

Fiche de synthèse

- Mémento

**Andalousite
Sillimanite
Disthène**

Octobre 2020

- **Définition :** Les **silicates d'alumine anhydres** (Al_2SiO_5 ; 63,1% Al_2O_3 , 36,9% SiO_2) regroupent trois minéraux polymorphes : **andalousite**, **sillimanite** et **disthène**. L'andalousite est la plus recherchée pour sa **haute résistance à la chaleur**, sa **très faible dilatation** à haute température contrairement au disthène qui nécessite une étape de calcination préalable. Ce sont des minéraux, excellents marqueurs du métamorphisme.

- **Illustrations :**

Carrière d'andalousite de Glomel - Fosse n°3 (IMERYYS), Côtes-d'Armor (Source : ©BRGM)



Schistes à andalousite exploités par IMERYYS à Glomel, Côtes-d'Armor (Source : ©BRGM)

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

■ Principaux usages des silicates d'alumine dans le monde en 2020

- Synthèse de mullite pour l'industrie des **réfractaires**
- Briques et pâtes réfractaires (*brique crue ou cuite, garnissage des haut-fourneaux, four de cimenterie, four de verrerie, gazetterie pour la céramique, moule de fonderie*)
 - Sidérurgie
 - Aciérie
 - Cimenterie
 - Verrerie
 - Céramique
 - Fonderie
 - Alumininerie

Chaîne de production depuis le minerai à andalousite jusqu'au produit final (brique réfractaire)



Schiste à andalousite
de Glomel



Concentré d'andalousite
(Kerphalite A + Kerphalite B)
©IMERYS



Brique réfractaire

■ Perspectives d'évolution de la consommation globale

- **Croissance des besoins à court et moyen termes**, tirée par l'industrie sidérurgique (Chine, Inde, Brésil, Japon, Russie)

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

La substance est-elle un sous-produit ? Non

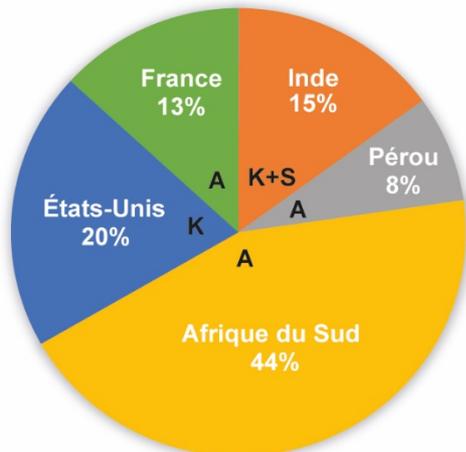
- Les concentrés de silicates d'alumine (kerphalite) sont obtenus par une succession de procédés minéralurgiques : concassage et broyage du minerai, tri/séparation sélective des minéraux pour concentrer l'andalousite et éliminer les impuretés (quartz, biotite, sulfure...). Les différents produits d'exploitation en fonction de la concentration en alumine (Al_2O_3) et de leur granulométrie peuvent être utilisés pour produire différents matériaux réfractaires.

Production mondiale 2019 :

- Production : **454 500 t¹** (hors Chine et Ukraine) ; **604 300 t** (estimations Chine et Ukraine peu fiables²)
- Pays producteurs : Afrique du Sud, Chine, États-Unis, Inde, France, Pérou, Cameroun

Production mondiale de silicates d'alumine (2019) hors Chine-Ukraine

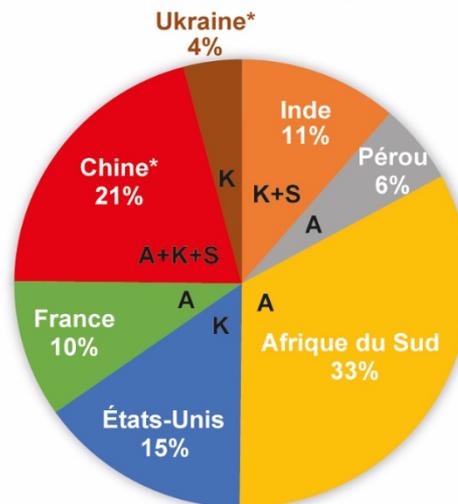
Sources : USGS, IMERYS



A : andalousite - K : disthène - S : sillimanite

Production mondiale de silicates d'alumine (2019)

Sources : USGS, IMERYS, Industrial Minerals



*Données Industrial Minerals (indmin.com), estimations faites sur la base des capacités de production

Ressources connues en 2019¹

- Inde : 7,2 Mt
- États-Unis : très importantes
- France : 1,5 Mt (Glomel)**
- Afrique du Sud, Pérou, Chine : inconnues

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

¹USGS et IMERYS

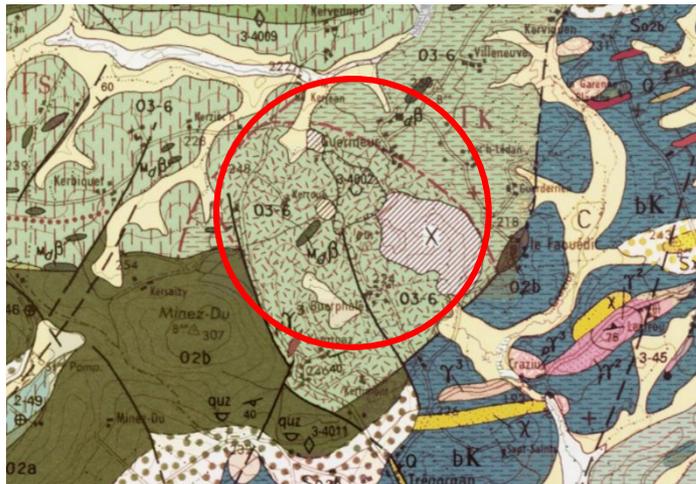
²Industrial Minerals (www.indmin.com)

■ Typologie des gisements

Les principaux gisements de silicates d'alumine sont classés comme suit :

- **Gisements primaires liés au métamorphisme**
 - « **cornéennes** » associées à une auréole de métamorphisme de contact (proche d'un massif de roches plutoniques). Ex. **Glomel (France)**, *Havercroft (Af. du Sud)*.
 - « **métamorphisme régional** » associé à des massifs de roches métamorphiques. Ex. *Aggeney (Af. du Sud)*, *Willis Mountain (États-Unis)*.
- **Gisements primaires liés à l'activité magmatique**
 - « **épithermaux** » associés à des altérations hydrothermales. Ex. *Semiz Bugu (Kazakhstan)*.
- **Gisements secondaires liés à l'activité supergène**
 - « **alluviaux** » associés à des concentrations alluvionnaires. Ex. *El Pino (Espagne)*, *Transvaal (Af. du Sud)*.
 - « **sables de plage** » associés à des niveaux de minéraux lourds dans les sables. Ex. *Kerala (Inde)*, *Trail Ridge (États-Unis)*.
 - « **éluviaux** » associées à un profil d'altération. Ex. *Khasi Hills et Singhbhum (Inde)*.

Carte géologique du gisement de Glomel (Source : BRGM)



Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

■ Substitutions

○ Pour les briques et pâtes réfractaires

- Mullite synthétique par frittage et fusion d'un mélange de bauxite, kaolin, sables siliceux et argiles. Principaux producteurs de mullite synthétique : Brésil, Canada, Chine, Allemagne, Guyana, Hongrie, Japon, Russie.
- Chamotte (35-45% Al_2O_3)
- Pyrophyllite (28-29% Al_2O_3)

■ Recyclage, réemploi, valorisation en France

- Le recyclage des produits à base de silicates d'alumine et de mullite existe grâce à la valorisation des revêtements en réfractaires frittés ou électrofondus de fours verriers ou d'autres installations thermiques (ex. de la gamme de produits VAL® de VALOREF).

Gamme de produits VAL® issus du recyclage de produits à base de silicates d'alumine et de mullite (Source : valoref.com)



Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

■ Établissements des prix

- **Pas de cotation publique sur les marchés boursiers** ; prix établis par négociations directes entre producteurs et transformateurs ou utilisateurs.
- Paramètres qui influencent les prix des silicates d'alumine : **teneur en alumine (Al_2O_3)**, faible teneur en oxydes de fer

■ Prix de vente en 2020¹

- Prix andalousite 57% Al_2O_3 min, CIF Europe : **320-440 EUR/t**
- Prix andalousite 57% Al_2O_3 min, FOB Af. du Sud : **260-340 EUR/t**
- Prix disthène cru, ex-works USA, 55-60% Al_2O_3 : **200-300 EUR/t**
- Prix mullite frittée, 47%-70% Al_2O_3 , FOB USA : **130-500 EUR/t**

■ Ordre de grandeur de la valeur du marché de la production des silicates d'alumine

- **Non disponible**

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

¹Industrial Minerals (www.indmin.com)

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

■ Production française de silicates d'alumine en 2019

- Extraction annuelle de tout-venant de l'ordre de **1 300 000 t¹**
- Production marchande d'andalousite : **environ 60 000 t**
- Part de la production mondiale 2020^{1,2} : **environ 12%** (selon l'estimation de la production mondiale de tous les silicates d'alumine), **environ 20%** (selon l'estimation de la production mondiale d'andalousite)
- Production historique : **2 à 3 millions de tonnes d'andalousite (entre 1969 et 2019)**
- Ressources évaluées en France métropolitaine : sur la base de la production 2019, IMERYS-Glomel estime des ressources à environ **20-25 années** d'exploitation.



Produits ©Kerphalite (Source : IMERYS-BRGM)

■ Gisements français de silicates d'alumine

- Gisement exploité actuellement : **Glomel (Côtes-d'Armor)**
- Gisements en prospection : aucun en 2020
- Quelques indices dans le sud de la France et en Bretagne

¹ IMERYS

² USGS

■ **Activité en France en 2020**

- Nombre de carrière en France: **1**

■ **Renouvellement de l'activité en France**

- La carrière de Glomel a une autorisation valable jusqu'en 2035 (Arrêté préfectoral)
- La carrière est présente dans la zone spéciale de carrières concernant la substance andalousite (Zone de Rostrenen d'une superficie de 42,9 km²)
- En 2020, IMERYS continue son investigation géologique et son exploration pour définir de futures extensions.



Vue aérienne de la carrière de Glomel exploitée par IMERYS (Source : Géoportail)

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

- **Entreprises françaises impliquées dans la chaîne de valeur des silicates d'alumine (andalousite)**
 - Industriel exploitant : **IMERYS**
 - **1 carrière** à Glomel (Côtes-d'Armor)
 - **1 usine de traitement** à Glomel (Côtes-d'Armor)
 - Industriels fabricants des réfractaires : **Calderys** (membre d'IMERYS) et **Saint-Gobain** (Valoref)
 - Branches industrielles dépendantes de cette matière première : **aciérie, sidérurgie, céramique, verrerie, aluminerie**



Entrée de la carrière de Glomel exploitée par IMERYS (Source : BRGM)

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

Andalousite
Sillimanite
Disthène

■ Commerce extérieur français¹

- 50 à 60 kt de silicates d'alumine (andalousite) produites en France en 2019
- 52 à 53 kt de silicates d'alumine exportées en dehors de la France entre 2018 et 2019
- Les silicates d'alumine sont distingués par la nomenclature douanière suivante (code NC8) :

25085000 – Andalousite, cyanite et sillimanite

	2018			2019			Janvier à mai 2020			Evolution 2018-2019		Principaux partenaires en 2019 (% des tonnages)
	Valeur	Masse	val. Unit.	Valeur	Masse	val. unit.	Valeur	Masse	val. unit.	En valeur	En masse	
25085000 – Andalousite, cyanite et sillimanite												
Exportations	20 269 k€	53 083 t	382 €/t	21 167 k€	52 114 t	406 €/t	8 952 k€	21 164 t	423 €/t	4,23%	-1,86%	Allemagne, Chine, Royaume-Uni
Importations	1974 k€	5 187 t	381 €/t	1 892 k€	4 703 t	402 €/t	489 k€	1 255 t	390 €/t	-4,33%	-10,29%	Allemagne, Ukraine, Royaume-Uni
Solde	18 295 k€	47 896 k€		19 275 k€	47 411 k€		8 463 k€	19 909 k€				

■ Consommation française apparente en 2019¹

- Production + importations – exportations = **7 600 t**

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

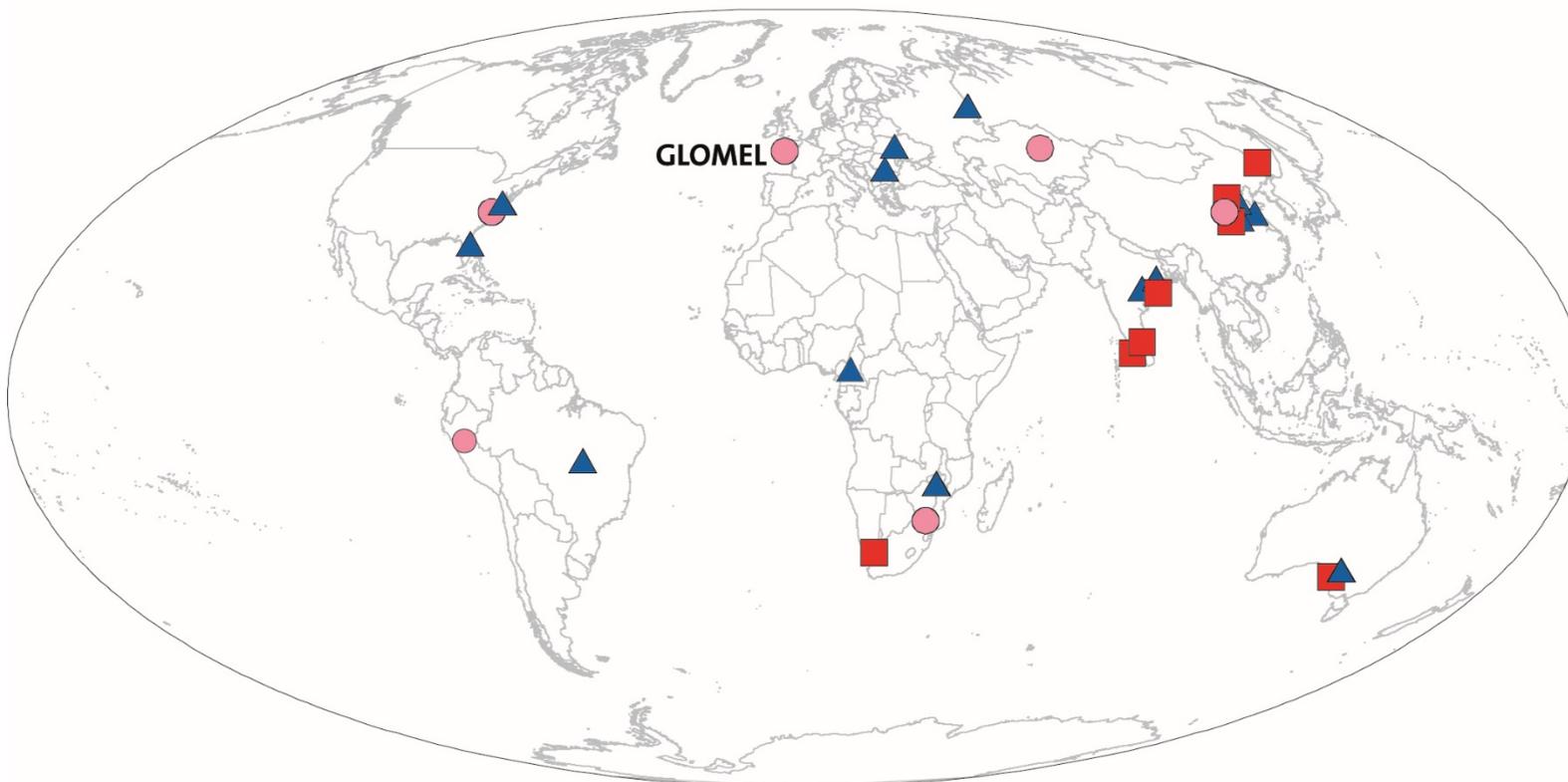
Pour aller plus loin

Avertissement

¹ Le kiosque de Bercy

Andalousite
Sillimanite
Disthène

EXPLOITATIONS DE SILICATES D'ALUMINE DANS LE MONDE



● Andalousite ▲ Disthène ■ Sillimanite

Définition

Données

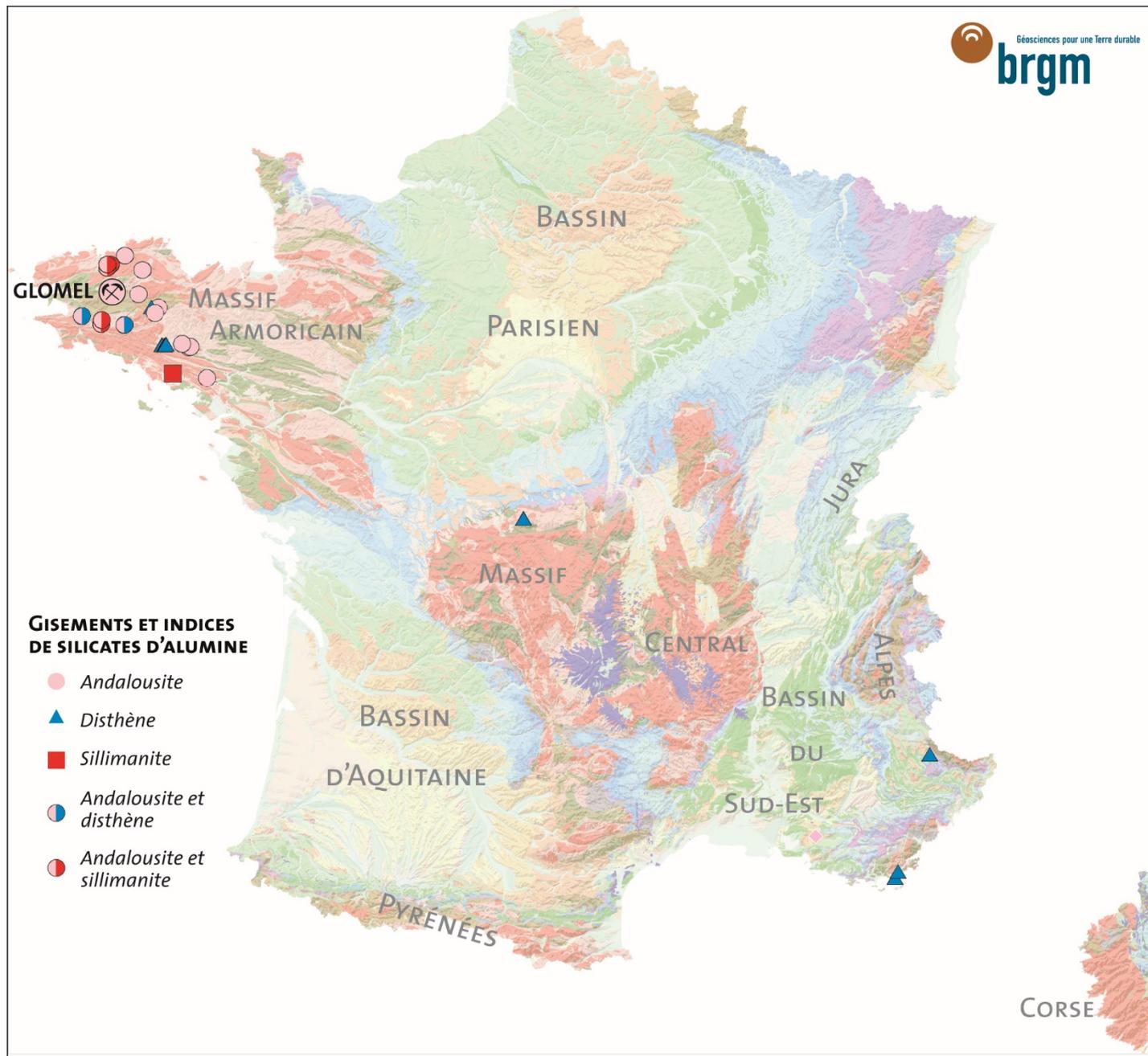
- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité et recyclage
- 4 – Prix
- 5 – Production française et réserves
- 6 – La filière industrielle en France
- 7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement



Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

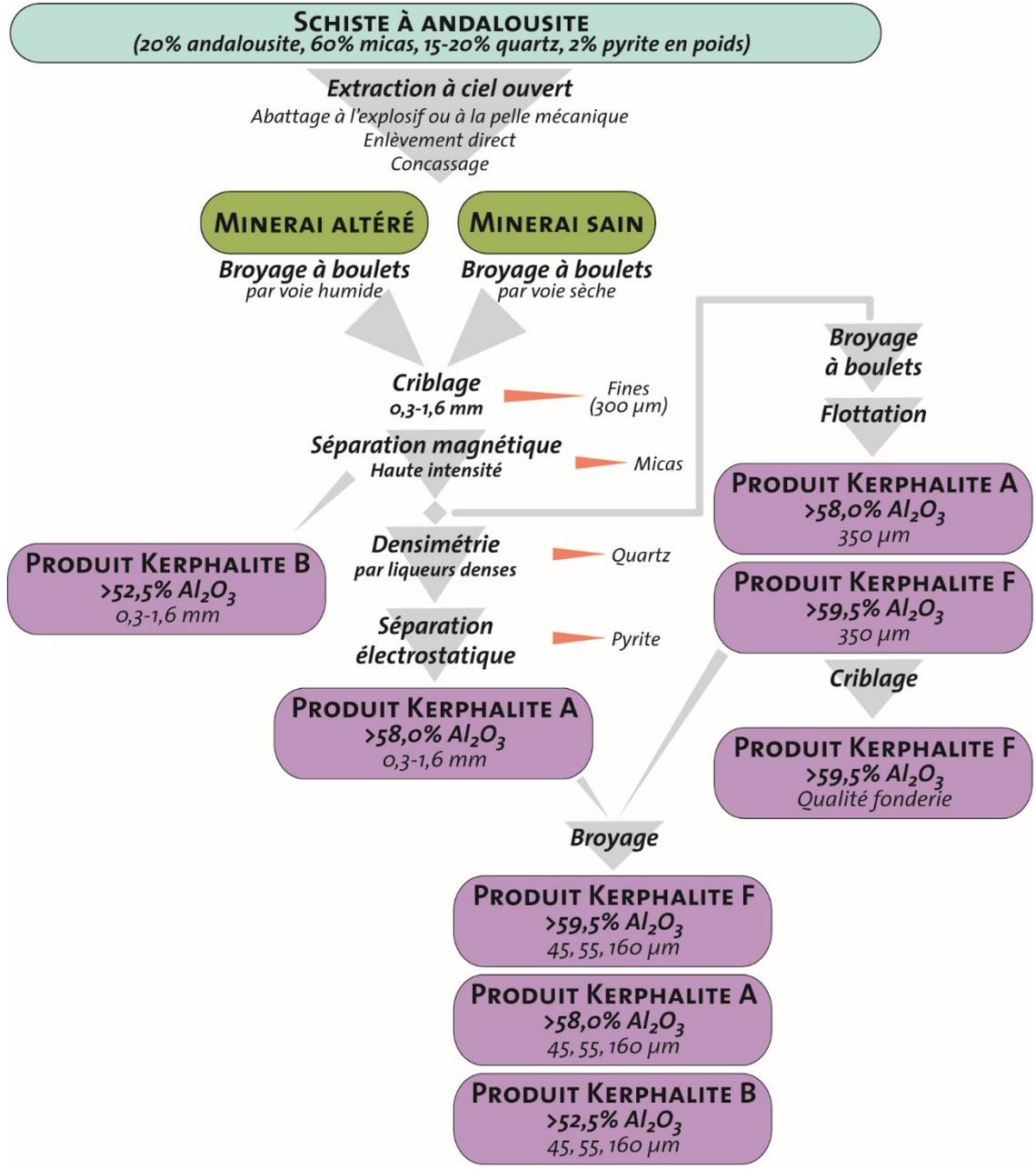
Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité et recyclage
- 4 – Prix
- 5 – Production française et réserves
- 6 – La filière industrielle en France
- 7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

- Mode d'exploitation
- Pour aller plus loin
- Avertissement

CORSE



Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité et recyclage
- 4 – Prix
- 5 – Production française et réserves
- 6 – La filière industrielle en France
- 7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin
Avertissement

■ Sources

- IMERYS - Site de Glomel
- CARMA - BRGM - Base de données Carrières et Matériaux du BRGM - www.mineralinfo.fr
- Le kiosque de Bercy - lekiosque.finances.gouv.fr
- USGS – Service géologique des États-Unis
- Industrial Minerals – www.indmin.com
- PROMINE database
- Minerals4EU database

■ Références bibliographiques

- Tanner A.O., 2017. Kyanite and associated minerals. USGS Minerals YearBook, 8 p.
- Spencer, C.H., 1994. Andalousite, disthène et sillimanite – Mémento. Rapport BRGM n°R38211, 46 p.
- CGS, 2009. Structure of the andalousite industry. Report R83/2009. Geological Survey of South Africa, 20 p.
- Overbeek, P.W., 1989. Andalousite in South Africa. J. S. At. Inst. Min. Metal. 89, 157-171.
- Indian Bureau of Mines, 2016. Kyanite, sillimanite and andalousite. Indian Mineral Yearbook, 14 p.
- Sweet, P.C., Dixon, G.B., Snoddy, J.R., 2006. Kyanite, andalousite, sillimanite and mullite. In: Kogel, J.E., Trivedi, N.C., Barker J.M., KrukowskiIndustrial, S.T., 2006. Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses, pp. 553-560.
- Les principaux minéraux industriels, 2018. MI-France-UNICEM, 81 p.

■ Fiche réalisée par

- Nicolas CHARLES, BRGM
- Sébastien COLIN, BRGM

■ Pour toutes questions

- Contacter le BRGM - Service géologique national, sur le portail Minéralinfo : www.mineralinfo.fr/contact

Andalousite
Sillimanite
Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement

Les informations, chiffres et graphiques figurant dans la présente « fiche filières » sont extraits de bases de données construites à partir des meilleures sources ouvertes de données, internationalement reconnues. Certaines sont gratuites, d'autres ne sont accessibles que sur abonnement. Les sources utilisées sont précisées sur chaque fiche.

Il faut cependant savoir que de nombreux problèmes affectent la qualité des données disponibles sur l'industrie minérale mondiale et sur les nombreux maillons des chaînes de valeur qui en dépendent. Dans certains pays, des règles interdisent la publication de données de production ou de réserves lorsque cette publication peut divulguer des données considérées comme confidentielles par des entreprises productrices, dès lors que le nombre limité de producteurs nationaux est restreint au point que la publication des données de production pourrait amener à dévoiler la stratégie industrielle de ces producteurs. C'est le cas par exemple aux États-Unis et en France. En France, les données de production ne sont pas toujours mises à disposition par les entreprises qui exploitent les substances de cette filière.

Certaines données de production, consommation ou échanges proviennent des statistiques du commerce mondial, basées sur la nomenclature statistique internationale des produits définis par l'Organisation Mondiale des Douanes, et sur les déclarations d'importations et d'exportations fournies par les douanes de chaque pays, centralisées dans la base de données « Code » des Nations Unies. Ces données sont cependant, elles aussi, délicates à utiliser ou à interpréter : certains chiffres relatifs aux exportations et aux importations mondiales diffèrent, certains pays ne fournissant pas leurs informations.

Ainsi, malgré tout le soin que le BRGM peut apporter à l'utilisation et au traitement des données et des informations auxquelles il a accès, les chiffres doivent le plus souvent être considérés comme des ordres de grandeur. Ce sont les évolutions temporelles, les dynamiques qui traduisent le mieux les marchés et leurs évolutions.

En tout état de cause, le BRGM décline toute responsabilité relative aux dommages directs ou indirects, quelle qu'en soit la nature, que pourrait subir un utilisateur des fiches du fait de décisions prises au vu de leur contenu. L'utilisation des informations fournies est de l'entière responsabilité des utilisateurs.

Andalousite Sillimanite Disthène

Définition

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité et recyclage

4 – Prix

5 – Production française et réserves

6 – La filière industrielle en France

7 – Commerce extérieur et consommation française

Gisements et exploitation en France

Mode d'exploitation

Pour aller plus loin

Avertissement