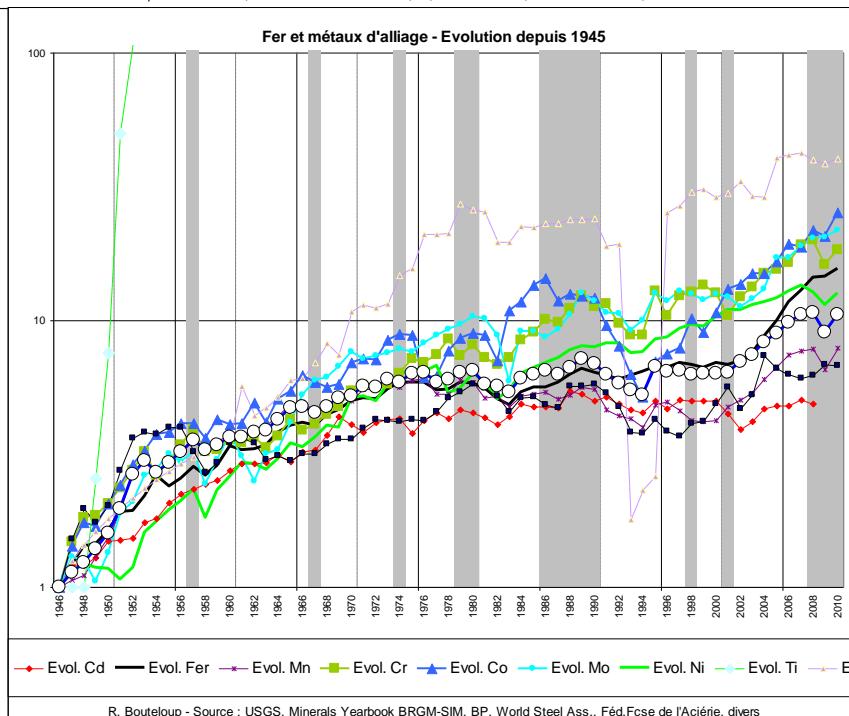
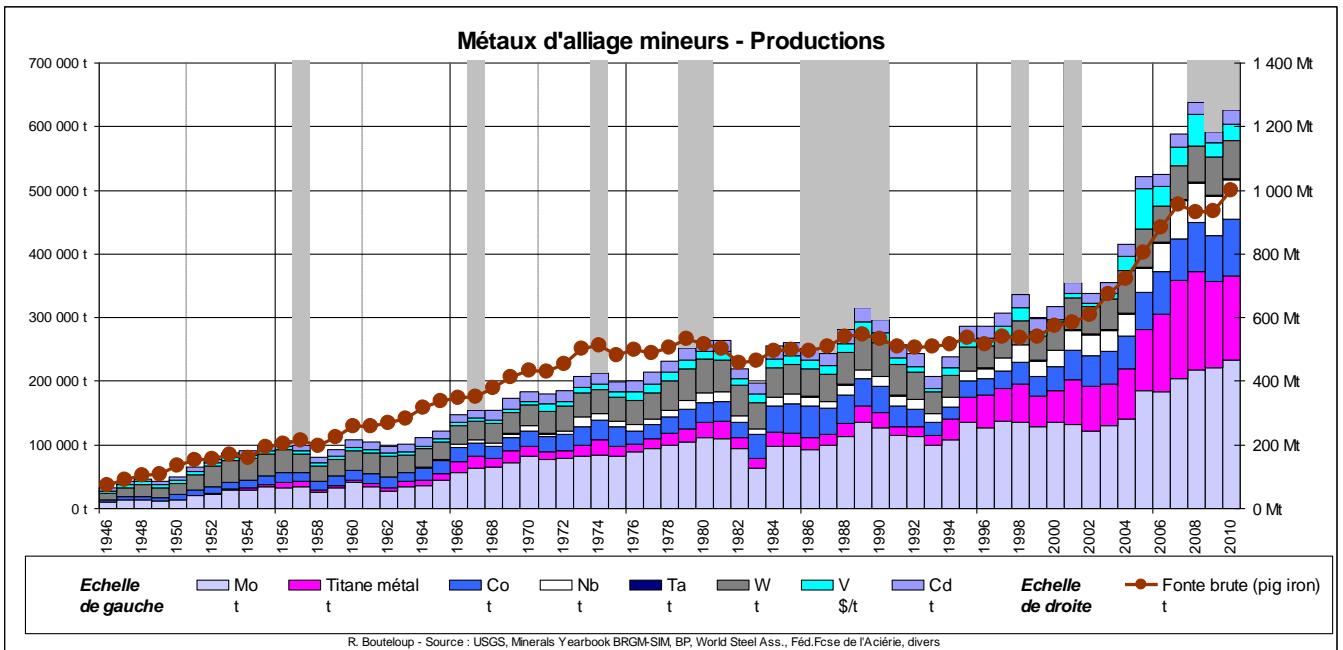
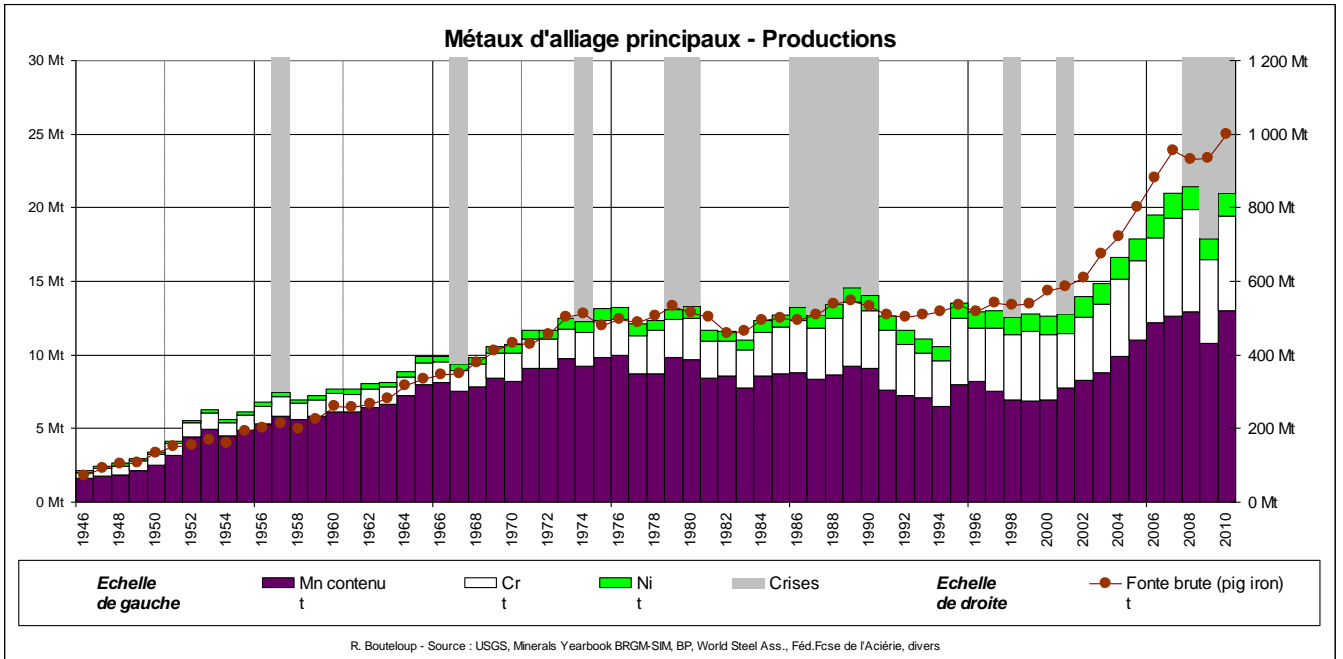
Prix

Cuivre : fluctuations de ± 10 % sur une tendance haussière de 10%/an pendant les 30 Glorieuses, mais avec exaspération en 1954-57, 1968-70 (troubles au Zaïre) et 1970-74 (expropriation des mines au Chili). Tendance baissière depuis jusqu'en 2000, avec inquiétude en 1988-91 (Perestroïka) puis 1994-96 (Zaïre) ensuite hausse panique depuis pour satisfaire la Chine.

Zinc : fluctuations de ± 10 % sur une tendance générale à la baisse grâce aux progrès du recyclage et à la mise en production de nouveaux grands gisements, mais avec les mêmes sursauts d'inquiétude que pour le cuivre (sauf en 1968-70, le Zaïre n'en étant pas un producteur majeur).

Plomb : fluctuations de ± 20 % sur une tendance générale à la baisse plus nette que pour Zn, grâce à la limitation des usages et aux progrès supérieurs du recyclage, mais avec les mêmes sursauts d'inquiétude que pour le zinc.

Pour les trois : fluctuations de ± 10 à 20% sur une tendance générale à la baisse (sauf Cu pendant les 30 Glorieuses) grâce à l'effet d'échelle en mine (mise en production de nouveaux grands gisements) et en fonderie, grâce aux progrès techniques en fonderies, grâce aux progrès du recyclage. Mais avec: panique des traders et des financiers à chaque choc pétrolier, à l'implosion de l'URSS, à la révolution économique chinoise.



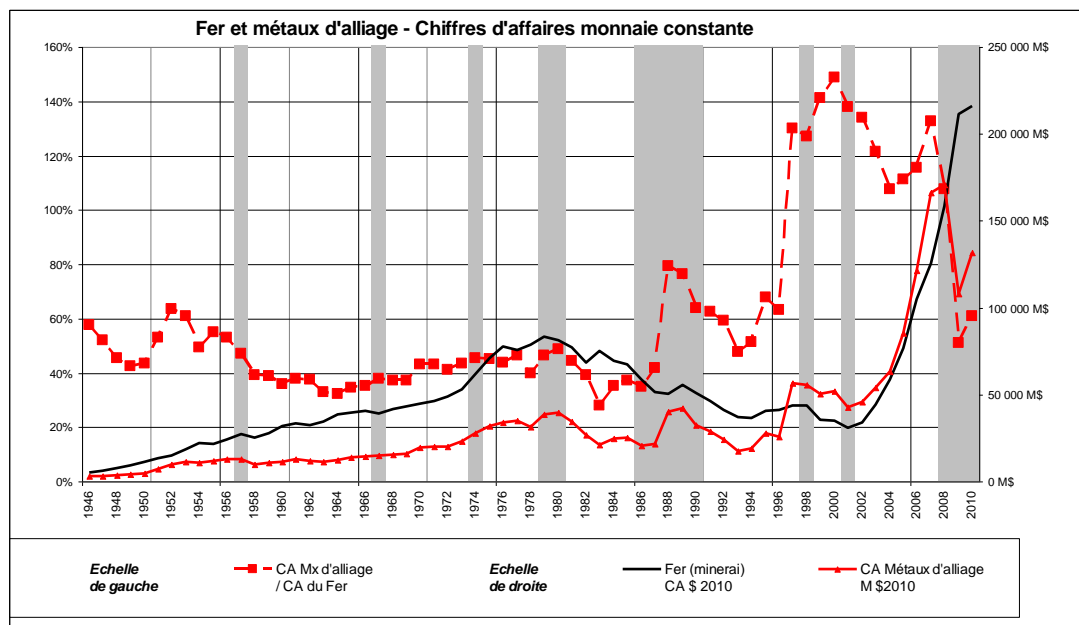
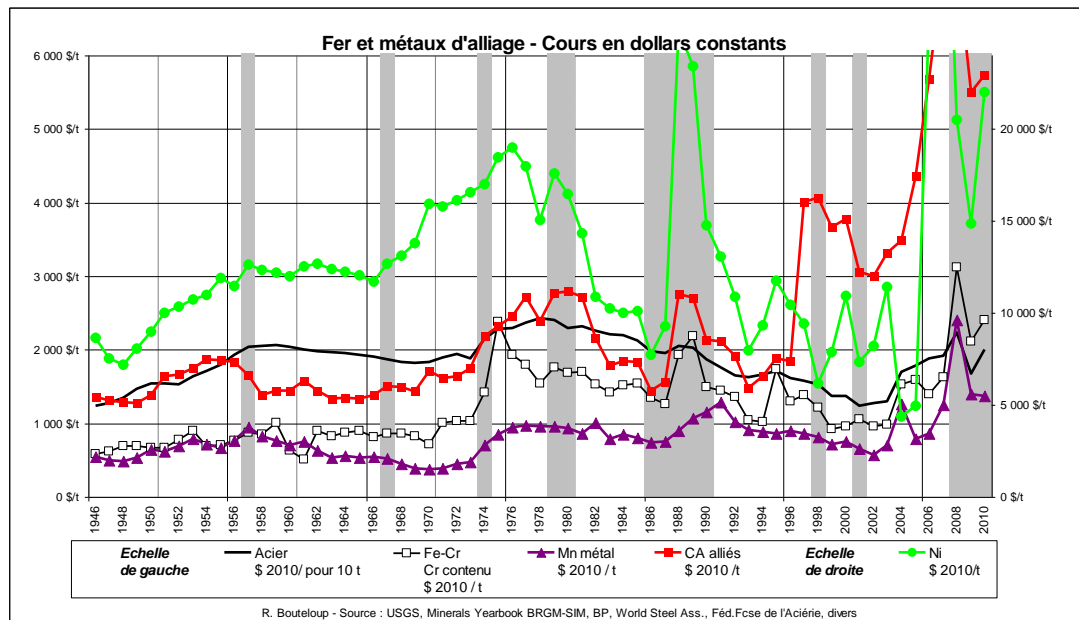
METAUX D'ALLIAGE

Productions

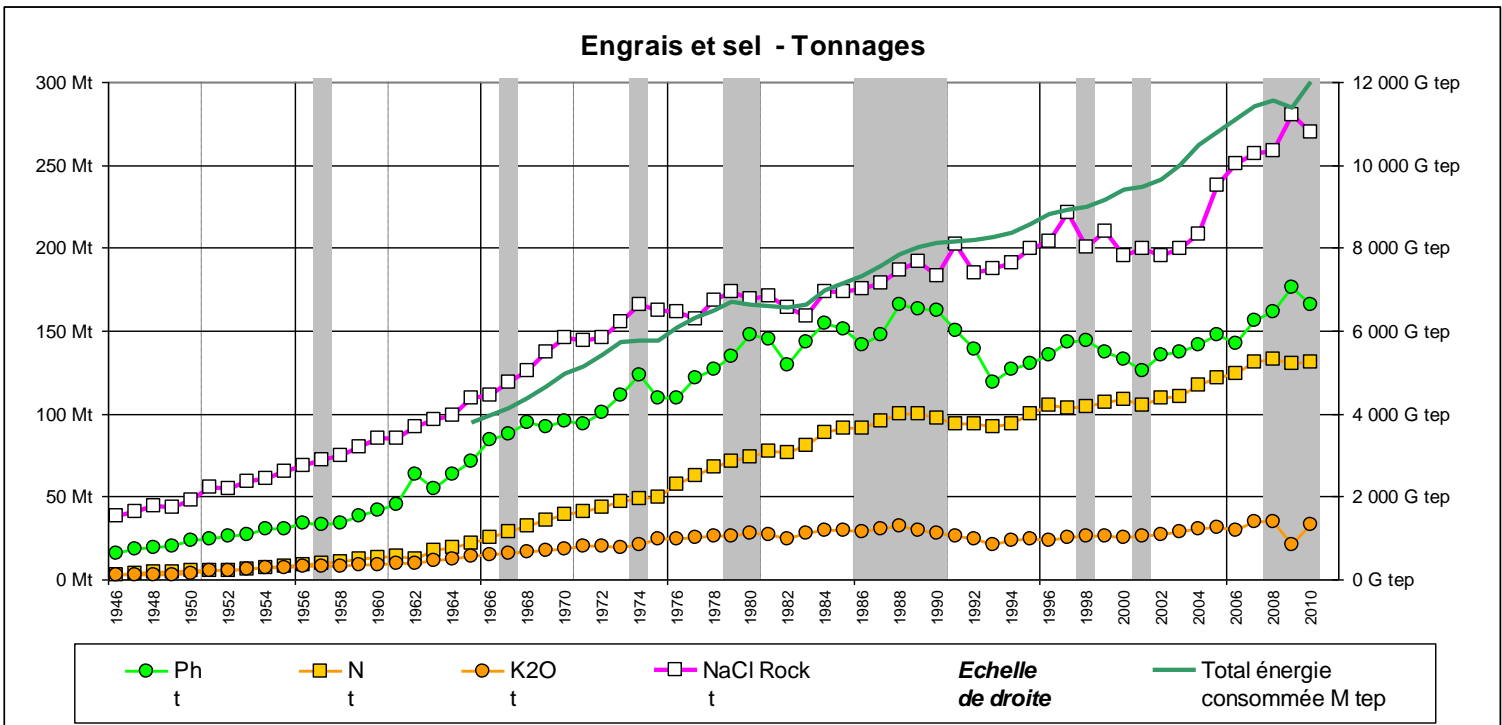
- Parallélisme à la production de fonte des productions des trois principaux métaux d'alliage (Mn, Cr, Ni) comme des métaux mineurs.
- Les trois métaux majeurs se développent moins vite que la fonte. Les métaux d'alliage mineurs se développent plus vite.
- 1990-94 : Plusieurs métaux affectés par la désorganisation de l'ex-URSS (Cr, Mn, Mo).
- Fort développement de Nb, V et surtout Ti .
- Tentatives de développement de nouvelles technologies (pression acid leaching en Australie et ailleurs, procédé innovant Inco en Nouvelle Calédonie).

Prix

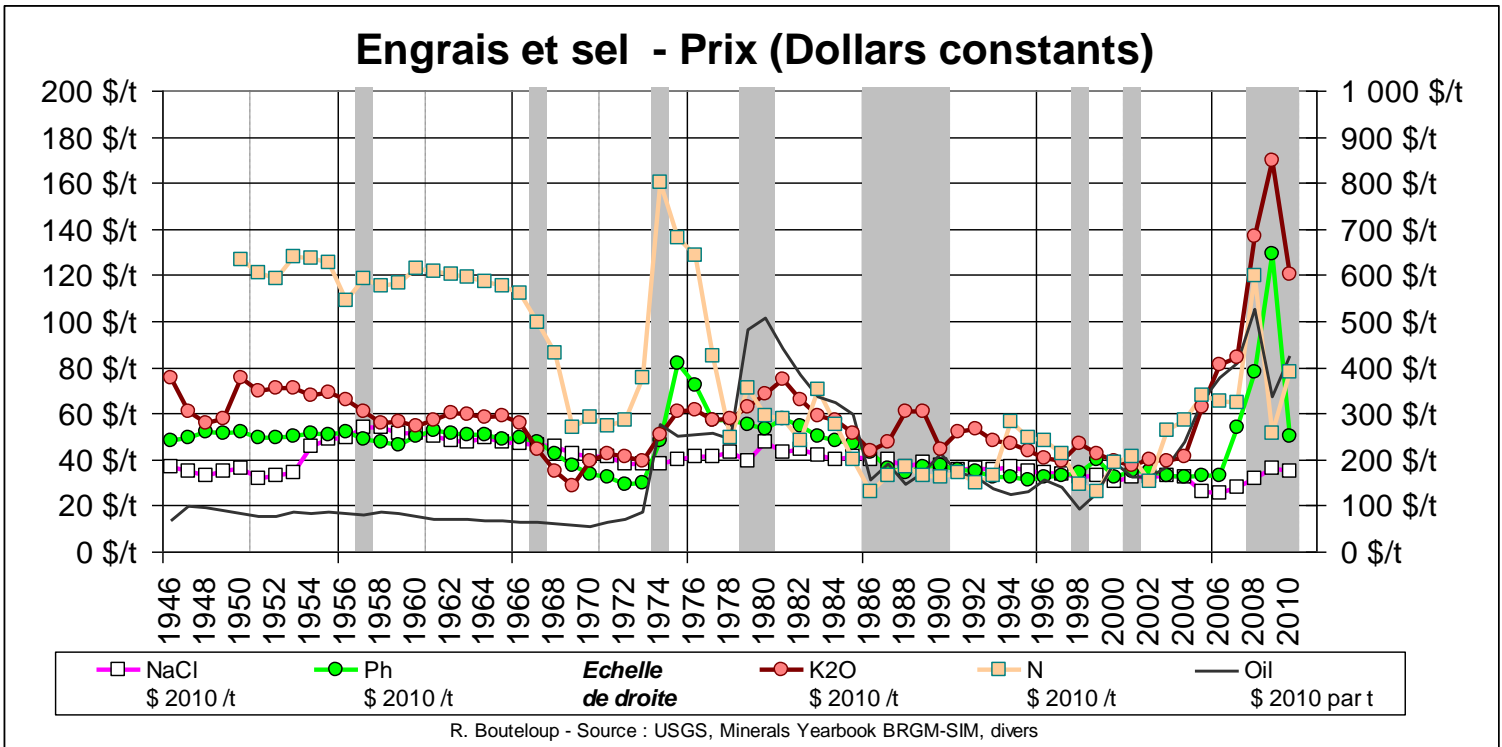
- Trente Glorieuses et jusqu'à la Perestroïka : parallélisme approximatif des prix des métaux d'alliage avec ceux de l'acier, avec une plus grande volatilité : le CA des métaux de base = $\pm 40\%$ de celui du fer.
- Perestroïka : forte inquiétude, l'URSS état un important producteur (Mn, Cr etc.) ; nouvelle inquiétude lors de la crise asiatique. le CA des métaux de base atteint 150% de celui du fer !
- Panique caricaturale devant les appétits chinois.
- Volatilité du nickel exacerbée par les restructurations du capital des producteurs canadiens (Inco et Falconbridge), les aléas politiques en Nouvelle Calédonie, et les aléas technologiques.



Engrais et sel - Tonnages



Engrais et sel - Prix (Dollars constants)



R. Bouteloup - Source : USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, divers

ENGRAIS ET SEL

Productions

Engrais

- Progression parallèle à celle de l'énergie jusqu'à la Perestroïka
- Depuis : stabilité : baisse de la demande pour raisons écologiques ?
- 1992-1994 : chute pour désorganisation de l'ex-URS ou manque de données ?

Sel en roche (à l'exclusion du sel de mer et des saumures)

- Il est rajouté ici par commodité pour une question d'échelle ; c'est en fait un minéral de la chimie industrielle en général .
- Il suit la progression de l'économie mondiale

Commercialisation

Extraction et utilisation sont fréquemment intégrés dans un même groupe d'industriels de la chimie.
Sinon, négociations entre les producteurs (mineurs) et les utilisateurs (chimistes).

Prix

Sel : stabilité.

Phosphates :

- 30 Glorieuses : baisse régulière sous la pression concurrentielle.
- 1er choc pétrolier : revalorisation imposée par le Maroc en parallèle à la remontée du pétrole par l'OPAEP, puis reprise de la baisse, permise par les effets d'échelle.
- Affolement des commerciaux financiers depuis 2006.

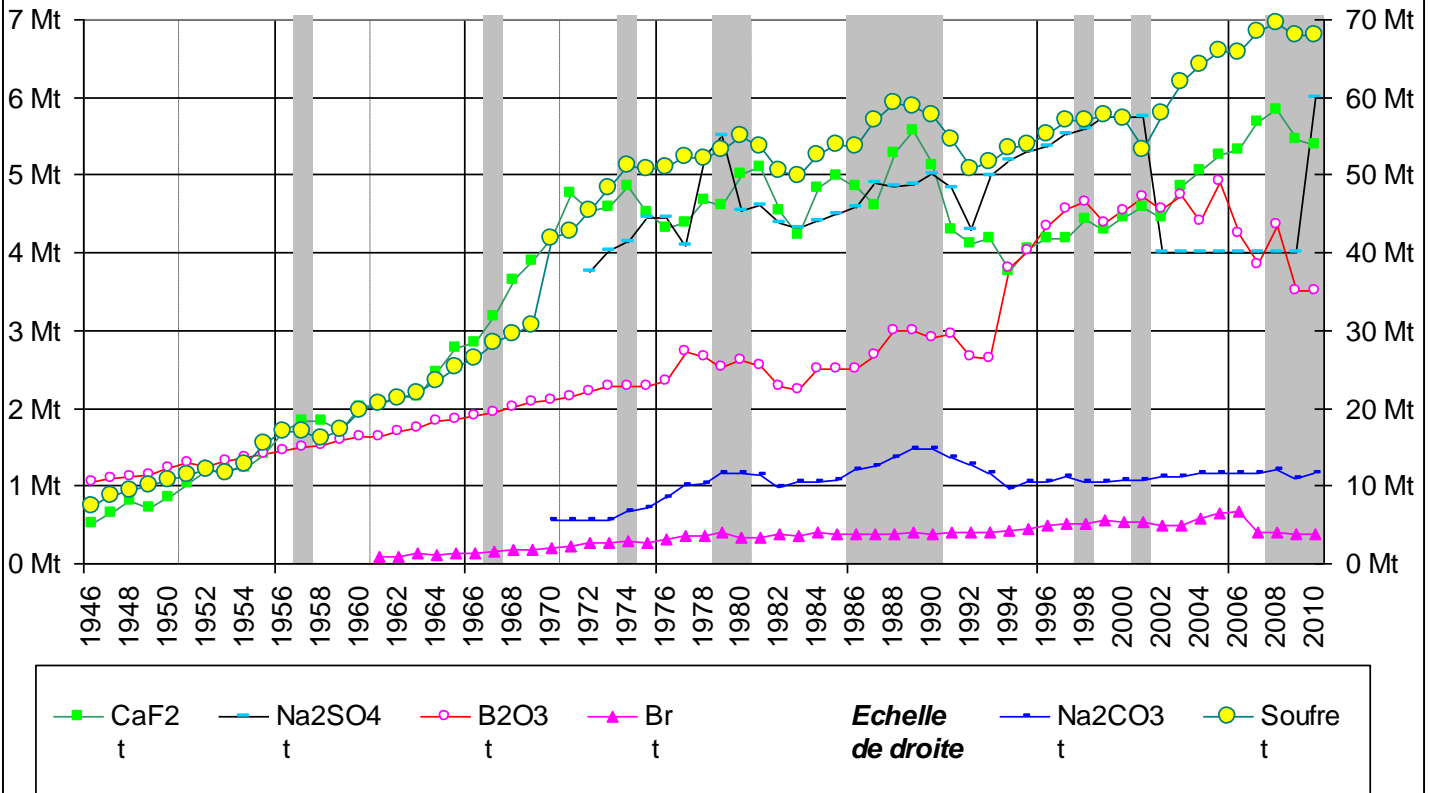
Potasse

- Tendance générale à la baisse, mais sensibilité aux sursauts du prix du pétrole. Affolement depuis 2004.
- 30 Glorieuses : baisse régulière sous la pression concurrentielle.
- Deux chocs pétroliers : revalorisation, puis reprise de la baisse, permise par les effets d'échelle.
- Affolement des commerciaux financiers depuis 2006.

Azote

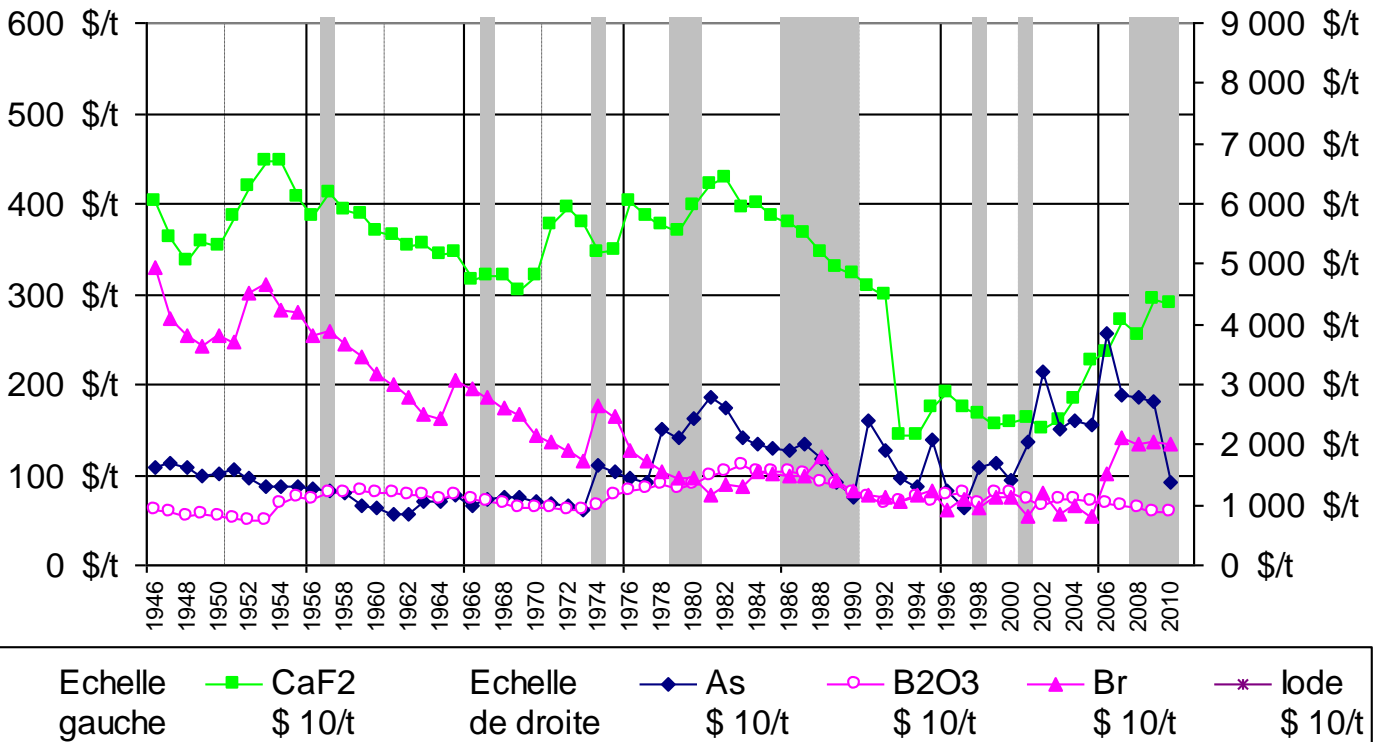
- Caricature des prix de la potasse !.

Matières premières minérales de la chimie - Tonnages



R. Bouteloup - Source : USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, divers

Matières premières minérales de la chimie - Prix (Dollars constants)



R. Bouteloup - Source : USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, divers

MATIERES PREMIERES MINERALES DE LA CHIMIE

Productions

Fortes augmentations pendant les 30 Glorieuses, beaucoup plus faibles ensuite jusqu'en 1994, ensuite reprise de la croissance, enfin, impact de la crise financière.

Fluorine

- Production chaotique du fait des réductions de consommation pour l'électrolyse de l'alumine.
- 1985 : Protocole de Montréal pour la protection de la couche d'ozone → réduction de production des chlorofluorocarbones (gaz réfrigérants responsables d'attaques de la couche d'ozone par les ions chlore).
- Reprise à partir de 1994 avec les besoins de l'aluminium.

Soufre : l'essentiel provient de la désulfuration des hydrocarbures.

Arsenic : Tonnage insignifiant (55 000 t), non représentable sur le graphique.

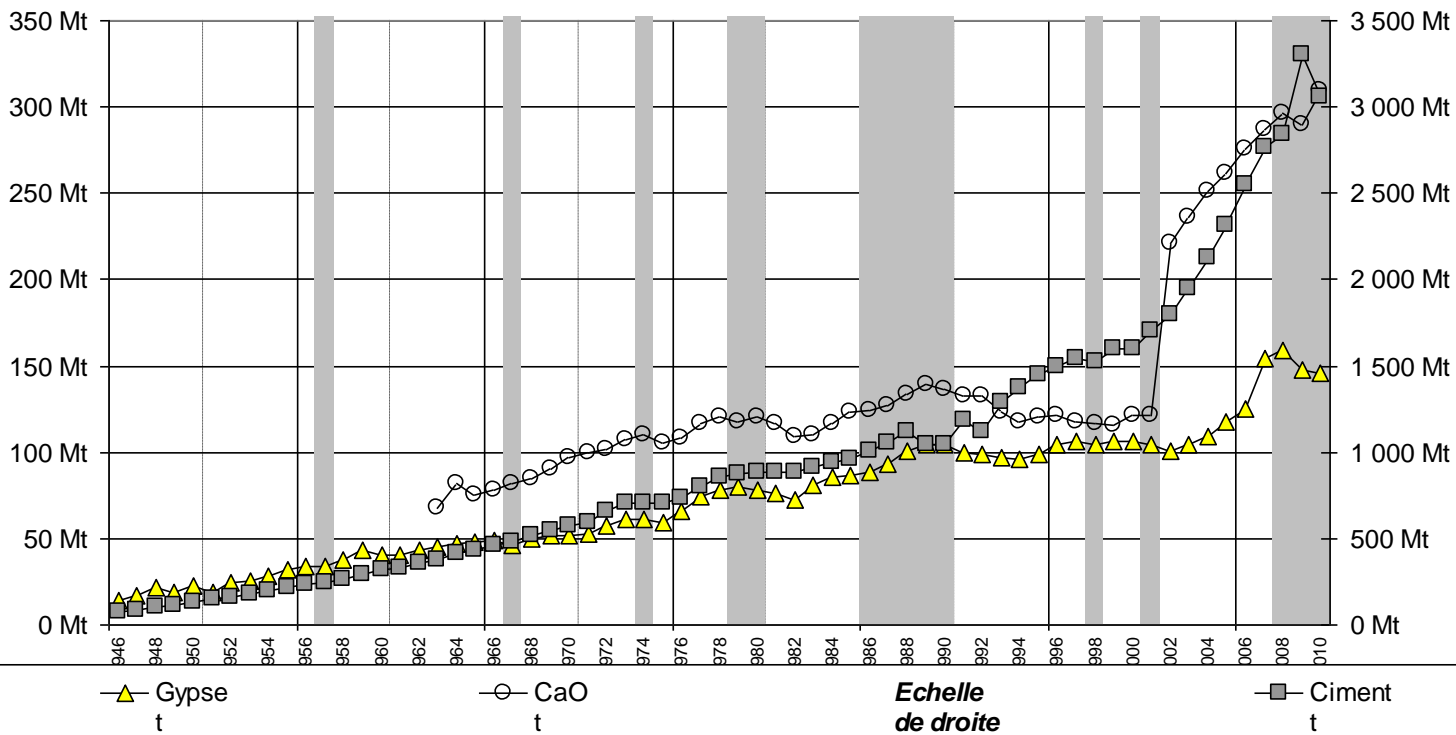
Commercialisation

- Extraction et utilisation sont fréquemment intégrés dans un même groupe d'industriels de la chimie.
- Sinon, négociations entre les producteurs (mineurs) et les utilisateurs (chimistes).

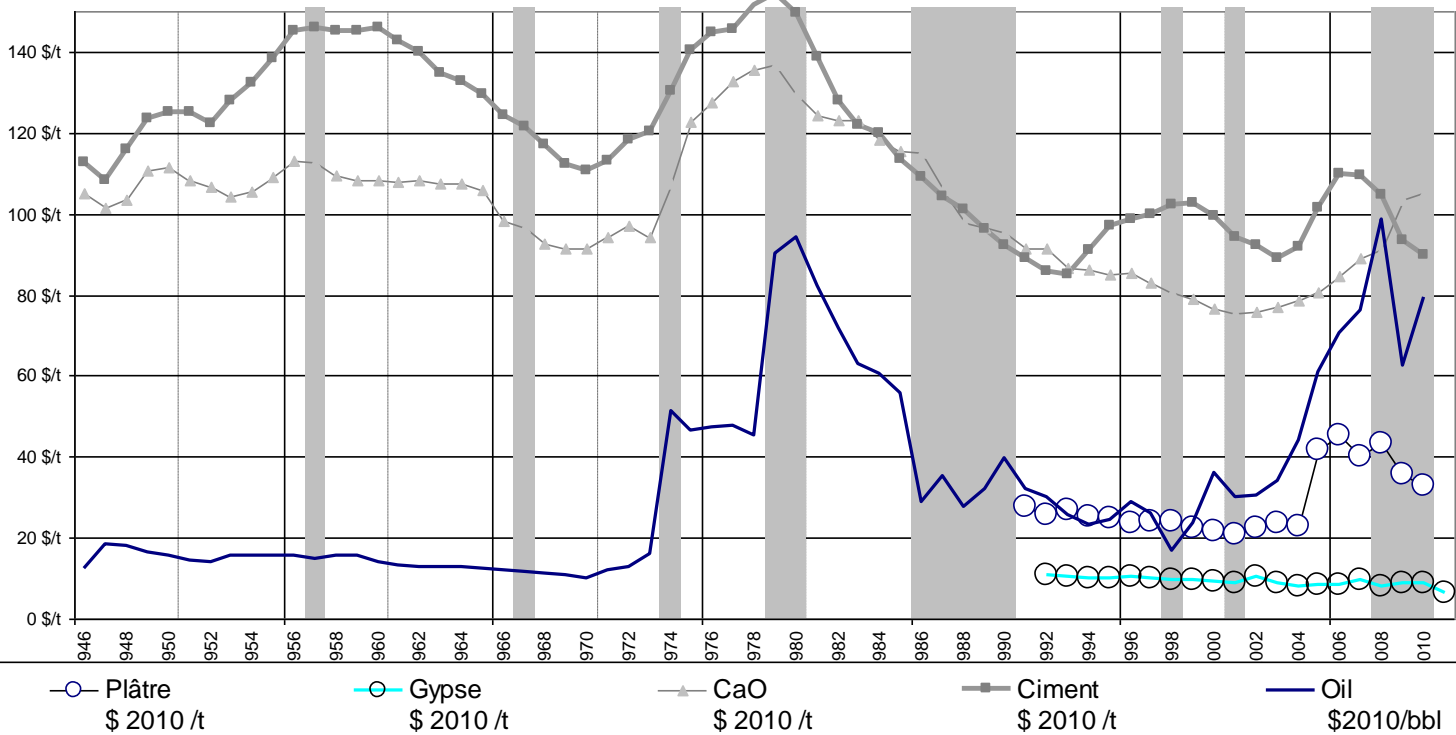
Prix

- Tendance à la baisse : économies d'échelle et progrès techniques, mais sensibilité au prix de l'énergie.
- **Fluorine** :
- Tendance générale à la baisse : arrivée de nouveaux producteurs à bas coûts de revient et réduction des besoins de l'aluminium (amélioration technique).
- 1970, 1976, 1980, 1995 : Remontées brutales : ??
- 1993 : effondrement : sévèrisation du protocole de Montréal pour la protection de la couche d'ozone.
- 2000-2010 : remontée comme les besoins de l'aluminium (avec en outre baisse de la production depuis 2008).

Matériaux du bâtiment : liants - Tonnages



Matériaux du bâtiment : liants - Prix (Dollars constants)



BATIMENT : LIANTS

Productions

Ciment

Forte augmentation pendant les 30 Glorieuses, sensiblement plus faible ensuite jusqu'en 1990, reprenant fortement depuis. Coup d'arrêt par la crise financière qui touche particulièrement le bâtiment.

Chaux

Parallélisme absolu avec le ciment, sauf 1992-2000 : erreur probable des statistiques ?

Gypse

Idem jusqu'en 1990, mais la reprise ne se fait qu'en 2000.

Commercialisation

Extraction et fabrication du ciment, de la chaux et du plâtre sont presque toujours intégrés.

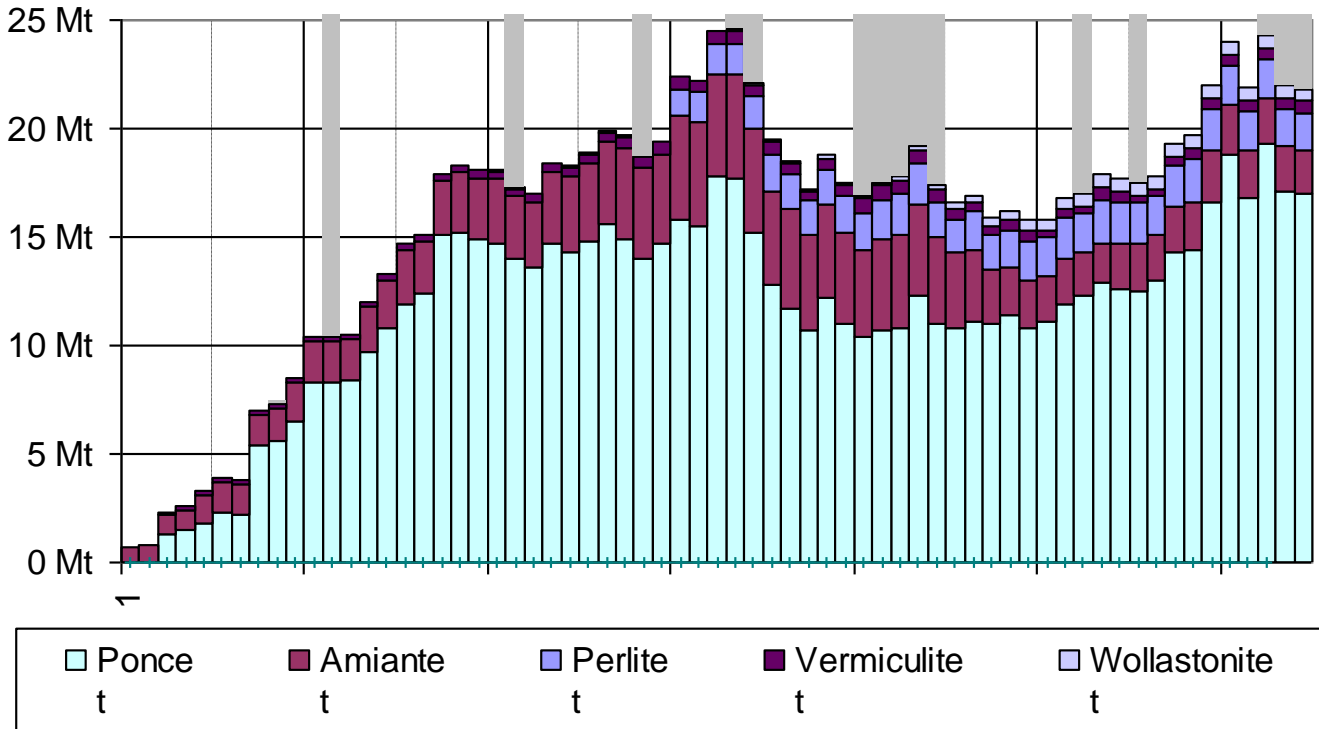
Sinon, négociations entre les producteurs (mineurs) et les utilisateurs (cimentiers).

Prix

La fabrication des liants est très énergivores, d'où le parallélisme de leur prix avec le prix du pétrole

Matériaux du bâtiment : isolants thermiques

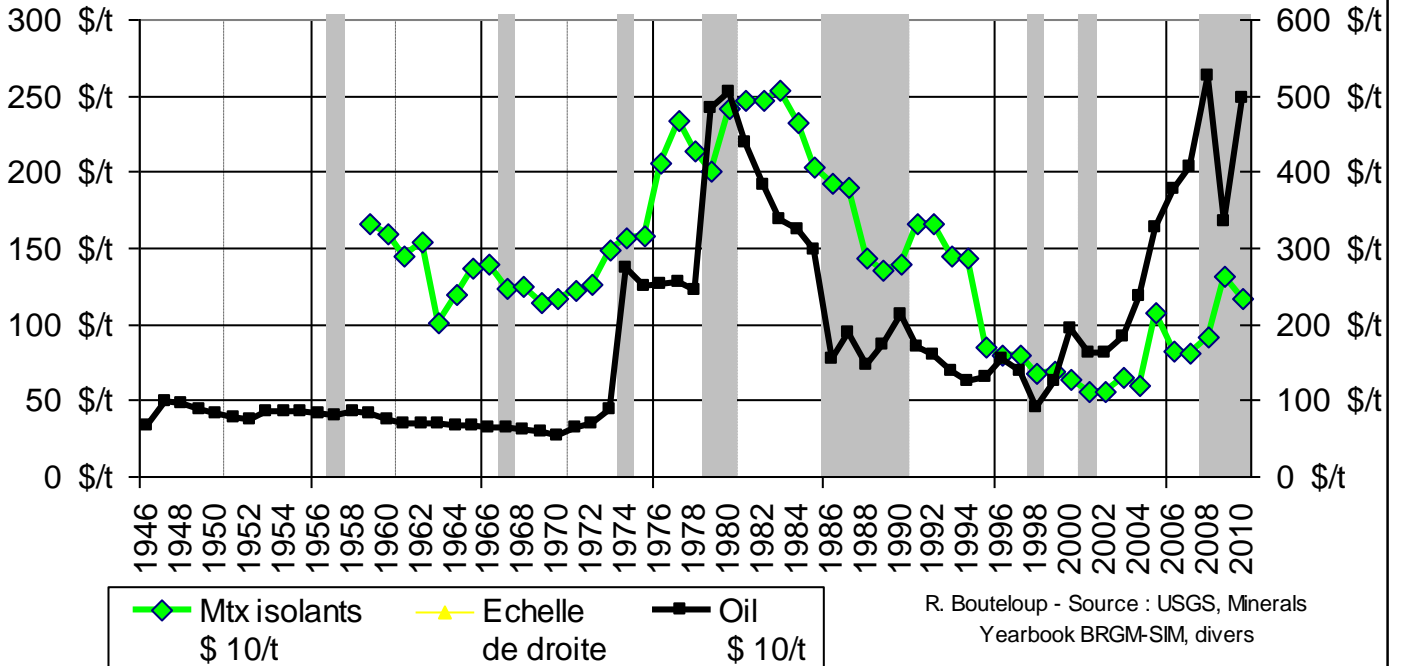
Tonnages



R. Bouteloup - Source : USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, divers

Matériaux du bâtiment : isolants thermiques

Prix USD constants



R. Bouteloup - Source : USGS, Minerals Yearbook BRGM-SIM, divers

BATIMENT : ISOLANTS

Productions

La ponce, isolant particulièrement abondant et fruste, est l'isolant le plus utilisé.

L'amiante s'était beaucoup développée. La prise de conscience de la dangerosité de l'asbeste (entraînant une maladie pulmonaire dramatique, l'asbestose) en a fait abandonner l'exploitation. Le chrysotile ; jugé non dangereux, continue à être exploité et utilisé.

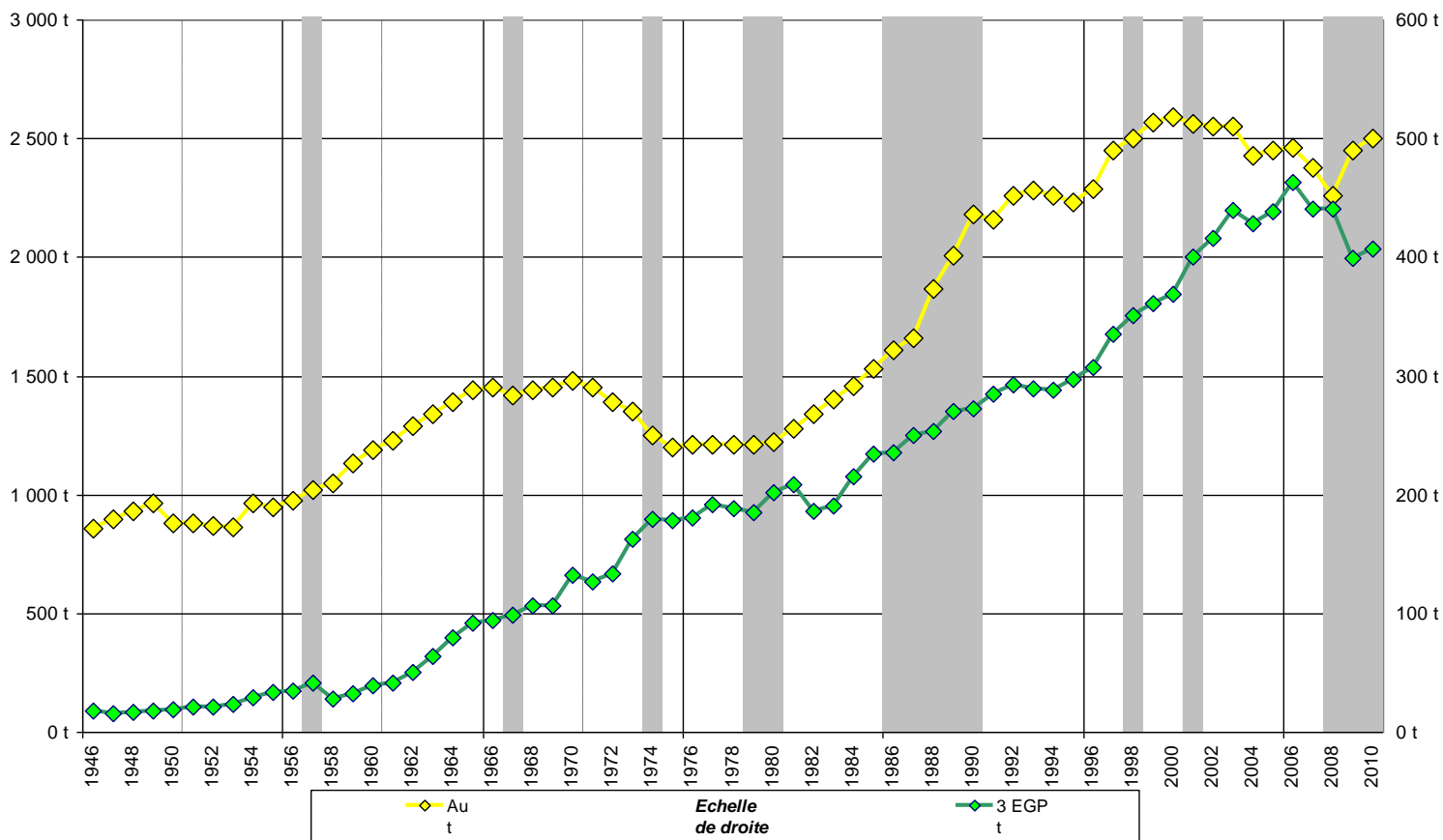
Perlite, vermiculite et wollastonite sont plus rares, et plus sophistiquées.

Le total a fléchi après le 2^e choc pétrolier, mais remonte vigoureusement : la lutte pour réduire les consommations d'énergie promet un grand avenir à ces matériaux.

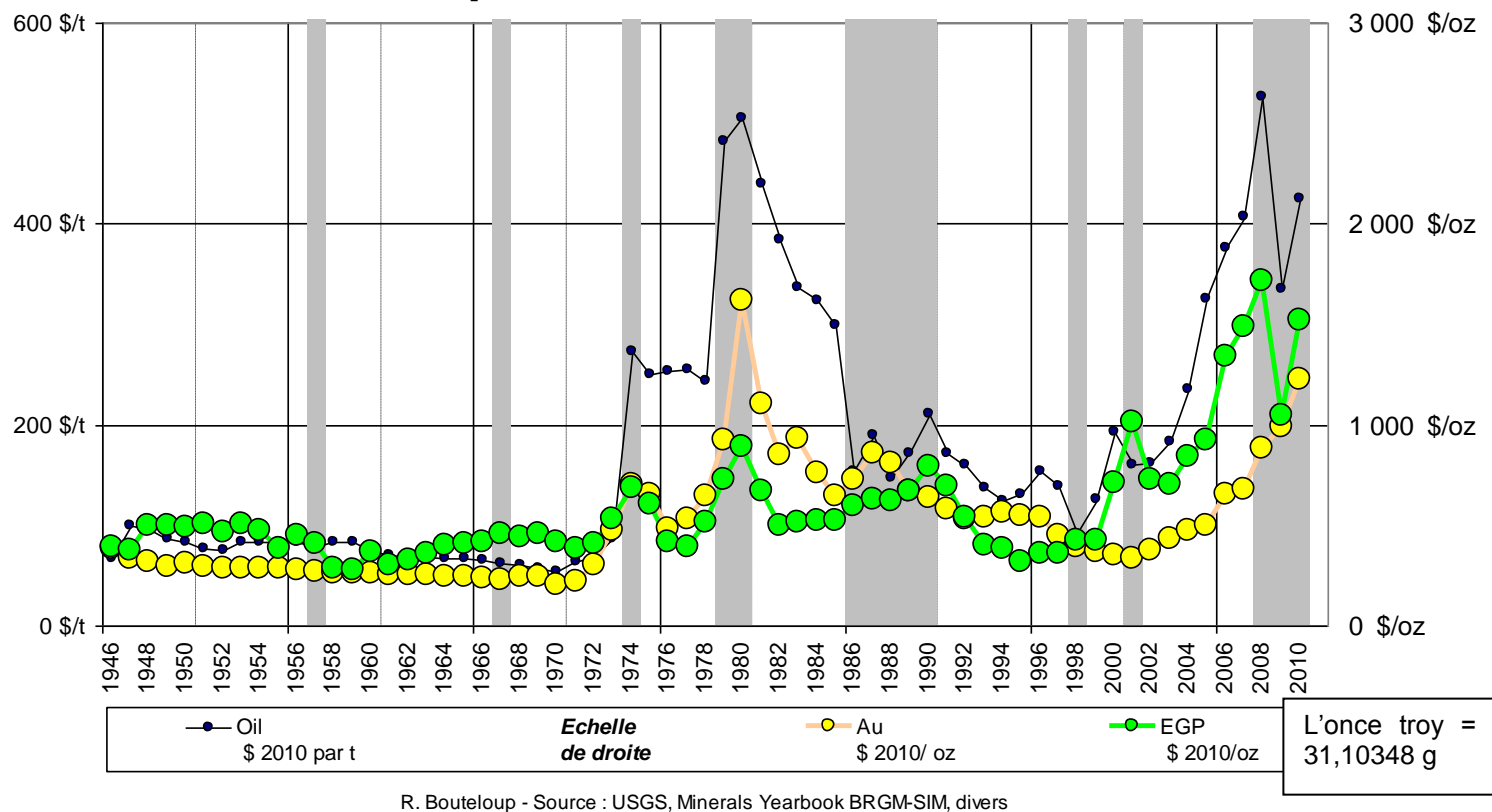
Prix moyen de ces matériaux (pondération par les tonnages)

- Tendances générales à la baisse (concurrences)
- Mais hausse parallèles au coût de l'énergie, avec des fluctuations moindres.

Métaux précieux - Productions



Métaux précieux : Prix en US \$ constants



METAUX PRECIEUX : OR

Production

- L'or est généralement le produit exclusif ou largement dominant de gisements détritiques (alluvions ou grès) ; il est aussi sous-produit de gisements porphyriques, volcano-sédimentaires ou autres.
- La simple gravimétrie initiale a été complétée par l'amalgamation, puis la cyanuration en cuve avec précipitation par le Zn, puis le charbon en pulpe, puis la cyanuration en tas et la biolixiviation. Tous ces progrès ont permis l'ouverture de nombreuses mines superficielles à bas coûts de revient qui ont partiellement détrôné les mines profondes d'Afrique du Sud.
- Progression régulière de 2,1%/an de 1946 (860 t) à 1970 (1 480 t) dans le cadre des accords de Brettons Woods liant or et dollar. Après leur abandon, diminution de -1.9%/an jusqu'au 2^d choc pétrolier (1 220 t en 1980). Remontée ensuite de 3,8%/an jusqu'à 2 590 t en 2000. Baisse depuis de -1,7%/an.
- L'affolement des opérateurs par la crise financière a fait repartir la production à la hausse

Usages

- Bijouterie 86%, électronique 9%, dentisterie 2%, monnaies et médailles.
- Stockage (l'or est inaltérable) : le stock d'or disponible (banques et privés) serait de l'ordre de 70 années de production alors que les stocks disponibles en métaux de base sont de l'ordre de quelques semaines.
- Les ventes d'or par les banques organisent et désorganisent le marché du métal et l'économie financière.

Commercialisation

- Très nombreux producteurs, innombrables acheteurs
- Les mineurs poussent l'élaboration du métal jusqu'à la fonte d'un lingot qui leur assure une recette de l'ordre de 97% de la valeur du métal produit.
- Les contrats de vente sont basés sur les prix publiés par les principales places financières

Prix

- 1945-70 : 35 \$/oz (accords de Brettons Wood), donc dévalorisation à monnaie constante par l'inflation.
- 1971-73 : revalorisation pour coûts de revient croissant.
- 1978-80 : Flambée parallèle au prix du pétrole, du fait des thésaurisateurs privés et publics et autres financiers et spéculateurs, avec une pointe à 613 \$/oz soit 1 500 \$2010/oz.
- 1980-2000 : Baisse régulière (sauf un sursaut d'inquiétude devant la Perestroïka). Point bas en 2001 à 271 \$/oz soit 334 \$2010/oz
- 2000-2010 : Remontée par affolement des opérateurs devant les bouleversements de l'économie mondiale par le décolllement de la Chine.
- Au total : suivi aveugle des prix du pétrole, avec des fluctuations toutefois moins déraisonnables.

METAUX PRECIEUX : PLATINOÏDES

Platinoïdes, ou EGP (Eléments du Groupe du Platine) = Platine, Palladium, Rhodium, Ruthenium, Iridium, Osmium

Production

- Duopole 80% en Afrique du Sud, 15% en Sibérie. Grave risque politique.
- Gisements profonds : plus de 1 000 m en moyenne. Les coûts augmenteront.
- Recyclage efficace pour les pots catalytiques

Usages

- Pt + Pd + Rh : Pots catalytiques (net) 49%, industrie 32%, bijouterie 9%, investissement 10%.

Commercialisation

- Club de producteurs, club d'acheteurs – revendeurs.
- Produits marchands : comme l'or, en lingots.
- Les contrats de vente sont basés sur les prix publiés par les principales places financières

Prix Graphique : prix Pt + Pd + Rh pondéré par les quantités produites.

- Suivi aveugle des prix du pétrole et de l'or, mais avec fluctuations moins déraisonnables.
- Depuis 1998, dépassement de l'or : inquiétude quant à l'approvisionnement pour l'automobile (pots catalytiques pour essence ou diesel, électrodes pour pile à combustible).
- Rôle néfaste des ETF (Exchange Trade Funds (bourse de métaux).