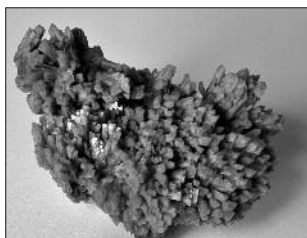


Fiches détaillées

Barytine¹

Pascal Marteau
BRGM



Barytine de la mine de Maine (71).
30 x 40 cm, Collection BRGM

La barytine, minéral dense aux propriétés particulières, est utilisée essentiellement dans les boues de forage de recherche d'hydrocarbures, mais aussi dans de nombreuses industries

La barytine, du grec barys (βαρυς : lourd), est le sulfate de baryum naturel (BaSO_4), minéral largement utilisé dans de nombreuses filières industrielles du fait de propriétés particulières : forte densité ($d=4,48$ quand elle est pure), neutralité chimique, blancheur élevée, faible abrasivité... En anglais, ce minéral est désigné sous les termes "baryte" ou "barite", alors qu'en français la dénomination baryte désigne l'oxyde de baryum BaO .

La barytine pure obtenue par synthèse, ou "blanc fixe", a un indice de blancheur de 99, et sert à étalonner la blancheur de produits minéraux naturels ou synthétiques micronisés, comme les carbonates de calcium et de magnésium, le talc, le gypse, l'oxyde de titane...

La production industrielle de barytine est importante au niveau mondial, de l'ordre de 8 Mt/an, assurée essentiellement par quatre pays. La barytine est surtout destinée à la confection de boues de forage pour la recherche pétrolière et gazière, mais les utilisations en chimie et en tant que charge minérale, si elles sont moindres en volume, jouent un rôle important dans de nombreuses industries.

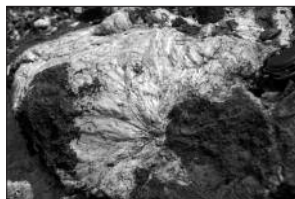
La barytine, un minéral fréquent, mais des gisements exploitables relativement peu nombreux, répartis dans une dizaine de pays

La barytine est un minéral assez ubiquiste, présent dans des formations géologiques très variées, aussi bien dans les socles anciens que dans les bassins sédimentaires :

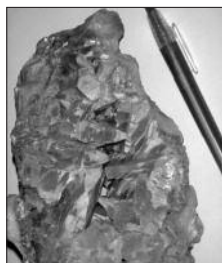
- dans les roches métamorphiques, magmatiques et volcaniques (gneiss, granites, basaltes), cas le plus fréquent, les occurrences et les gisements sont de type filonien, parfois stratiformes, la barytine étant généralement associée à d'autres minéraux tels la fluorine, la célestine (SrSO_4), le quartz, les sulfures de Pb-Zn...
- dans les roches sédimentaires, comme les grès, calcaires, dolomies et marnes, la barytine se présente en lentilles stratiformes, mais aussi en petits filons dans des fissures de ces roches, les occurrences et les gisements étant moins fréquents que dans les roches de socle..

Il existe également des gisements résiduels, issus de la dégradation de gisements primaires, ou des gisements piégés dans des structures géologiques favorables après remaniement et transport.

Figure 1 - Différentes formes de minéralisations de la barytine



A - Barytine lamellaire (Aveyron)
© Pierre Thomas (ENS Lyon)



B - Barytine crétée (Morvan)
collection privée Pascal Marteau

Pétrographie et minéralogie

La barytine cristallise dans le système orthorhombique. Elle forme généralement des concrétions globulaires, fibreuses ou lamellaires, blanches, plus ou moins translucides (voir **figure 1-A**), ou des cristaux bien individualisés (voir photo titre et **figure 1-B**). Ces minéralisations, parfois colorées selon la nature des impuretés (oxydes de fer, sulfures, matière organique...) contiennent souvent des traces de Sr, Ca, Mg et Pb.

Origine et formation des gisements

Les minéralisations et les gisements de barytine sont liés soit aux circulations de fluides hydrothermaux, exhalatifs ou non, soit aux dépôts sédimentaires en milieu évaporitique, lagunaire ou lacustre. Dans les gisements résiduels, la barytine provient de la destruction de minéralisations préexistantes, généralement encaissées dans des dolomies (Albouy et Rousseau, 1993).

Les couches et amas de barytine sont parfois associés à des gisements de sulfures massifs d'origine exhalative. La formation des dépôts est liée à des sources hydrothermales sous-marines en relation avec une activité volcanique importante plus ou moins discrète (Albouy et Rousseau, 1993). Les plus grands dépôts mondiaux de barytine appartiennent à la catégorie des gisements d'origine hydrothermale-exhalative.

Gisements hydrothermaux filoniens, de remplissage de cavité et stratiformes exhalatifs

Dans le cas d'une origine hydrothermale, les gisements sont filoniens (**figure 2, photos A et B**), encaissés dans des failles et fractures de roches de socle (granites, gneiss) ou dans des failles, cavités, plans de stratification de roches sédimentaires (grès, calcaires, dolomies..).

D'importants gisements hydrothermaux de barytine se situent dans des paléokarsts, à l'interface entre socle et couverture sédimentaire.

La barytine d'origine hydrothermale peut se présenter en mélange isomorphe avec d'autres sulfates, l'anglésite (PbSO_4) et la célestine (SrSO_4). On trouve aussi la barytine dans les filons de basse température, ou dans des amas sulfurés polymétalliques avec des minéraux tels que calcite, dolomite, fluorine, sphalérite, rhodocrosite, stibine, galène, malachite.. C'est le cas de nombreux gisements dans

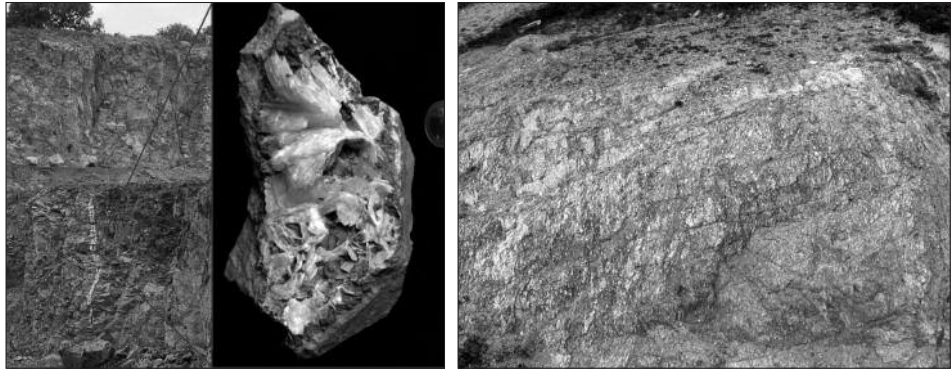
¹ Rédaction 2012

le monde : Chesy en France, au Japon (Kuroko), en Allemagne (Rammelsberg), en Chine (Guizhou), en Géorgie (Madneuli), en Turquie, Bulgarie, Algérie...

Figure 2 – Différents contextes d'occurrences de barytine filonienne

A – Filon de barytine dans une dolomie cambrienne massive (Le Bosc, Hérault)
© Pierre Thomas.
Laboratoire de géologie/ENS Lyon 2016

B – Barytine filonienne dans des gneiss précambriens (Stora, Skikda – Algérie)
© Image BRGM, cliché Patrick Lebret



Les gisements stratiformes de couverture sédimentaire

La barytine se retrouve en concentrations stratiformes (couches, lentilles) ou stratoïdes (niveaux à nodules et géodes) dans des environnements sédimentaires évaporitique, lagunaire ou lacustre : niveaux calcaires, dolomitiques (**figure 3, photos A et B**), marneux, argileux, ou en ciment dans des grès et des arkoses. Les gisements sont alors contrôlés par des failles synsédimentaires et par le contexte paléogéographique des milieux de dépôt (Albouy et Rousseau, 1993).

Figure 3 – Différents contextes d'occurrences de barytine stratiforme

A - Barytine stratoïde dans des calcaires dolomitiques jurassiques (D 809 Aveyron)
© Pierre Thomas.
Laboratoire de géologie/ENS Lyon 2011

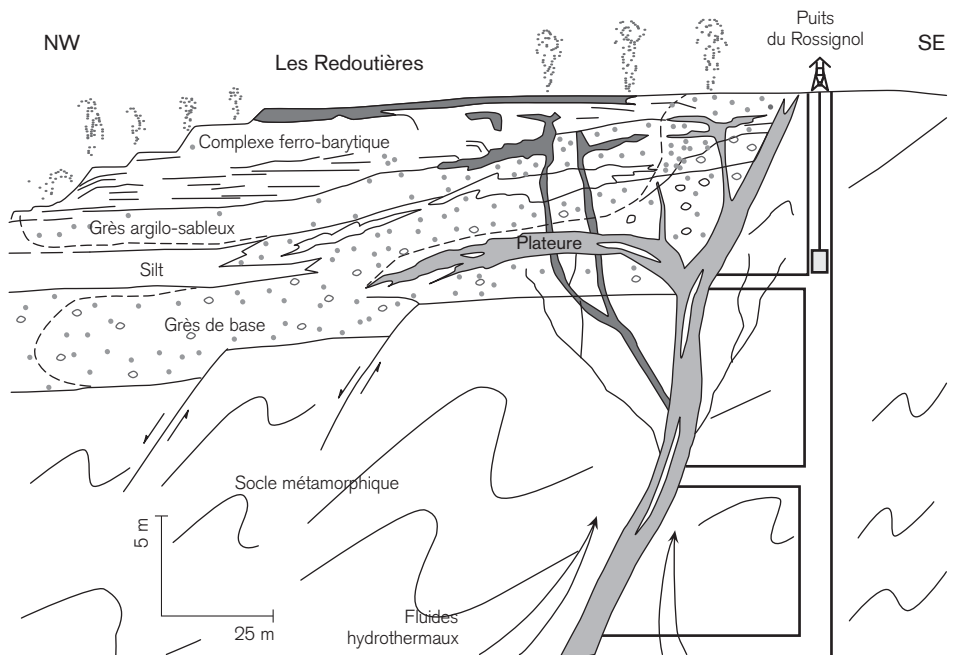
B - Barytine stratiforme ancienne mine Millau
© Pierre Thomas.
Laboratoire de géologie/ENS Lyon 2011



Les gisements français se trouvent majoritairement dans ce contexte, souvent à la base de la couverture sédimentaire mésozoïque, notamment trois des plus importants d'entre eux : Chaillac (Indre, 3 Mt contenues dans des grès du Lias), Pessens (Aveyron, 1,5 Mt) et Courcelles-Frémy (Côte d'Or, 0,8 Mt, associé à 1 Mt de fluorine).

Le schéma suivant (**figure 4**) représente le modèle de mise en place du complexe ferro-barytique du gisement de Chaillac (âge compris entre l'Hettangien moyen et le Sinémurien inférieur), à partir de circulation hydrothermales de socle, et après les minéralisations de fluorine associées, d'après Marcoux et Sizaret (2002).

Figure 4 – Genèse et modèle de mise en place du gisement de barytine de Chaillac (36), d'après Marcoux et Sizaret (2002)



Gisements résiduels et remaniés

La barytine peut s'accumuler sous forme de blocs de dimensions très variables, dans une matrice argileuse, après destruction de gisements primaires, généralement en milieu carbonaté. Ces accumulations sont de tailles et ont des teneurs très variables. Elles ont fait l'objet de petites exploitations en France (Montagne Noire, Corbières) alors qu'aux Etats-Unis (Géorgie, Missouri) et en Thaïlande (district de Ban Thalu Long), il s'agit de gisements importants.

Par ailleurs des dépôts de barytine sont observés après remaniement dans des milieux instables, transport et accumulation dans des pièges de type cônes de déjection sous-marins, comme au Nevada et au Mexique.

Méthodes d'exploitations

L'exploitation de la barytine dépend du type de gisement (filoniens, stratiformes, résiduels) et de leur morphologie. Elle se fait donc soit en souterrain par galeries, soit en carrières à ciel ouvert.

Dans les pays industrialisés, l'extraction en souterrain étant coûteuse, ce type d'exploitation a généralement cessé (voir figure 3-B) et ce sont les carrières à ciel ouvert qui sont surtout en activité. En France le gisement de Chaillac - Les Redoutières dans l'Indre, qui a été exploité jusqu'en 2006 (figure 5-A et 5-B), se trouvait dans ce cas.



Figure 5 - Exploitations de barytine stratiforme (Chaillac, photos A et B)

Dans les pays où la main d'œuvre est nombreuse et à faible coût, les exploitations artisanales et semi industrielles en galeries souterraines, ou celles de petites dimensions à ciel ouvert, dans des contextes difficiles, peuvent se maintenir (figure 6-A).

Traitements et applications industrielles

Dans certains gisements, le minerai est suffisamment pur et peut être simplement criblé et concassé (figure 6-B).



Figure 6 - Gisement filonien de Djebel Mellal et unité de concassage et d'ensachage de Khemis, proche du site, au sud de Tlemcen (Algérie)

Figure 7 - Cellules Fe flottation dans l'usine de Chaillac.



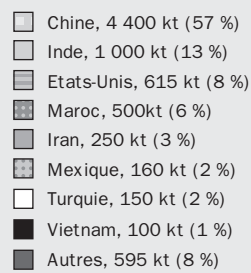
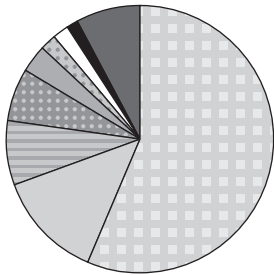
En général, la barytine primaire est obtenue par scheidage manuel, ou après concentration par flottation, gravimétrie, séparation magnétique...puis séchage et concassage. Ces unités de traitement se situent près des sites d'extraction pour éviter les coûts de transport du minerai, pondéreux (du fait de la densité de la barytine), et dont les teneurs peuvent être inférieures à 50 %.

Selon les applications industrielles et les spécifications demandées, la barytine primaire peut suivre les préparations suivantes :

- broyage fin et mélange de différentes qualités pour obtenir un produit standard pour la préparation des boues de forage ;
- broyage et micronisation (2 à 5 μm) pour obtenir les produits pour charge, avec un indice de blancheur élevé (90 à 94), un blanchiment par traitement chimique étant possible pour augmenter cet indice.

Les boues de forage lourdes pour l'industrie pétrolière sont de plus en plus complexes. La barytine sert d'additif pour augmenter la densité des fluides, alléger le poids du train de tige et éviter les fuites de gaz, ce secteur représentant plus de 80 % de la consommation mondiale, jusqu'à 95 % aux Etats-Unis.

Figure 8 - Production mondiale de barytine en 2008 (source USGS)



L'industrie chimique, qui élabore des composés dérivés du baryum, représente environ 15 % de la consommation mondiale. Sous forme de carbonate, chlorure, oxydes, hydroxydes, nitrate, peroxyde et sulfate de baryum, les composés ont des applications multiples dans la céramique, l'électro-céramique, la production d'émaux, de ferrites, dans la métallurgie, la pyrotechnie, l'électronique, la médecine...

En tant que charge minérale, la barytine est utilisée dans une large gamme de secteurs industriels : peintures, ou sa neutralité et son pouvoir couvrant sont appréciés (notamment pour l'industrie automobile et la construction navale), papiers (papier photographique, secteur en déclin avec la photo numérique), plastiques, vernis...

La barytine entre dans la composition de bétons spéciaux, afin d'augmenter leur densité et leur capacité de faire écran aux rayons gamma. Ces bétons sont mis en œuvre pour la construction de bâtiments de centrales nucléaires, ou servant pour des tirs radiologiques (hôpitaux).

Les variétés gemmes sont taillées comme pierres fines (mais la dureté de la barytine n'est que de 3 à 3,5 dans l'échelle de Mohs), ou pour confectionner des objets décoratifs.

Economie, productions nationale et mondiale, marchés

La production mondiale, environ 7,77 Mt en 2008 contre 6,93 Mt en 1997 (figure 8), a été assurée à 84 % par quatre pays : la Chine (57 %), l'Inde (13 %), les Etats-Unis (8 %) et le Maroc (6 %).¹

Elle semble se stabiliser à un peu plus de 8 Mt depuis 2010, avec toujours le même classement des pays producteurs en tête, mais la part de la Chine semble avoir baissé (environ 50 % du total), alors que celle de l'Inde aurait légèrement augmenté (estimations USGS 2011). Chez les producteurs secondaires, l'Iran, la Turquie et le Kazakhstan ont notablement augmenté leur production (deux de ces pays étant producteurs importants de gaz et de pétrole), alors que le Mexique semble connaître une certaine stagnation de sa production.

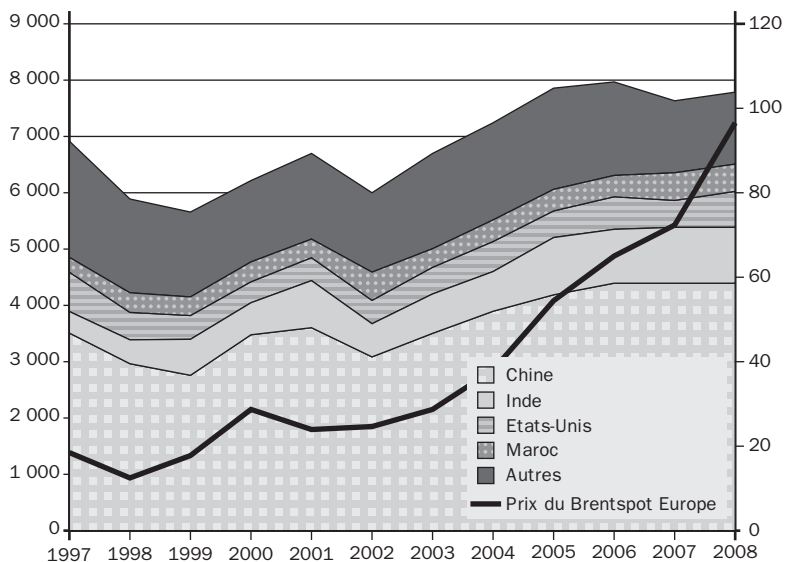
Il est à noter que ces statistiques sont difficiles à établir, dans la mesure où les pays qui sont à la fois producteurs d'hydrocarbures et de barytine ajustent souvent leur production de celle-ci en fonction de leurs activités de recherche pétrolière, pour un marché restant captif.

En tout état de cause, il y a une corrélation entre le prix du brut et la croissance de la production de barytine, avec des fluctuations liées aux ralentissements ou aux reprises de l'exploration pétrolière (figure 9).

L'importance du secteur pétrolier et gazier dans la demande de barytine est de 95 % aux Etats-Unis, où la consommation globale atteint 3 Mt/an. Le niveau des importations de ce pays se montent à plus de 2 Mt/an, ce qui conditionne sur le marché mondial les prix de la barytine qualité forage, compris aux alentours de 100 - 170 \$/t selon la qualité et l'origine (la barytine indienne étant maintenant très compétitive par rapport à la barytine chinoise).

La barytine pure de haute qualité chimique peut atteindre 180 à 400 \$/t pour les variétés les plus blanches, selon les usages dans les industries chimiques ou les charges pour peinture notamment.

Figure 9 - Evolution de la production mondiale de barytine en fonction des prix du pétrole brut



Références bibliographiques

Albouy L., Rousseau Ch.- (1993) - Mémento roches et minéraux industriels. La barytine - Rapport BRGM R-37775.

Industrial Minerals 17/01/13 : baryte prices.

Marcoux E., Sizaret S. (2002) - Le gisement de barytine et fluorine de Chaillac. Géologues n° 130/131, pp. 176 - 180.

Marteau Pascal (coordination), Gentilhomme Philippe, Lebrete Patrick (2008) - Roches et Minéraux Industriels : Analyse du marché 2003-2007, principaux flux et filières industrielles concernées - Rapport BRGM/RP-56811-FR

Marteau P. (2009) - Coup d'œil sur le marché mondial de la barytine. Importance de l'usage dans l'activité de forages d'hydrocarbures. Econote - ECOMINE juillet-août 2009.

USGS - 2011 Minerals Yearbook : barite

¹ La France a été un producteur relativement important (60 000 à 80 000 t/an) jusqu'en 2006, date de l'arrêt de l'exploitation de Chaillac dans l'Indre. Par ailleurs, une cinquantaine de mines ont fourni une production significative. Trois ont un potentiel (production + réserves) > 1 Mt BaSO₄ : Pessens (12) 1,5 Mt, Les Porres (83) 1 Mt, Lacan (12) 1 Mt. Une vingtaine d'autres mines représentent un potentiel compris entre 0,1 et 1 Mt chacun, dont Chessy (69), soit au total des ressources non exploitées de l'ordre de 8,5 Mt.