

Ferrosilicium 2023

Les ferrosiliciums contiennent, en masse, de 8 à 95,1 % de silicium, celui à 75 % de silicium étant le plus utilisé. Ils représentent les 4/5 de l'utilisation du silicium (hors silice) et 19,5 % de la production de ferro-alliages.

Les ferrosilicomanganèses renferment de 60 à 75 % de Mn et de 10 à 35 % de Si. Celui produit par Eramet en Norvège contient 65 % de Mn et 17 % de Si.

Autres ferro-alliages contenant du silicium : silico-ferro-chrome, ferro-silico-aluminium, silico-ferro-titane, silico-calcium, ferro-silico-magnésium.

Répartition de la production de ferroalliages en fonction de leur nature : en 2018.

en %

FeSiMn	29,1	FeMn	15,3
FeCr	23,7	Si*	7,4
FeSi	19,5	FeNi	4,9

Source : IOP Conference Serie, Mater. Sci. Eng., 866 (2020)

*Le silicium ayant un mode de production identique à celui des ferroalliages, il est rattaché à ces derniers.

Matières premières

[Quartz](#), ferrailles et [coke](#) métallurgique, [houille](#) ou coke de pétrole.

Fabrication industrielle

Ils sont élaborés au four électrique à électrodes immergées, comme le [silicium](#), par réduction de SiO₂, à l'aide de coke, en présence de ferrailles. L'électricité représente 20 à 25 % des coûts de production (8 500 kWh/t de ferrosilicium à 75 %). La [fumée de silice](#) produite est récupérée pour élaborer des bétons hautes performances (voir le chapitre [silices synthétiques](#)).

Productions

En 2022, la production mondiale de ferrosilicium était de 8,36 millions de t, celle de ferrosilicomanganèse, en 2021, de 15,8 millions de t et celle de ferro-chrome-silicium, en 2019, de 189 000 t. La production dans l'Union européenne de ferrosilicium, en 2014, était de 244 600 t, celle de ferrosilicomanganèse de 179 000 t.

en milliers de t d'alliage

	Fe-Si en 2022	Si-Mn en 2021		Fe-Si en 2022	Si-Mn en 2021
Chine	5 800	10 650	Ukraine	43	663
Russie	880	52	Inde	90	2 276
Norvège	300	307	Brésil	290	203
États-Unis, estimation	250	–	Bhoutan	116	–
Malaisie	140	335	Slovaquie	12	49
Islande	122	–	Arabie Saoudite	–	65

Espagne	71	77	Kazakhstan	148	132
Afrique du Sud	60	151	Corée du Sud	29	146
Géorgie	–	323	Mexique	–	171

Source : USGS

En 2019, la production chinoise de ferrosilicium représente 66 % de la production mondiale, celle de ferrosilicomanganèse, en 2018, 67 % de la production mondiale.

Commerce international : en 2023.

Pour le ferrosilicium à plus de 55 % de Si :

Principaux pays exportateurs sur un total de 2,558 millions de t, en 2021.

en tonnes

Chine	379 353	Kazakhstan	132 773
Russie	302 223	Bhoutan	126 254
Malaisie	177 221	Islande	95 308
Brésil	170 891	Pologne	57 903
Norvège	167 417	Iran	56 451

Source : ITC

Les exportations chinoises sont destinées à 24 % au Japon, 22 % à la Corée du Sud, 9 % à l'Indonésie, 7 % au Mexique.

Principaux pays importateurs sur un total de 2,511 millions de t, en 2022.

en tonnes

Japon	348 875	Italie	119 460
Corée du Sud	212 334	Turquie	104 044
États-Unis	198 552	Pays Bas	90 815
Allemagne	163 201	Belgique	89 063
Inde	162 021	Taipei chinois	71 352

Source : ITC

Les importations japonaises proviennent à 27 % de Chine, 22 % de Russie, 20 % de Malaisie, 17 % du Brésil, 6 % d'Islande.

Pour les ferrosilicomanganèse :

Principaux pays exportateurs sur un total de 3,493 millions de t, en 2022 :

en tonnes

Inde	1 318 320	Géorgie	157 637
Ukraine	332 387	Kazakhstan	156 518
Malaisie	284 600	Zambie	113 370
Norvège	280 858	Italie	102 370
Pologne	161 774	Afrique du Sud	87 038

Source : ITC

Les exportations indiennes sont destinées à 14 % à l'Italie, 13 % au Japon, 8 % aux Émirats Arabes Unis, 7 % à Taipei chinois.

Principaux pays importateurs sur un total de 3,620 millions de t, en 2022 :

			en tonnes
États-Unis	280 649	Émirats Arabes Unis	106 344
Turquie	248 294	Russie	104 919
Japon	239 694	Indonésie	103 885
Pologne	219 831	Taipei chinois	95 961
Allemagne	181 627	Égypte	91 815

Source : ITC

Les importations des États-Unis proviennent à 20 % d’Afrique du Sud, 18 % d’Australie, 16 % de Géorgie, 14 % du Mexique, 11 % de Malaisie.

Producteurs :

- En Chine : le n°1 mondial est [Erdos Metallurgy Group](#) avec une capacité de production, à Erdos, en Mongolie Intérieure de 850 000 t/an de ferrosilicium et 300 000 t/an de ferrosilicomanganèse.
- En Russie : [RFA International](#) produit, dans son usine de Chelyabinsk avec 35 fours et dans celle de Kuznetsk, avec 15 fours, 450 000 t/an de ferrosilicium. [Mechel](#), a produit, en 2021, dans son usine de Bratsk, 77 700 t de ferrosilicium à 65 et 75 % de Si, pour une capacité de 87 300 t/an.
- En Ukraine avec les filiales du groupe Privat : [Nikopol Ferroalloy Plant](#), à Nikopol, avec 1 million de t/an de ferrosilicomanganèse et [Zaporizhiya Ferroalloys](#), avec, en 2019, une production de 62 600 t de FeSi à 65 % de Si et 143 200 t de FeSiMn à 17 % de Si.
- Aux États-Unis :
 - [FerroGlobe](#), voir ci-dessous.
 - [CC Metals and Alloys](#) : avec une capacité de 100 000 t/an dans son usine de Calvert City dans le Kentucky.
- En Norvège :
 - [Elkem](#), voir ci-dessous.
 - [Finnfjord](#) produit, dans 3 fours, 100 000 t/an dans son usine située près de Finnsnes, en Norvège.
 - [Eramet](#) produit du ferrosilicomanganèse (voir ci-dessous).

[FerroGlobe](#), issu de la fusion, en 2015, de FerroAtlantica et de Globe Speciality Metal, produit du ferrosilicium en Espagne, au Venezuela, aux États-Unis, en Afrique du Sud et en France. Par ailleurs, a acquis, en février 2018, les activités de Glencore dans le manganèse avec, en particulier, l’élaboration de ferrosilicomanganèse à Mo i Rana, en Norvège. Ses capacités de production sont de 343 000 t/an de ferrosilicium et 289 500 t/an de ferrosilicomanganèse et, en 2023, les ventes de ferrosilicium ont été de 147 874 t et celles d’autres alliages de silicium comme Ca-Si, de 43 557 t.

- En Espagne, les usines sont situées en Huesca, à Monzon (33 000 t/an de Si-Mn), en Cantabrique, à Boo (68 000 t/an de Si-Mn). Les usines de Galicie, à Cee (18 000 t/an de Fe-Si et 34 000 t/an de Si-Mn) et à Dumbria (61 000 t/an de Fe-Si) ont été vendues en juin 2019.
- Aux États-Unis, les usines, avec 85 000 t/an de Fe-Si, sont situées dans l’Ohio, à Beverly et dans l’Alabama, à Bridgeport.

- Au Venezuela, l'usine est située à Puerto Ordaz avec 23 000 t/an de Fe-Si et 22 000 t/an de Si-Mn.
- En Afrique du Sud, les usines, avec 67 000 t/an de Fe-Si, sont situées à New Castle et eMalahleni.
- En Norvège, la production est réalisée à Mo i Rana, avec 125 000 t/an de SiMn.
- Pour la France, voir ci-dessous.

Par ailleurs FerroGlobe produit du silico-calcium, en Argentine à Mendoza avec 21 000 t/an et en France à Château Feuillet (73) avec 15 000 t/an.

[Elkem](#), filiale du groupe chinois [Bluestar](#), produit du ferrosilicium :

- en Norvège, dans ses usines de Bremanger avec 32 000 t/an, Bjølvefossen avec 60 000 t/an, Rana avec 90 000 t/an,
- en Islande à Akranes avec 120 000 t/an,
- au Canada, province du Québec, à Chicoutimi avec 45 000 t/an,
- au Paraguay, à Limpio avec 11 000 t/an.

[Eramet](#), a produit, en 2021, 276 000 t de ferrosilicomanganèse standard ainsi que du ferrosilicomanganèse affiné, avec des usines :

- en Norvège, à Sauda, Porsgrunn et Kvinesdal, avec 165 000 t/an,
- en France, à Dunkerque, avec 70 000 t/an,
- aux États-Unis à Marietta,
- au Gabon, à Moanda, avec 65 000 t/an.

Situation française

Production : production, en 2021, de 44 000 t de ferrosilicium et de 68 000 t de ferrosilicomanganèse.

Producteurs :

- La production de [FerroGlobe](#) (ex-Pechiney Électrométallurgie racheté par FerroAtlantica devenu FerroGlobe) est effectuée à Laudun (30) avec 35 000 t/an de Fe-Si, Pierrefitte (65) avec 14 000 t/an de silicoalliages. En 2021, l'usine de Château Feuillet (73) a été fermée.
- [Eramet](#) produit du ferrosilicomanganèse dans son usine de Dunkerque, avec une capacité de production de 70 000 t/an.

Commerce extérieur : en 2023.

- Ferrosilicium à plus de 55 % de Si :
 - Les exportations étaient de 42 759 t avec comme principaux marchés à :
 - 57 % l'Allemagne,
 - 10 % l'Inde,
 - 10 % l'Espagne,
 - 6 % la Pologne.
 - Les importations s'élevaient à 38 175 t en provenance principalement à :
 - 16 % d'Allemagne,
 - 16 % de Norvège,
 - 15 % du Brésil,

- 14 % d'Italie,
- 9 % d'Islande.
- Ferrosilicomanganèse :
 - Les exportations étaient de 39 687 t avec comme principaux marchés à :
 - 82 % l'Allemagne,
 - 6 % la Belgique,
 - 4 % la Pologne,
 - 4 % le Royaume Uni.
 - Les importations s'élevaient à 50 637 t en provenance principalement à :
 - 44 % de Norvège,
 - 33 % d'Italie,
 - 7 % de Géorgie,
 - 4 % d'Espagne.

Utilisations

Consommations : la consommation européenne est d'environ 950 000 t/an de ferrosilicium. En 2019, la consommation des États-Unis a été de 217 000 t de ferrosilicium et de 143 000 t de ferrosilicomanganèse.

Secteurs d'utilisation du ferrosilicium

En 2016, dans le monde.

Élaboration des aciers 69 % Alliages de magnésium 13 %
 Fontes de moulage 17 %

Source : [Roskill](#)

Sidérurgie : comme désoxydant des aciers et élément d'alliage (pour plaques de transformateur et aciers inoxydables). Utilisation de 3 à 4 kg de ferrosilicium/t d'acier et environ 10 kg de ferrosilicium par tonne d'acier inoxydable.

Élaboration de [Mg](#) par silicothermie (voir le chapitre consacré au [magnésium](#)).