

CHROME 2015

MATIÈRES PREMIÈRES :

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 400 ppm.

Minerai : la chromite, FeCr_2O_4 , qui possède une structure spinelle (MgAl_2O_4) dans laquelle les ions Mg^{2+} sont partiellement substitués par des ions Fe^{2+} et les ions Al^{3+} partiellement substitués par des ions Fe^{3+} et Cr^{3+} pour donner une formule du type : $(\text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{2+})(\text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+})_2\text{O}_4$.

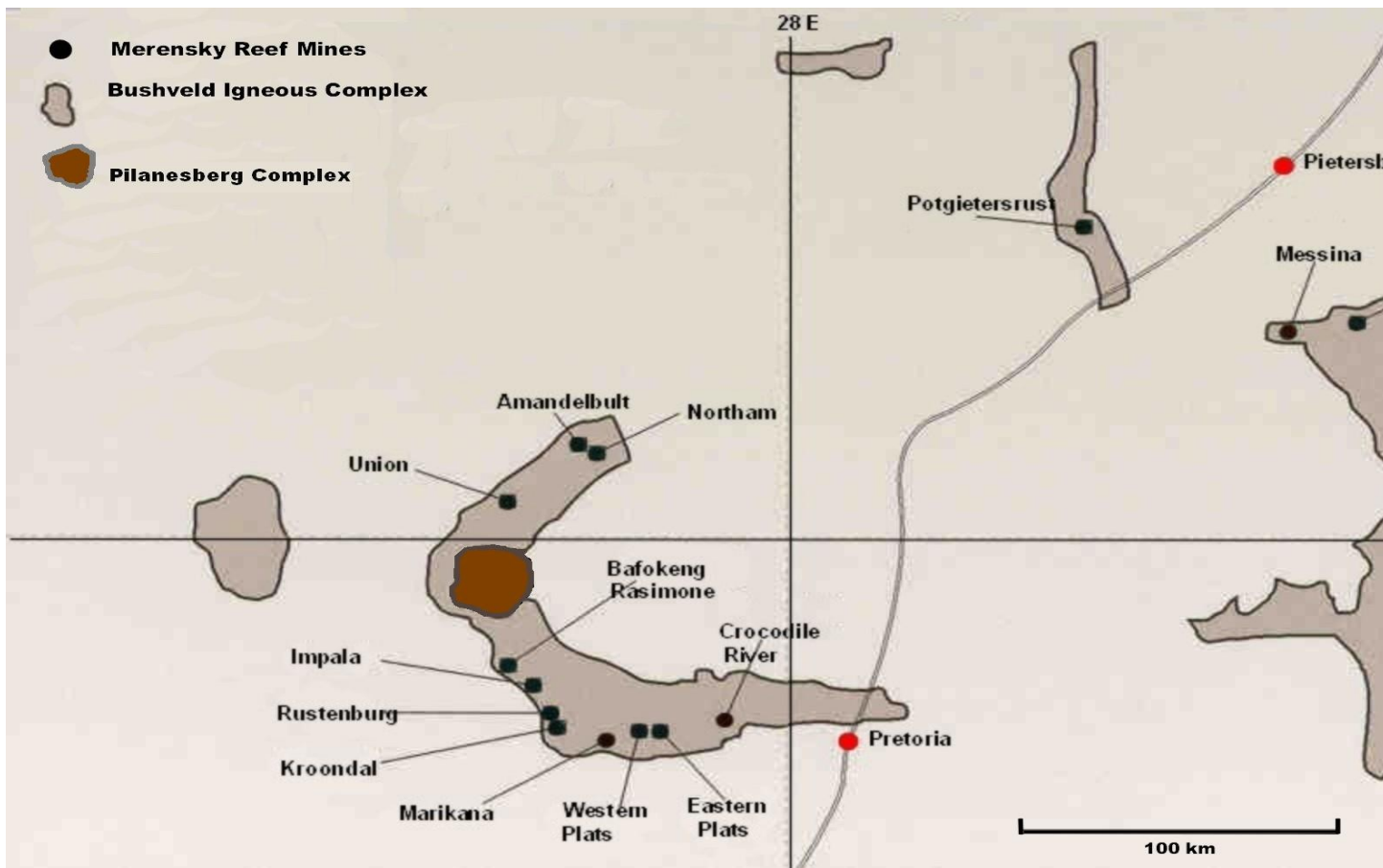
- Les minerais riches, contenant de 48 à 55 % de Cr_2O_3 , avec un rapport Cr/Fe > 3, sont destinés à la fabrication des ferrochromes. Ils sont extraits particulièrement au Kazakhstan, en Turquie, Russie et Albanie. Ces gisements, podiformes, se présentent sous forme de lentilles de minerai. Ils sont exploités d'abord à ciel ouvert puis souterrainement lors de l'avancement de l'extraction.

- Les minerais pauvres, contenant environ 30 % de Cr_2O_3 , avec un rapport Cr/Fe d'environ 1,6, initialement utilisés comme matériaux réfractaires sont, depuis l'introduction du procédé AOD d'élaboration des [aciers inoxydables](#), également employés pour élaborer des ferrochromes à basse teneur en Cr (50-55 % de Cr et 6-8 % de C) appelés charge-chrome. Ces gisements se présentent sous forme de couches successives et sont appelés stratiformes. Ils sont exploités particulièrement en Afrique du Sud, en Inde, au Zimbabwe, en Finlande et au Brésil.

Les minerais sont enrichis, en général, par gravimétrie à l'aide de spirales ou de tables à secousses.

En Afrique du Sud, le gisement géant stratiforme du Bushveld s'étend sur 66 000 km². Il est formé de couches peu épaisses, de moins de 1,5 m de minerai sur une épaisseur totale de 5 000 m et constitue, avec 3,1 milliards de t de minerai, les réserves les plus importantes au monde. Le Complexe du Bushveld est constitué de 3 lobes (ouest, nord et est) d'où provient toute la production minière de chrome, vanadium et platinoïdes d'Afrique du Sud. Le lobe ouest, le plus important, est situé au nord-ouest de Pretoria. L'une des couches de chromite, dénommée UG2 a la particularité d'être riche en [platinoïdes](#). En conséquence elle est exploitée pour produire ces derniers, la chromite constituant un co-produit récupéré lors d'opérations de flottation qui séparent les platinoïdes, associés à des sulfures, de la chromite constituant la gangue (voir le chapitre [platine](#)).

Carte du complexe du Bushveld publiée sur le site du [Lycée de Bois d'Olive](#) à La Réunion que nous remercions.



Productions minières : en 2015, en milliers de t de chromite, à 45 % de Cr_2O_3 . Monde : 27 000, Union européenne (Finlande), en 2014 : 1 035.

Afrique du Sud	15 000	Oman, en 2014	751
Kazakhstan	3 800	Albanie, en 2014	652
Turquie	3 600	Brésil, en 2014	490
Inde	3 500	Iran, en 2014	400
Finlande, en 2014	1 035	Zimbabwe, en 2014	400

Source : USGS

En Afrique du Sud, toutes les sociétés minières exploitent le Complexe du Bushveld dans des mines ou récupèrent la chromite présente dans les terrils résultant de l'extraction des platinoïdes de la couche UG2.

- [Glencore](#) possède 79,5 % de [Glencore-Merafe Chromium Venture](#) avec, en 2014, une production totale de chromite, pour Glencore en Afrique du Sud, de 3,05 millions de t. Les mines exploitées sont celles de Waterval avec une capacité de production de 240 000 t/an de chromite et 11,45 millions de t de réserves de minerai contenant 30,5 % de Cr_2O_3 et Kroondal, avec une capacité de 967 000 t/an et 11,63 millions de t de réserves de minerai contenant 29,9 % de Cr_2O_3 situées à Rustenburg, les mines de Thorncliffe avec une capacité de 871 000 t/an et 30,21 millions de t de réserves de minerai contenant 37,2 % de Cr_2O_3 et Helena avec une capacité de 814 000 t/an et 3,82 millions de t de réserves de minerai contenant 34,5 % de Cr_2O_3 situées à Steelpoort ainsi que les mines UG2-West avec une capacité de 2 220 000 t/an, UG2-East avec 133 000 t/an et Magareng

avec 731 000 t/an. Les réserves totales prouvées et probables sont, en 2015, de 65 millions de t de minerai titrant, en moyenne, 33,3 % de Cr_2O_3 .

- [Samancor](#) possède des mines dans 2 régions : ouest (Rustenburg) et est (Lydenburg), avec une production de 4 millions de t/an de minerai dont 70 % alimente les usines de ferrochrome de la société situées à Middelburg, Emalahleni, Steelpoort et Mooinooi. Le reste, environ 1 million de t/an, est exporté. Les mines de l'ouest sont souterraines avec Mooinooi et Millsell, celles de l'est sont souterraines (3) ou à ciel ouvert avec Doornbosch, Lannex, Tweefontein, Steelpoort.

- [Hernic Ferrochrome](#), détenu à 50,975 % par Mitsubischi (Japon), exploite les mines de Morula (souterraine) et Bokone (souterraine et à ciel ouvert) et produit 1,5 million de t/an.

- [Assmang](#) exploite la mine souterraine de Dwarsrivier, avec une capacité de production de 1,5 million de t/an.

- [International Ferro Metals Limited](#), exploite la mine de Lesedi, près de Buffelsfontein, à ciel ouvert et en souterrain, le minerai étant transformé en ferrochrome avec, en 2015, une production de 198 131 t. Les réserves prouvées et probables sont, en 2015, de 91,4 millions de t de minerai renfermant 27,85 % de Cr_2O_3 .

Au Kazakhstan et en Russie, la production est assurée, en partie, par [Eurasian Resources Group \(ERG\)](#), avec une production, en 2015, de 3,7 millions de t de chromite avec les mines de Donskoy, souterraine de Molodezhnaya et à ciel ouvert de Yujny.

Le groupe turc [Yildirim](#), exploite des mines en Turquie au travers de la société [Eti Krom](#) et au Kazakhstan la mine souterraine de Voskhod, près de Chromtau, dans la région d'Aktobe. En Turquie, avec une capacité de production de 1 million de t/an, la principale mine exploitée est celle de Guleman, dans la région d'Elazig et les réserves prouvées et probables sont de 250 millions de t. Au Kazakhstan, la capacité de production est de 1,3 million de t/an et les réserves sont de 20 millions de t de minerai, le minerai approvisionnant l'usine russe de production de ferrochrome de Tikhvin, à 200 km au sud-est de Saint-Pétersbourg.

En Inde, les mines sont exploitées à 90 % dans l'état d'Orissa. [Indian Metals & Ferro Alloys Ltd \(IMFA\)](#), possède les mines de Nuasahi, Sukinda et Chingudipal avec, en 2015, une production de 359 468 t de chromite et des réserves de 21 millions de t de minerai. [Balasore Alloys Limited](#) exploite la mine de Sukinda.

En Finlande, une chromite, de faible teneur, 35 % de Cr_2O_3 , est extraite de la mine de Kemi située en Laponie et exploité par [Outokumpu](#). Le gisement, stratiforme, s'étend sur 15 km de long et entre 0,2 et 2 km de large, sur une épaisseur de 2 km. La mine est exploitée à ciel ouvert depuis 1968 et souterrainement depuis 2003, avec une capacité de production de 1,25 million de t/an. Les réserves prouvées sont, en 2015, de 48 millions de t à 26 % de Cr_2O_3 .

Commerce international :

Le principal pays importateur de minerai est la Chine avec 10,4 millions de t de chromite, en 2015. Les importations chinoises proviennent, en 2015, à 73 % d'Afrique du Sud, 10 % de Turquie. Les ressources en chromite de la Chine sont faibles, avec en 2014, une production de 200 000 t.

En 2014, les exportations d'Afrique du Sud sont de 7 millions de t de chromite, à 40 % co-produite lors de l'exploitation des platinoïdes de la couche UG2 du Complexe du Bushveld.

Réserves : estimées, en 2015, à plus de 480 millions de tonnes de chromite à 45 % de Cr₂O₃, en milliers de t :

Kazakhstan	230 000	Inde	54 000
Afrique du Sud	200 000	Etats-Unis	620

Source : USGS

Utilisations de la chromite : en 2014

<u>Sidérurgie</u>	95,8 %	Fonderie	1,5 %
Chimie	2,5 %	Réfractaires	0,2 %

Source : ICDA

La chromite est, à 90 %, transformée en ferrochrome, lui-même utilisé à 77 % pour l'élaboration d'aciers inoxydables, pour lesquels il est irremplaçable.

Pour l'élaboration de produits chimiques la chromite est d'abord transformée en dichromate de sodium, Na₂Cr₂O₇.

En fonderie, la chromite est utilisée comme "sable" de confection de moules. Sa température de fusion est de 2 150°C.

Pour une utilisation comme produit réfractaire, la somme des teneurs en Cr₂O₃ et Al₂O₃ doit être supérieure à 57 %, avec une teneur en silice inférieure à 0,7 %.

METALLURGIE : la chromite est principalement transformée en ferrochromes. La transformation en métal ne concerne qu'une très faible part de l'utilisation de la chromite.

Ferrochromes : ils contiennent de 50 à 65 % de chrome et sont élaborés par réduction au four électrique à arc, en présence de coke. La consommation électrique est comprise entre 2 900 et 4 100 kWh/t de ferrochrome.

Principaux types de ferrochrome : ils se distinguent principalement par leur teneur en carbone.

- Charge-chrome : 50 à 55 % de Cr, 6 à 8 % de C, 2 à 5 % de Si. C'est l'alliage de chrome le plus utilisé dans la fabrication des aciers spéciaux, dont les aciers inoxydables.

- Le ferrochrome carburé : 60 à 65 % de Cr, 4 à 8 % de C. Il est utilisé principalement dans l'élaboration des aciers inoxydables.

Le ferrochrome carburé et la charge chrome représentent, en 2014, 94 % de la production mondiale de ferrochrome.

- Le ferrochrome moyen carbone : 55 à 70 % de Cr, de 2 à 4 % de C. Il représente 2 % de la production mondiale de ferrochrome.

- Le ferrochrome bas carbone affiné et suraffiné : 67 à 75 % de Cr, 0,02 à 0,5 % de C, est employé dans la fabrication de la fonte et des aciers. Il représente 4 % de la production mondiale de ferrochrome.

Productions de ferrochrome, en 2014, en milliers de t. Monde : 11 800 (10 720, en 2015), Union européenne (Finlande, Suède, Allemagne) : 534.

Chine, en 2015	3 820	Russie	500
Afrique du Sud, en 2015	3 780	Finlande	450
Kazakhstan	1 200	Zimbabwe	214
Inde, en 2015	860	Brésil	185

Source : USGS

La Chine est devenue premier producteur mondial de ferrochrome en 2012. En 2014, la Chine a importé 2 millions de t dont 1,4 million d'Afrique du Sud.

La production d'Afrique du Sud, qui pourrait être plus importante, souffre de difficultés d'approvisionnement en énergie électrique.

En 2015, la production mondiale de charge-chrome est de 7,287 millions de t, celle de ferrochrome HC, de 3,389 millions de t.

Producteurs : principaux producteurs mondiaux, en 2014, en milliers de t.

<u>Glencore-Merafe</u> (Afrique du Sud)	1 560	<u>Tianjin Metallurgy</u> (Chine)	400
<u>ERG</u> (Kazakhstan)	1 200	<u>EHUI Metallurgy</u> (Chine)	300
<u>Samancor</u> (Afrique du Sud)	1 150	<u>Hernic Ferrochrome</u> (Afrique du Sud)	300
<u>Outokumpu</u> (Finlande)	441	<u>ASA Metals</u> (Afrique du Sud)	

Source : Merafe

- Glencore a produit, en 2015, en Afrique du Sud, 1,462 million de t de ferrochrome dans les usines de Wonderkop, avec une capacité de production de 553 000 t/an, Rustenburg, avec 430 000 t/an, Boshhoek, avec 240 000 t/an, ces usines étant alimentées par les mines de Kroondal, Waterval et Marikana ainsi que dans les usines de Lydenburg, avec 396 000 t/an et Steelport (Lion I et II, avec 360 000 t/an chaque), alimentées par les mines de Thorncliffe, Helena et Marareng.

- Eurasian Resources Group (ERG) a produit, en 2012, 1,2 million de t de ferrochrome carburé, 91 000 t de ferrochrome bas carbone, 47 000 t de ferrochrome moyennement carburé et 185 000 t de ferrosilicochrome. La production est réalisée au Kazakhstan avec les usines de Kazchrome à Aktobe et Asku avec des capacités de production de 790 000 t/an de ferrochrome carburé et 109 000 t de ferrosilicochrome et en Russie, à Serov, région de Sverdlovsk, avec des ferrochromes carburé, moyen et bas carbone et du ferrosilicochrome.

- Samancor possède des capacités de production, en Afrique du Sud, de 1 million de t/an de charge-chrome, 70 000 t/an de ferrochrome moyennement carburé et 40 000 t/an de ferrochrome bas carbone, dans ses usines de Emalahleni, Middelburg, Steelport et Mooinooi.

- Outokumpu a produit, à Tornio, en Finlande, en 2015, 457 000 t de ferrochrome, à partir de chromite extraite à Kemi, mine proche de Tornio.

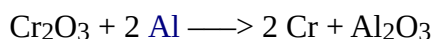
- Le groupe turc Yildirim produit du ferrochrome HC en Turquie, à Elazig, avec 160 000 t/an, au travers de la société Eti Krom, en Russie au travers de Tikhvin Ferroalloys (TFZ) avec une capacité de 130 000 t/an et en Suède, au travers de la société Vargön Alloys avec une capacité de 250 000 t/an.

- [Hernic Ferrochrome](#) possède des capacités de production, en Afrique du Sud, de 420 000 t/an de charge-chrome à Maroelabult.
- [Sinosteel - ASA Metals \(Pty\) Ltd](#) possède des capacités de production, en Afrique du Sud, de 400 000 t/an de charge-chrome.
- [Indian Metals & Ferro Alloys Ltd \(IMFA\)](#) possède, en Inde, dans l'état d'Orissa, à Therubali et Choudwar, des capacités de production de 275 000 t/an de ferrochrome carburé et, en 2015, a produit 188 849 t de ferrochrome.
- [Assmang](#) possède, à Machadodorp, en Afrique du Sud, des capacités de production de 290 000 t/an de charge-chrome, à l'arrêt depuis 2012.

Chrome métal :

- Fabriqué par aluminothermie à partir d'oxyde de chrome (procédé employé en Chine, France, Russie et Royaume Uni et couvrant 70 % des besoins) ou par électrolyse à partir de ferrochrome (procédé utilisé en Russie et couvrant 30 % des besoins).

Par aluminothermie, la réaction mise en jeu est la suivante :



L'oxyde de chrome doit être chimiquement pur. La réaction bien que fortement exothermique, n'apporte pas suffisamment d'énergie pour que les produits formés, réfractaires, se séparent correctement, par décantation, à l'état liquide. Pour élever la température, une partie de Cr_2O_3 est remplacée par un composé de degré d'oxydation plus élevé (CrO_3 ou mieux, contenant des ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). De 10 à 15 t de produit sont traitées à chaque opération.

Au laboratoire, le chrome peut être préparé par aluminothermie dans des conditions proches de celles utilisées industriellement en prenant un mélange de 60 g de dichromate de potassium et de 200 g d'oxyde de chrome (Cr_2O_3) pour 90 g d'aluminium (de granulométrie < 200 micromètres), introduit dans un creuset en alumine. Cette préparation nécessite de prendre des précautions face aux projections incandescentes et au risque toxique des poussières de chrome VI.

Le chrome obtenu par aluminothermie, malgré sa pureté élevée (99,5 à 99,8 %) n'est pas malléable même à 900°C. Il faut le purifier à l'aide de procédés tels que la [méthode Van Arkel](#) ou la fusion de zone pour obtenir du chrome laminable à 50-80 % vers 500°C. Dans ce cas, la transition ductile-fragile (fonction de la pureté) peut être proche de la température ambiante.

- [Capacités de production](#), en 2014, en milliers de t. Monde : 53, Union européenne : 20.

Russie	16	Royaume Uni	8
Chine	15	Japon	1
France	12		

Source : USGS

- Les importations des Etats-Unis, ont été, en 2014, de 17 400 t.

- [Producteurs](#) :

[Delachaux](#), Division Métaux (France) avec une capacité de production par aluminothermie de 12 000 t/an à Marly-lez-Valenciennes (59).

Kluchevsky Ferroalliages (Russie), filiale du groupe Midural, avec une capacité de production, par aluminothermie, de 10 000 t, à Dvurechensk, dans la région de Sverdlovsk.

Polema (Russie) par électrolyse à Novotulsky.

AMG Superalloys UK (Royaume-Uni) avec une capacité de production, par aluminothermie, de 7 000 t/an à Rotherham, au Royaume-Uni.

Japan Metals & Chemicals (JMC, Japon) produit par électrolyse à Research Triangle Park, en Caroline du Nord (Etats-Unis) et à Oguni (Japon).

PRODUITS CHIMIQUES : le principal produit chimique élaboré est le dichromate de sodium $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Sa fabrication est effectuée dans un four tournant, vers 1000°C , à partir d'un mélange de chromite et de carbonate de sodium qui donne du chromate de sodium selon la réaction :



Le chromate de sodium soluble dans l'eau chaude donne, par acidification à l'aide d'acide sulfurique, du dichromate qui est cristallisé ensuite sous forme dihydratée.

Les différents autres composés chimiques du chrome (dichromates d'ammonium ou de potassium, oxydes, sulfate, acide chromique...) sont obtenus à partir du dichromate de sodium.

Capacités de production, en 2014, en milliers de t de chrome contenu. Monde : 352.

Chine	140	Inde	31
États-Unis	38	Afrique du Sud	23
Kazakhstan	37	Turquie	17
Russie	31	Japon	17

Source : USGS

En 2012, la production mondiale de dichromate de sodium est de 700 000 t.

Producteurs :

- Chongqing Minfeng Chemical Co., Ltd., en Chine.
- Elementis Chromium, aux Etats-Unis, à Castle Hayne, en Caroline du Nord et Corpus Christi, au Texas.
- JS Aktyubinsk Chromium Chemicals Plant (ACCP), à Aktobe, au Kazakhstan.
- Russian Chrome Chemicals 1915, filiale du groupe Midural.
- Lanxess, en Afrique du Sud, extrait de la chromite à Rustenburg qui est transformée en dichromate de sodium et acide chromique à Newcastle puis en sulfate et sels de tannage à Merebank, près de Durban, avec une production de 64 000 t. La chromite extraite en Afrique du Sud est également transformée en produits chimiques, à Zárate en Argentine et le dichromate de sodium fabriqué à Newcastle est transformé en pigments à Krefeld-Uerdingen, en Allemagne.

RECYCLAGE

Le chrome contenu dans les aciers inoxydables est recyclé lors du recyclage de ces matériaux. De même pour le chrome contenu dans les aciers courants. Le taux de recyclage du chrome, dans le

monde, est estimé à 38 %. Ce taux est de 34 %, en 2015, aux Etats Unis, avec un recyclage de 162 000 t de chrome.

En France, la société Befesa Valera, filiale du groupe espagnol Abengoa, traite, à Gravelines (59), dans 2 fours à arc immergé, des poussières d'aciéries inoxydables et des déchets d'aciers inoxydables afin de récupérer le nickel et le chrome contenu, avec une capacité de traitement de 120 000 t/an d'acier inoxydable. Les déchets sont conditionnés sous forme de briquettes qui, additionnées de coke et de scorifiants sont introduites dans les fours d'où des coulées sont effectuées plusieurs fois par jour. Ce groupe possède également une usine du même type à Landskrona, en Suède, avec une capacité de traitement de 65 000 t/an d'acier inoxydable.

SITUATION FRANÇAISE : en 2015.

Minerai :

- Pas de production. Une production, terminée en 1991, a eu lieu en Nouvelle Calédonie avec 60 000 t de minerai en 1989.
- Importations : 12 169 t d'Afrique du Sud pour 50 %, d'Albanie pour 29 %, de Belgique pour 8 %.
- Exportations : 3 628 t vers l'Espagne pour 31 %, l'Allemagne pour 21 %, l'Italie pour 16 %, la République tchèque pour 11 %, la Belgique pour 10 %.

Ferrochrome :

- Pas de production.

Carburé et charge-chrome :

- Importation : 98 884 t d'Afrique du Sud pour 52 %, du Kazakhstan pour 12 %, de Finlande pour 9 %.
- Exportations : 1 015 t vers l'Italie pour 74 %, le Portugal pour 16 %.

Moyennement carburé :

- Importations : 711 t d'Allemagne pour 39 %, de Russie pour 32 %, de Suède pour 25 %.
- Exportations : 6 t vers l'Espagne à 100 %.

Bas carbone :

- Importations : 9 917 t de Russie pour 48 %, d'Allemagne pour 14 %, de Belgique pour 14 %.
- Exportations : 725 t vers l'Allemagne pour 31 %, les Pays Bas pour 29 %, l'Italie pour 7 %.

Chrome Métal :

- Production, en 2012, de 9 800 t.

- Producteur :

Delachaux, à Marly-lez-Valenciennes (59), possède une capacité de la production 12 000 t/an. C'est le premier producteur européen de chrome métal par aluminothermie, le 3^{ème} mondial. La production est à 90 % exportée.

- Importations : 518 t de Russie à 50 %, des Pays Bas à 31 %.
- Exportations : 7 949 t vers les Etats Unis pour 32 %, l'Allemagne pour 19 %, le Royaume Uni pour 10 %.

Produits chimiques :

- Importations de trioxyde : 1 956 t d'Allemagne pour 44 %, des Etats Unis pour 22 %, de Turquie pour 16 %.
- Importation de dichromate de sodium : 4 076 t de Belgique pour 42 %, d'Italie pour 32 %, de France pour 26 %.

d'Afrique du Sud pour 24 %.

- Exportations de trioxyde : 356 t vers la Turquie pour 22 %, le Canada pour 12 %, l'Italie pour 1 %.

- Exportations de dichromate de sodium : 48 t vers les Pays Bas pour 56 %, le Royaume Uni pour 13 %, l'Autriche pour 13 %.

UTILISATIONS :

Consommations : en 2010, la consommation mondiale de chromite a été de 22,3 millions de t. En 2015, la consommation de ferrochrome a été de 11,1 millions de t.

Secteurs d'utilisation : en 2014 dans le monde.

Sidérurgie	95,8 %	Fonderie	1,5 %
Chimie	2,5 %	Réfractaires	0,2 %

Source : ICDA

En sidérurgie, l'emploi dans les aciers inoxydables représente 77 % des utilisations, dans les aciers alliés : 19 %, dans les autres aciers : 4 %.

En chimie, l'emploi dans le tannage du cuir représente 32 % des utilisations, comme revêtement métallique : 20 %, sous forme de métal : 20 %, comme pigment : 15 %, pour la préservation du bois : 9 %.

En fonderie, la chromite est employée comme "sable de moulage".

Ferrochrome : il est utilisé à 80 % pour l'élaboration d'aciers inoxydables, pour lesquels il est irremplaçable.

Métal : utilisé dans les superalliages (en présence de [Ni](#) et [Co](#), voir le chapitre consacré au [nickel](#)) et divers autres alliages. La consommation mondiale a été de 43 000 t, en 2012.

- Répartition des utilisations en France :

Superalliage	52 %	Alliages	10 %
Alliages d'aluminium	12 %	Résistance électrique	6 %
Soudage et revêtement	12 %	Autres	8 %

Composés chimiques : le principal composé chimique utilisé est le dichromate de sodium $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, qui entre dans la composition des produits de protection du bois (en présence d'[arsenic](#), voir ce chapitre), des colorants de textiles, dans la fabrication de pigments minéraux. Le dichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ est utilisé en photographie argentique, pyrotechnie, gravure de lithographie, colorant de céramiques. Le dichromate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ donne par calcination le dioxyde de chrome CrO_2 pour bandes magnétiques vidéo et audio et est utilisé comme agent oxydant dans des synthèses organiques.

L'acide chromique CrO_3 entre dans la fabrication de catalyseurs, de pigments minéraux, permet le mordantage des textiles, le chromage dur et décor.

Le sulfate de chrome Cr_2SO_4 est employé dans le tannage du cuir.

Le trioxyde de chrome Cr_2O_3 est utilisé pour élaborer le chrome métal, des produits réfractaires, des pigments.

Chromage : on distingue le chrome décor du chrome dur.

Chrome décor : le dépôt de chrome est effectué, par électrolyse, sous faible épaisseur (généralement de 0,2-0,3 micromètres), pour recouvrir des pièces métalliques qui sont essentiellement nickelées (voir le chapitre [nickel](#)). La couche finale de chrome n'a qu'un rôle esthétique, il permet d'éviter le ternissement de la surface de nickel par sulfuration.

Chrome dur : le dépôt de chrome est effectué, par électrolyse, sous forte épaisseur (de plusieurs micromètres à quelques dixièmes de mm), directement sur la pièce à protéger. Le revêtement de chrome apporte une excellente résistance à l'usure, aux frottements, à la corrosion, une grande dureté de surface et des propriétés antiadhérentes. Utilisé pour de nombreuses pièces mécaniques en automobile (vilebrequins, chemises de cylindres...), aéronautique (pièces de réacteurs...), machines-outils (arbres de transmission...), outils (instruments de mesure...), moules pour plastiques...

Conditions de chromage : par électrolyse, vers 50-60°C, la pièce à revêtir étant placée à la cathode. L'anode est en alliage de [Pb](#) (7 % de [Sb](#)) et la densité de courant de 40 à 50 A/dm². Composition du bain : CrO₃ : 250 g/L, [H₂SO₄](#) : 2,5 g/L, vitesse de dépôt : environ 40 micromètres/h.

TOXICITE d'après les fiches de l'[INERIS](#) et de l'[INRS](#).

Les principaux composés courants du chrome présentant une toxicité élevée sont ceux des degrés d'oxydation III et VI. La voie de pénétration principale dans l'organisme est la voie respiratoire avec passage dans la circulation sanguine de 20 à 30 % du Cr(VI) inhalé. Ce taux est de 2 à 9 % par voie orale et de 1 à 4 % par voie cutanée. Les composés de chrome, oxydants puissants, ont une forte action corrosive se traduisant par des atrophies, ulcérations et perforations de la cloison nasale ainsi que par une diminution des fonctions pulmonaires et des pneumonies. Les composés de chrome VI plus solubles que les composés de chrome III sont plus facilement absorbés. Ils diffusent rapidement à travers les membranes et détruisent ainsi les cellules épithéliales.

Dans l'organisme, le chrome VI est réduit en chrome III, sa demie-vie étant de 15 à 41 h. Au cours de sa réduction des composés très réactifs, par exemple de chrome V, peuvent être produits. Toutefois, le Cr(III), à l'état de trace, est nécessaire à l'organisme humain, en particulier pour le métabolisme du cholestérol, des graisses et du glucose. Une carence en chrome induit des hyperglycémies et des hypercholestérolémies.

Par ailleurs, les composés de chrome III et VI sont mutagènes et cancérigènes (cancers du poumon). Après solubilisation dans l'organisme, un effet sensibilisant se traduit par de l'asthme ou des dermatites.

En milieu professionnel, la valeur moyenne limite d'exposition est de 0,05 mg/m³. La teneur limite des eaux de consommation est, en chrome total, de 50 microgrammes/L.