

Le graphite naturel (C) – éléments de criticité

		Sources
1 - USAGES ET CONSOMMATION		
1.1 - Principaux usages dans le Monde (2014)	Usages du graphite naturel : - Réfractaires pour fabrication de l'acier 52% - Fonderies : revêtement des creusets 14% - Stockage de l'énergie 8% - Produits de friction 5% - Lubrifiants 5% - Recarburation 4% - Crayons 4% - Pièces en graphite 1% - Autres (industrie du verre, peinture, nucléaire etc.) 7%	Roskill 2015
1.2 - Principaux usages en Europe (2014)	- Réfractaires pour fabrication de l'acier 41% - Fonderies : revêtement des creusets 24% - Lubrifiants 11% - Produits de friction 9% - Stockage de l'énergie 3% - Pièces en graphite 1% - Autres usages (industrie du verre, peinture etc.) 11%	Roskill 2015
1.3 - Principales applications dans les domaines de haute technologie	- Graphène pour nanotechnologies	Panorama BRGM 2012
1.4 - Applications dans le domaine de l'énergie	- Cathodes dans piles ; - Anodes dans batteries Lithium-ion ; - Piles à combustibles ; - Modérateur de neutrons dans réacteurs nucléaires type PBMR.	Panorama BRGM 2012
1.5 - Consommation	Environ 1 Mt en 2014	Roskill 2015
1.6 - Perspectives d'évolution de la consommation mondiale	La consommation de graphite naturel dépend de l'industrie de l'acier (production qui devrait rester stable ou diminuer faiblement) et du secteur des batteries Li-ion qui est en forte croissance. Ces deux secteurs utilisent le même type de graphite, en paillettes de taille moyenne à grande et de haute pureté, le rendant stratégique à court et moyen terme.	
2 - PRODUCTION MONDIALE ET RESSOURCES		
2.1 - La substance est-elle un sous-produit	Non	
2.2 - Métaux principaux dont la substance est un sous-produit ou co-produit	<i>non applicable</i>	
2.3 - Production minière mondiale (2014)	De l'ordre de 1,0 Mt , dont 60 à 65 % en paillettes, 35 à 40 % "amorphe", et 0,3% en masses (veines). Les statistiques publiées varient de 625 kt (Benchmark) à 1 186 kt (USGS) et à 2 100 kt (BGS). Certains utilisent des données de tonnages tout-venant tandis que d'autres des tonnages de produit marchand, sans que cela soit toujours précisé. Le tonnage ci-dessus est un compromis indicatif à partir d'une tentative de retenir les données semblant être les plus proches de celles du graphite contenu. La fourchette d'incertitude reste large.	Données combinées WMD / USGS / BMI ; Roskill 2015
2.4 - Principaux pays producteurs miniers en 2014	Chine 79% ; Brésil 8% ; Canada 3% ; Corée du Nord 3%	Données combinées WMD / USGS / BMI
2.5 - Concentration géographique de la production minière	Concentration assez forte (IHH de 0,63 en 2014)	
2.6 – Variation sur 10 ans de la concentration de la production minière mondiale	Concentration accentuée (IHH passé de 0,38 en 2004 à 0,63 en 2014, Chine toujours dominante)	
2.7 - Production métallurgique mondiale primaire	Non disponible (NB : il n'y a pas de "métallurgie" du graphite à proprement parler. Il y a des traitements par hydrolyse et des traitements thermiques).	
2.8 - Production métallurgique mondiale secondaire	< 1% de la production primaire totale (issue des chutes de fabrication)	Northern Graphite http://northerngraphite.com
2.9 - Principaux pays producteurs métallurgiques en 2014	Non disponible.	
2.10 - Concentration géographique de la production métallurgique	Identique à la concentration géographique de la production minière (IHH 0,63)	
2.11 - TCAM lissé sur 5 ans de la production minière sur 30 ans (1984-2014)	+ 2,2% /an	USGS, 2016
2.12 - TCAM lissé sur 2 ans de la production minière sur 10 ans (2005-2015)	+ 7,38% /an	Données combinées WMD / USGS / BMI
2.13 - Réserves connues en 2015	230 Mt (pour des ressources présumées de 800 Mt)	USGS, 2016
2.14 - Evolution des réserves	Exploration très active, en particulier pour le graphite en paillettes, de tailles moyenne à grande et de haute pureté. Ceci devrait permettre d'augmenter les réserves et les ressources connues.	
2.15 - Principaux pays détenteurs de réserves	- Turquie 39% ; Brésil 31% ; Chine 24% Les ressources possibles sont plus largement réparties (Canada, Australie, Afrique méridionale, Australie, Europe du Nord)	USGS, 2016
2.16 - Concentration géographique des réserves minières	Concentration moyenne (IHH 0,31).	

Fiche de synthèse sur la criticité des matières premières minérales - Le graphite naturel - novembre 2016

		Sources
2.17 - Perspectives d'évolution de la production	L'augmentation de la demande en graphite (principalement en paillettes) soutient l'exploration, ce qui devrait permettre une augmentation de la production de graphite naturel. Selon TMR, 17 projets seraient susceptibles de rentrer en production avant 2020.	TMR, 2015
3 - SUBSTITUABILITE		
3.1 - Potentiel de substitution dans les principaux usages	Hormis dans les réfractaires où il peut être remplacé par du carbure de silicium, de l'andalousite, de la magnésite etc., le graphite naturel peut être substitué par du graphite synthétique, mais celui-ci revient encore nettement plus cher (cf. 5.2). La filière des batteries Li-ion utilise déjà en partie du graphite synthétique, en proportion significative mais difficile à évaluer précisément (évaluations divergentes selon les auteurs).	Panorama BRGM 2012 ; Roskill, 2015
4 - RECYCLAGE		
4.1 - Taux de recyclage	Compte tenu de sa faible valeur, le graphite naturel est très peu recyclé.	Panorama BRGM 2012
5 - PRIX		
5.1 - Etablissement des prix	Pas de cotation sur les marchés boursiers. Prix établis par négociation directe de contrats entre producteurs primaires et transformateurs ou utilisateurs. Industrial Minerals publie des fourchettes de prix estimatifs hebdomadaires par catégorie.	
5.2 - Prix moyen en 2016 (janvier à octobre)	- Graphite en paillettes de taille moyenne : 827 US\$/t - Graphite amorphe : 415 US\$/t - Graphite synthétique : 7 000 à 20 000 US\$/t	Industrial Minerals
5.3 - Ecart-type relatif des prix sur 1 an (octobre 2015 - octobre 2016)	- Graphite en paillettes de taille moyenne : +/- 13,7% - Graphite amorphe : +/- 0% (pas d'évolution durant les 12 derniers mois)	
5.4 - Evolution du prix sur 1 an (moyenne oct. 2015-oct.2016/moyenne oct. 2014-oct.2015)	- Graphite en paillettes de taille moyenne : - 23% - Graphite amorphe : - 2,5%	Industrial Minerals
5.5 - Evolution du prix depuis 2002-2003 (moyenne janv.-oct.2016) / moyenne sur 2 ans 2002-2003)	- Graphite en paillettes de taille moyenne : + 107% - Graphite amorphe : + 108%	Industrial Minerals
5.6 - Ordre de grandeur de la valeur de marché de la production métallurgique annuelle de la substance (2015)	414 MUS\$ (graphite en paillettes : 2/3 de la production annuelle 2014 : 400 000 t x moyenne prix 2016 : 827 US\$/t + graphite amorphe : 1/3 de la production annuelle 2014 : 200 000 t x moyenne prix 2016 : 415 US\$/t)	Roskill 2015 Industrial Minerals
6 - RESTRICTIONS AU COMMERCE INTERNATIONAL, REGLEMENTATIONS		
6.1 - Restrictions au commerce international	Chine : taxe de 20% sur l'exportation de graphite naturel, annulée au 1/01/2017	
6.2 - Réglementation REACH	Le graphite n'est pas concerné.	
7 - PRODUCTION FRANCAISE ET RESSOURCES		
7.1 - Production minière française 2015	0	
7.2 - Production minière française historique	Entre 1901 et 1926, la mine du Chardonnet (05) a produit 8000 t de graphite.	Panorama BRGM 2012
7.3 - Part dans la production minière mondiale 2015	0%	
7.4 - Ressources évaluées en France métropolitaine	Il existe quelques gîtes et indices de graphite en France métropolitaine : Ouessant, Etang d'Albe, Briançonnais, et divers autres, mais de très faibles tonnages. Il n'en existe cependant pas d'évaluations chiffrées.	Panorama BRGM 2012
7.5 - Production métallurgique française	0	
8 - LA FILIERE INDUSTRIELLE EN FRANCE		
8.1 - Entreprises minières françaises	Imerys (par l'intermédiaire de sa filiale Imerys Graphite & Carbon, 75-Paris, www.imerys.com)	
8.2 - Entreprises métallurgiques en France	0	
8.3 - Entreprises de produits intermédiaires en France	- Mersen (92-La Défense, www.mersen.com) produit des composants de haute technologie en graphite pour le ferroviaire, l'éolien ou les environnements extrêmes). - ALD-France (38-Grenoble, www.ald-france.eu) fabrique entre autres des fours à frittage pour la fabrication de pellets de combustibles nucléaires. - Carbone-Savoie (69-Vénissieux, www.carbone-savoie.fr) fabrique des électrodes en graphite pour l'industrie de l'aluminium, mais surtout en graphite synthétique. Cité ici pour mémoire.	
8.4 - Industries françaises aval dépendantes de cette matière première	Sidérurgie, fonderies, stockage de l'énergie, aéronautique, électronique, défense, accessoiristes automobiles, etc.	
9 - COMMERCE EXTERIEUR ET CONSOMMATION FRANCAISE		
9.1 - Commerce extérieur français	Déficit commercial de 12 610 k€ en 2015 et 14 830 t pour le graphite naturel, soit une baisse de 4,2% en valeur et 10,4% en tonnage par rapport à 2014.	Le Kiosque de Bercy
9.2 - Consommation française apparente en 2015 (production + imports - exports)	14 830 t	Le Kiosque de Bercy
9.3 - Recyclage en France	inexistant	
10 - DIVERS		
10.1 - Panorama BRGM disponible ?	Oui, Panorama BRGM 2011 publié en 2012	http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-61339-FR.pdf
10.2 - Remarques spécifiques		

Acronymes : DNP : Departamento Nacional de Produção Mineral ; IHH : Indice d'Herfindahl-Hirschmann ; EACH : Registration, Evaluation and Authorization of Chemical ; TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen ; USGS : United States Geological Survey ; WMD : World Mining Data (Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Autriche) ; BMI : Benchmark Minerals Intelligence

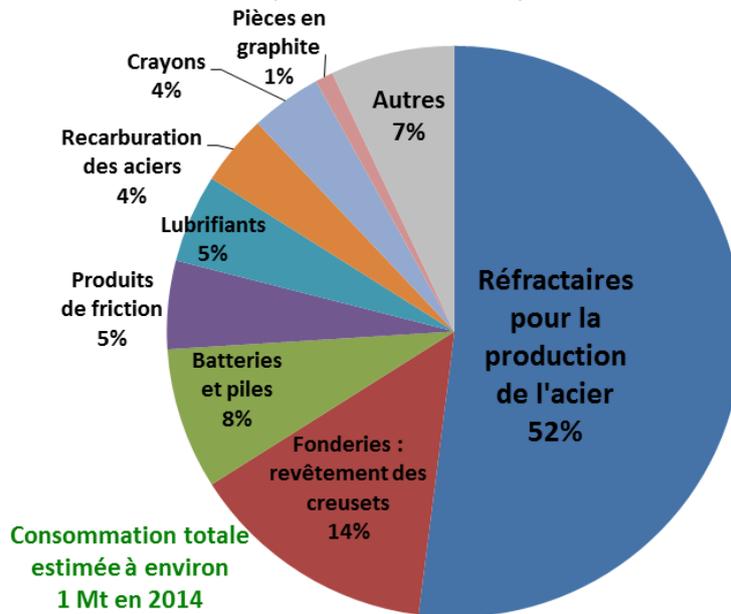
Note : Détails et explications sur l'obtention et la lecture des champs à consulter sur le rapport BRGM/RP-64269-FR

Le graphite naturel en graphiques

USAGES

Usages du graphite naturel en 2014

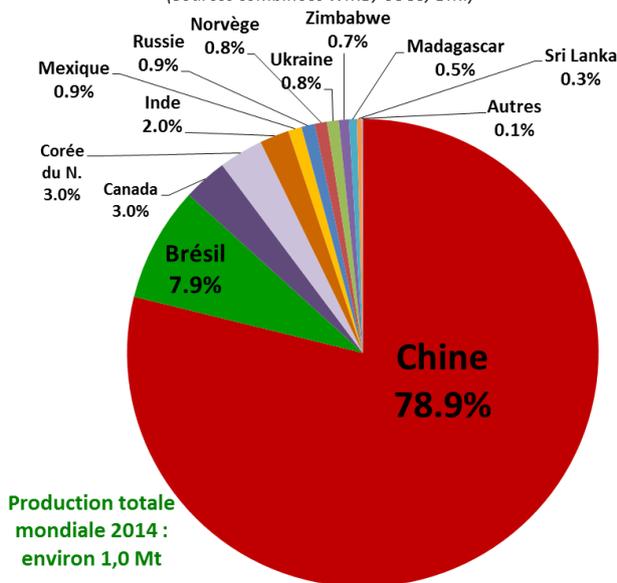
(source : Roskill 2015)



PRODUCTION ET RESERVES MONDIALES

Production minière de graphite naturel en 2014

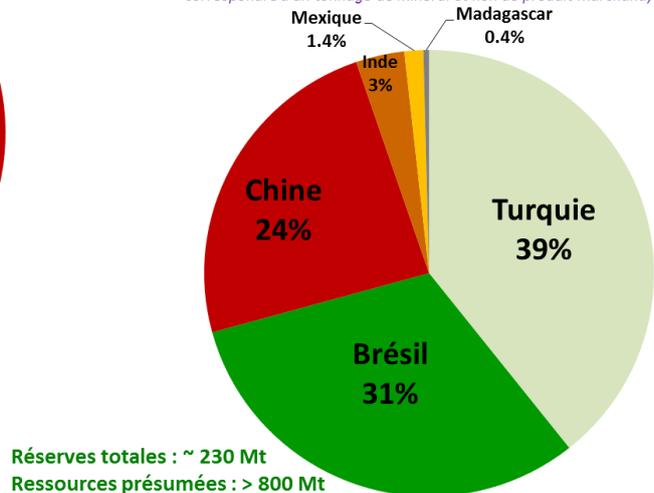
(Sources combinées WMD, USGS, BMI)



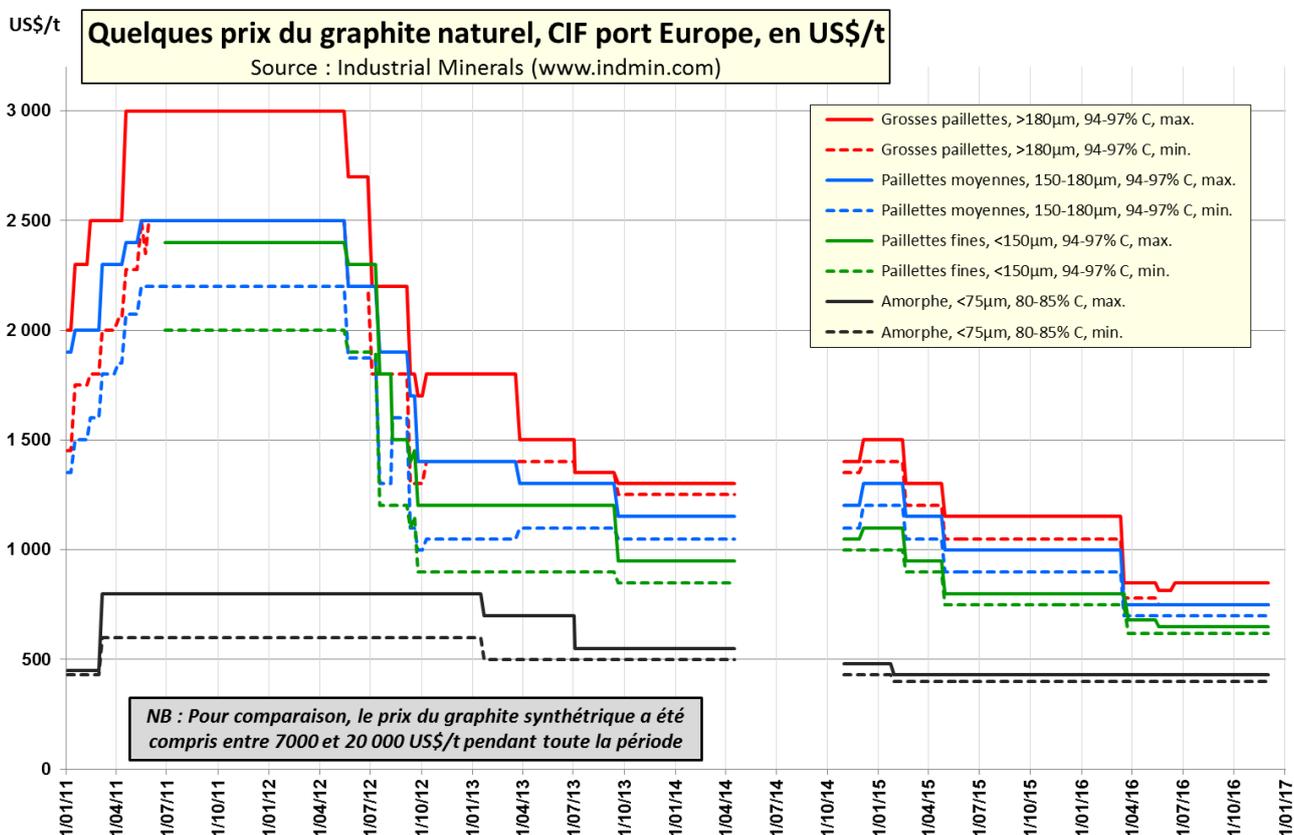
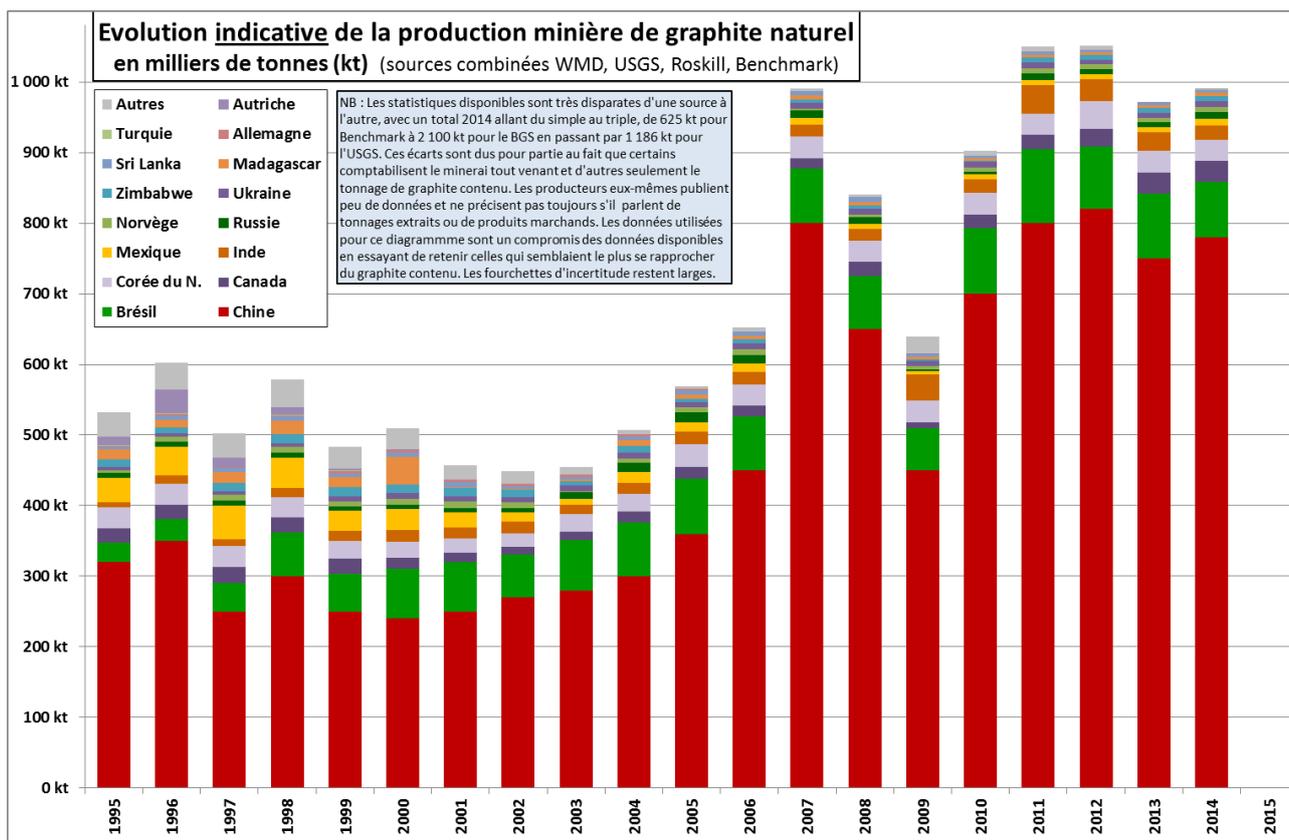
Réserves minières de graphite naturel

telles que publiées par l'USGS, janvier 2016

(NB : Les réserves turques semblent surestimées, elles pourraient correspondre à un tonnage de minerai et non de produit marchand)



EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DES PRIX



NB : Prix non recueillis entre mai et octobre 2014

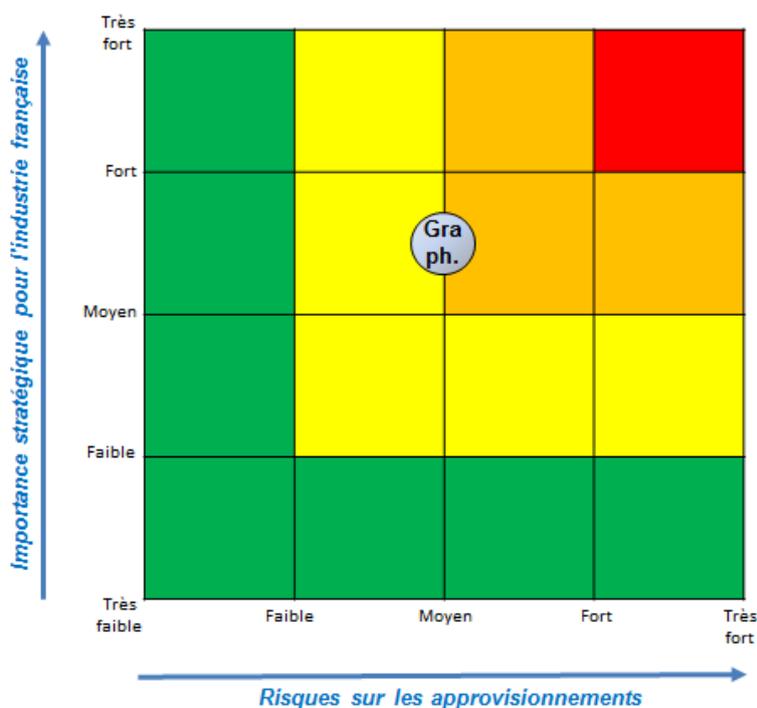
COMMERCE EXTERIEUR DE LA FRANCE

Statistiques françaises d'import-export de produits bruts et intermédiaires de graphite naturel

Données brutes de collecte, CAF-FAB hors matériel militaire. Source : <http://lekiosque.finances.gouv.fr>

	2014			2015			Evolution 2014-2015		Principaux partenaires en 2015 (% des tonnages)
	Valeur	Masse	val.unit.	Valeur	Masse	val.unit.	En valeur	En masse	
Graphite naturel, en poudre ou en paillettes (25041000)									
Exportations	79 k€	42 t	1.9 €/kg	89 k€	24 t	3.7 €/kg	12.7%	-42.9%	Afrique du Sud 42%, Allemagne 21%
Importations	2 760 k€	3 211 t	0.9 €/kg	3 234 k€	3 138 t	1.0 €/kg	17.2%	-2.3%	Allemagne 52%, Chine 20%, Brésil 11%
Solde	-2 681 k€	-3 169 t		-3 145 k€	-3 114 t				
Graphite naturel, autre qu'en poudre ou en paillettes (25049000)									
Exportations	663 k€	222 t	3.0 €/kg	406 k€	107 t	3.8 €/kg	-38.8%	-51.8%	Brésil 88%
Importations	1 533 k€	7 936 t	0.2 €/kg	1 486 k€	6 372 t	0.2 €/kg	-3.1%	-19.7%	Espagne 97%
Solde	-870 k€	-7 714 t		-1 080 k€	-6 265 t				
Graphite colloïdal et semi-colloïdal (38012010 et 38012090)									
Exportations	300 k€	117 t	2.6 €/kg	77 k€	28 t	2.8 €/kg	-74.3%	-76.1%	Inde 36%, Turquie 36%
Importations	9 907 k€	5 786 t	1.7 €/kg	8 462 k€	5 479 t	1.5 €/kg	-14.6%	-5.3%	Allemagne 99%
Solde	-9 607 k€	-5 669 t		-8 385 k€	-5 451 t				
Cumul du graphite naturel									
Solde	-13 158 k€	-16 552 t		-12 610 k€	-14 830 t		-4.2%	-10.4%	
Pour information, nomenclatures concernant ou incluant le graphite artificiel									
Graphite artificiel (38011000)									
Exportations	71 803 k€	17 236 t	4.2 €/kg	68 623 k€	16 358 t	4.2 €/kg	-4.4%	-5.1%	Italie 28%, Allemagne 28%, Japon 14%
Importations	50 228 k€	28 972 t	1.7 €/kg	41 686 k€	23 277 t	1.8 €/kg	-17.0%	-19.7%	Chine 25%, Allemagne 17%, Italie 16%
Solde	21 575 k€	-11 736 t		26 937 k€	-6 919 t				
Électrodes en graphite (ou en autre carbone) pour usages électriques (fours ou autres) (85451100 et 85451900)									
Exportations	211 938 k€	75 195 t	2.8 €/kg	160 993 k€	57 728 t	2.8 €/kg	-24.0%	-23.2%	Turquie 11%, Canada 7%, Mozambique 7%
Importations	47 541 k€	29 128 t	1.6 €/kg	42 562 k€	35 915 t	1.2 €/kg	-10.5%	23.3%	Chine 70%, Italie 7%, Allemagne 7%
Solde	164 397 k€	46 067 t		118 431 k€	21 813 t				

CRITICITE DU GRAPHITE NATUREL

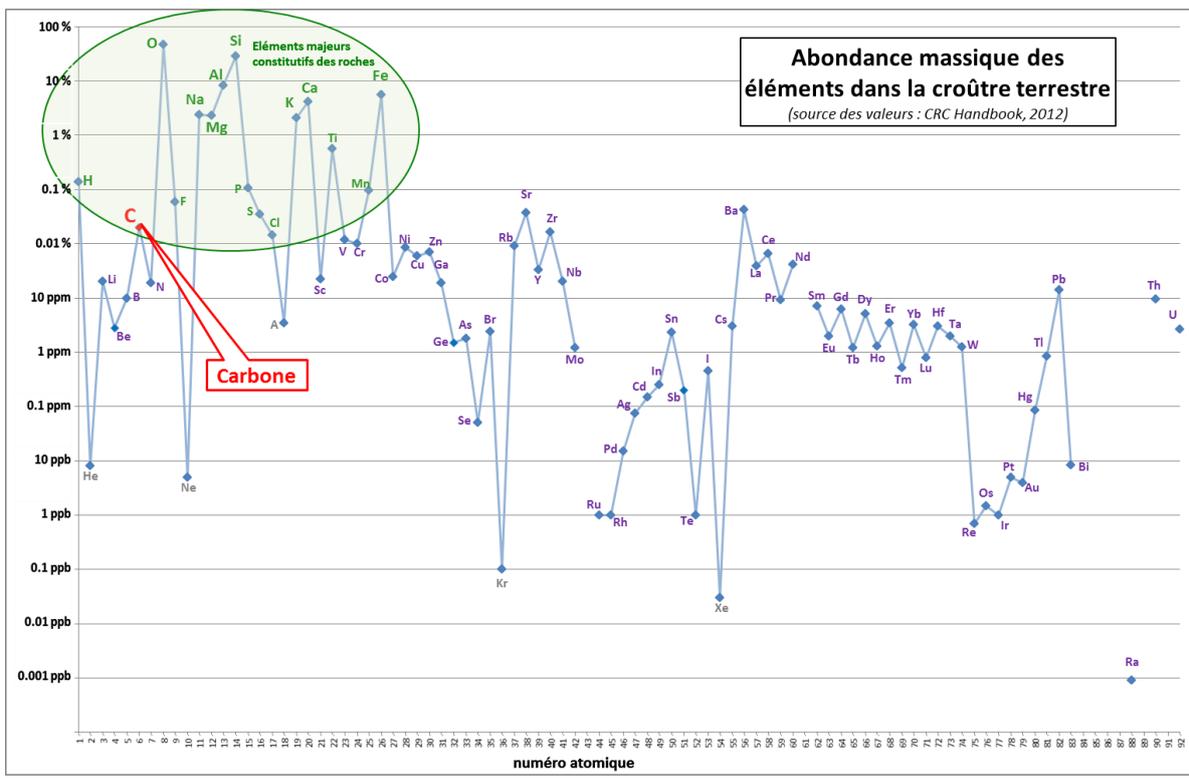
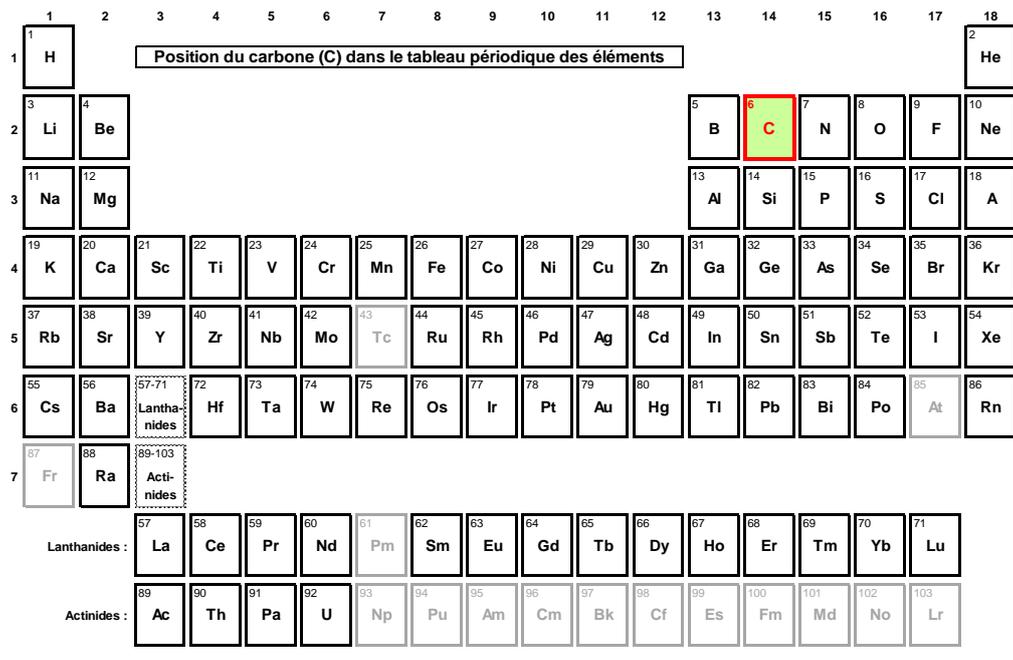


LE GRAPHITE NATUREL, PROPRIETES

Quelques propriétés du carbone

Numéro atomique : 6
 Masse atomique : 12,0107
 Température de sublimation : 3 825 °C
 Densité : 2,267 (graphite)
 Dureté Mohs : 0,5
 Abondance naturelle : 200 ppm

De par sa structure cristalline particulière, le graphite possède des propriétés des métaux et des non-métaux. Il est de couleur noire, avec un éclat sub-métallique. Il est tendre, gras au toucher, il laisse une trace noire sur le papier ou les doigts.
 En raison de ses propriétés, le graphite est utilisé dans de nombreuses applications : réfractaires, lubrifiants, revêtements, piles et batteries, etc.
 Il existe 3 types de graphite naturel : graphite en paillettes, en masses cristallisées et amorphe, provenant de différents gisements.



AVERTISSEMENT

Les informations, chiffres et graphiques figurant dans la présente "fiche de synthèse sur criticité" sont extraites de bases 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. Certains pays, parmi lesquels la Chine, aujourd'hui le principal producteur mondial de 28 matières premières minérales, ne publient guère de données statistiques relatives à leur industrie minérale, et les données qui sont publiées ne sont pas toujours vérifiables. Dans certains pays, des règles interdisent la publication de données de production ou de réserves lorsque cette publication pourrait divulguer des données considérées comme confidentielles par des entreprises productrices, dès lors que le nombre restreint 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. Toutes les entreprises n'ont pas non plus les mêmes obligations de rapportage de leurs activités, ces obligations étant très faibles ou nulles pour les entreprises non cotées en bourse, financées par des capitaux privés ("private equity"). Et tous les États n'imposent pas non plus les mêmes obligations de transparence aux entreprises établies sur leurs territoires.

Certaines données de production, consommation ou échanges proviennent des statistiques du commerce mondial, basées sur la nomenclature statistique internationale des produits définie 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 "Comtrade" des Nations Unies. Ces données sont cependant, elles aussi, délicates à utiliser ou à interpréter : certains chiffres relatifs aux exportations et aux importations mondiales ne se correspondent pas, certains pays ne fournissent pas leurs informations. De plus, ces données ne fournissent pas d'indications sur la consommation intérieure de minéraux et métaux produits à l'intérieur d'un même pays.

Cette situation complique les analyses pour certaines matières premières, notamment pour les métaux utilisés pour des applications de haute technologie. La fiabilité de certaines données peut être douteuse lorsque celles-ci proviennent de simples déclarations par les autorités de pays producteurs interrogés pour calculer le montant des réserves de telle ou telle matière première minérale.

L'existence d'un marché noir de certaines matières premières est également à prendre en compte. C'est probablement le cas d'une petite partie de la production chinoise, mais aussi des pays limitrophes (Birmanie, etc.).

Ces limitations peuvent cependant être parfois contournées en recoupant plusieurs sources d'information.

De même, les prix des métaux rares et des minéraux industriels ont des degrés de précision et de fiabilité divers. Seuls les métaux de base (Al, Cu, Ni, Pb, Sn, Zn, Co, Mo) et les métaux précieux (Au, Ag, Pt, Pd, Rh) font l'objet de cotations quotidiennes sur les marchés boursiers. Les autres métaux font l'objet de commercialisations dans le cadre de contrats de gré à gré entre producteurs et acheteurs, qui peuvent être des maisons de négoce. Les prix de transaction ne sont pas rendus publics. Des sources d'information spécialisées, accessibles uniquement sur abonnement, telles qu'Industrial Minerals (pour les minéraux industriels), Metal-Pages, Metal Bulletin ou Platts fournissent des fourchettes de prix de transactions pour une vaste gamme de matières premières minérales. L'évolution de ces prix, qui peuvent ne représenter qu'une faible partie du marché réel, est la principale source d'information sur l'évolution de l'offre et de la demande.

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 cas d'enjeux économiques importants pour une entreprise, il est fortement recommandé de faire appel à une ou plusieurs expertises externes.

En tout état de cause le BRGM et le COMES déclinent 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.