

ENGRAIS PHOSPHATES 2014

MATIÈRES PREMIÈRES : la teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 0,11 % en phosphore.

Minerai principal : le phosphate calcique naturel qui est une fluorapatite phosphocalcique : $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$ plus ou moins carbonatée d'une teneur moyenne de 26 à 34 % en P_2O_5 (soit 57 à 74 % en phosphate tricalcique ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, PTC)) pour le minerai marchand.

Les teneurs des apatites sont données en P_2O_5 ou en PTC : (1 % P_2O_5 = 2,19 % PTC). L'appellation industrielle du phosphate tricalcique est "Bone Phosphate of Lime" (BPL).

Les principaux gisements de phosphate actuellement exploités sont de deux types :

- sédimentaire (75 % des ressources) par précipitation des phosphates au fond de mers peu profondes, processus au cours duquel le plancton joue un rôle important. Les gisements du Maroc et des Etats-Unis sont de ce type.

- igné (23 % des ressources) par intrusion de magma au sein de roches cristallines. Les gisements de la presqu'île de Kola (Finlande et Russie) et d'Afrique du Sud sont de ce type.

Autres matières premières :

- Phosphate alumino calcique : $\text{CaO}, 2\text{Al}_2\text{O}_3, \text{P}_2\text{O}_5, 5\text{H}_2\text{O}$ (34 % de P_2O_5) produit au Sénégal et utilisé directement comme engrais après calcination vers 600-700°C.

Matière première nécessaire à la fabrication des engrais phosphatés : le [soufre](#) donnant l'[acide sulfurique](#).

Production minière de phosphates, en milliers de t, en 2014. Monde : 225 000, Union européenne (Finlande, en 2013) : 309.

Chine	100 000	Egypte	6 000
Maroc	30 000	Jordanie	6 000
Etats-Unis	27 100	Tunisie	5 000
Russie	10 000	Israël	3 600
Brésil	6 750	Arabie Saoudite	3 000

Source : USGS

Le maximum de production aux Etats-Unis a été de 54,4 millions de t, en 1980.

Aux Etats-Unis, en 2014, les mines sont situées principalement en Floride (5 mines) et en Caroline du Nord (1 mine), ces 6 mines produisant 80 % du total, ainsi que dans l'Idaho (2 mines), l'Utah (1 mine) et le Wyoming (1 mine).

Le principal producteur est [Mosaic](#) avec 4 mines en activité en Floride, avec une capacité de production de 17,2 millions de t/an, à Four Corners, avec une production, en 2014, de 5,4 millions de t, South Fort Meade, avec 4,1 millions de t, Wingate, avec 1,1 million de t et South Pasture, avec 2,6 millions de t, depuis mars 2014, après l'acquisition de CF Industries, qui ont produit, au total, en 2014, 14 millions de t de minerai, à 28,7 % de P_2O_5 soit 53 % de la production des Etats-Unis. Les réserves prouvées et probables de Mosaic sont de 588,2 millions de t, à 29,4 % de P_2O_5 .

Par ailleurs, Mosaic possède 35 % de la mine de Miski Mayo, au Pérou, d'une capacité de production de 3,8 millions de t/an et 25 % de celle de la région du Umm Wual destinée à alimenter

le complexe de Wa'ad Al Shamal, en joint venture avec [Ma'aden](#), en Arabie Saoudite, d'une capacité de production de 3,5 millions de t de produits finis, à compter de 2016.

Le deuxième producteur des Etats-Unis est [Potash Corp](#), avec une capacité de production de 9,6 millions de t/an avec une mine en Caroline au Nord, à Aurora, avec, en 2014, une production de 4,35 millions de t à 25,95 % de P₂O₅ et une mine en Floride, à White Springs, avec 2 millions de t à 29,88 % de P₂O₅. Les réserves prouvées et probables sont de 127 millions de t à 30,66 % de P₂O₅.

Les autres producteurs aux Etats-Unis sont [Simplot](#), avec la mine de Smoky Canyon dans le Wyoming, avec une capacité de production de 2 millions de t/an et celle de Vernal dans l'Utah, [Agrium](#), qui exploite la mine de Rasmussen Ridge, dans l'Idaho et [Monsanto](#), qui exploite la mine de Blackfoot Bridge, dans l'Idaho, afin d'alimenter son usine de production de phosphore destiné à des applications industrielles.

Dans ce pays, la production est intégrée de la mine à la fabrication d'engrais, en passant par celle d'acide phosphorique. Les Etats-Unis importent des phosphates naturels, 3,17 millions de t, en 2013, à 74 % en provenance du Maroc et 26 % du Pérou, afin d'alimenter leur industrie des engrais phosphatés située au bord du Golfe du Mexique.

Au Maroc, la production est assurée par l'[Office Chérifien des Phosphates](#) (OCP), premier producteur mondial de phosphates naturels avec, en 2013, une production de 26,4 millions de t, les capacités de production étant de 32,2 millions de t/an.

- La principale exploitation minière se situe à Khouribga, à 120 km au sud-est de Casablanca. Exploitée initialement, en 1921, par voie souterraine, et depuis 1951, en exploitation à ciel ouvert avec une capacité de production de 20 millions de t/an et des réserves de 35 milliards de t. Le minerai est acheminé sous forme de pulpe (60 % de minerai - 40 % d'eau) à l'aide d'un minéralduc souterrain de 187 km de long, jusqu'à l'usine de Jorf Lasfar. L'utilisation du pipeline devrait permettre d'augmenter les capacités de production de la mine de Khouribga jusqu'à 38 millions de t/an.

- Les sites de Youssoufia, à 230 km au sud de Casablanca, par voie souterraine, et de Benguérir, exploitent le gisement de Gantour qui couvre 2 500 km² et possèdent une capacité de production de 5 millions de t/an avec des réserves de 31 milliards de t. Le minerai est expédié par voie ferroviaire à l'usine et au port de Safi.

- Le site de Boucraâ, à ciel ouvert, situé au Sahara occidental, exporte le minerai produit, qui titre 36,15 % de P₂O₅, par le port de Laayoune avec une capacité de production de 2,6 millions de t/an. Les exportations marocaines ont été, en 2014, de 8,7 millions de t de phosphates naturel, soit 4,2 millions de t de P₂O₅, à destination principalement des Etats-Unis avec 2,3 millions de t. Elles représentent 33 % du commerce international de phosphate.

En Tunisie, le gisement, découvert en 1885, est situé au nord du chott el Jerid. La [Compagnie des Phosphates de Gafsa](#) (CPG) exploite le gisement à l'aide de 8 mines à ciel ouvert avec une capacité de production de 8 millions de t/an de minerai. Une partie du minerai extrait présente une bonne solubilité qui permet une utilisation directe, comme engrais, sans transformation chimique. Toutefois, la plus grande partie du minerai est soit exportée soit transformée en acide phosphorique et engrais phosphatés dans une usine (M'dhilla) proche de l'exploitation minière ou dans des usines côtières à Sfax, Gabès et Skhira. La production qui était de 8,1 millions de t en 2010, a chuté à 2,3 millions de t en 2011, puis est remontée progressivement à 3,8 millions de t en 2014. De même les exportations qui étaient de 700 000 t en 2010 ne sont plus que de 83 900 t en 2014.

Commerce international : il a porté, en 2013, sur 26 millions de t, les exportations du Maroc étant de 8,7 millions de t, en 2014.

Réserves : elles sont abondantes mais très inégalement réparties. En millions de t, en 2014. Monde : 67 000.

Maroc	50 000	Russie	1 300
Chine	3 700	Jordanie	1 300
Algérie	2 200	Etats-Unis	1 100
Syrie	1 800	Australie	1 030
Afrique du Sud	1 500	Pérou	820

Source : USGS

Remarques :

Les phosphates naturels ont une teneur moyenne de l'ordre de quelques centaines de ppm d'[uranium](#) qui peut être récupéré lors de la fabrication de [l'acide phosphorique](#) (cela a été le cas aux États-Unis et au Maroc). Parfois, ils peuvent être considérés comme minerais riches en uranium (4 000 ppm d'U pour les phosphates de Bakouma, en République Centre Africaine). [En 1980, 12 % de l'uranium mondial provenait du traitement de phosphates.](#)

Les phosphates contiennent aussi, parfois, du [cadmium](#) (de 5 à 150 ppm), élément qui pose des problèmes de pollution car cet élément se retrouve d'une part dans le [phosphogypse](#) et d'autre part dans les engrais. Les normes de l'Union Européenne fixent à moins de 0,75 mg par 1 % de P₂O₅, la teneur en cadmium dans les engrais.

Situation française :

- [Pas de production de phosphates naturels.](#) Jusqu'à l'arrêt de l'exploitation du minerai de fer lorrain et la production de scories de déphosphoration à partir de la minette de Lorraine qui contient de 1,5 à 2 % de phosphore, la production était, par exemple en 1995-96 de 92 763 t de scories soit 11 942 t en P₂O₅.

FABRICATION INDUSTRIELLE : voir le chapitre consacré à [l'acide phosphorique](#).

Quelques phosphates naturels broyés finement (Sénégal, Tunisie, États-Unis) peuvent être utilisés directement comme engrais sur des sols acides, mais en général, les phosphates naturels doivent subir une attaque acide, principalement sulfurique, pour être assimilés par les plantes.

Engrais simples :

- [Le superphosphate normal](#) (15 à 18 % de P₂O₅) est obtenu par attaque du phosphate naturel par [l'acide sulfurique](#) selon la réaction :



Il est constitué principalement par un mélange de phosphate monocalcique et de [sulfate de calcium](#). Sa fabrication nécessite environ 600 kg de phosphate naturel et 370 kg de H₂SO₄ à 100 % pour 1 t de superphosphate. [Il est produit et utilisé principalement en Chine, au Brésil et en Inde.](#) Les capacités mondiales de production sont, en 2015, de 12,4 millions de t de P₂O₅.

- Le superphosphate triple (TSP) (46 % de P₂O₅), est obtenu par attaque du phosphate naturel par l'acide phosphorique selon la réaction :



Sa fabrication nécessite la production d'acide phosphorique et consomme 350 kg de H₃PO₄ (comptés en P₂O₅) et 400 kg de phosphate naturel pour 1 t de superphosphate.

La réaction entre le phosphate naturel et les acides sulfurique ou phosphorique dure entre 20 minutes et 1 heure sur une bande transporteuse de grande largeur (jusqu'à 2 m) avançant à la vitesse de quelques cm/s. Les gaz fluorés sont captés et HF éliminé par lavage à l'eau. Après la mise en stock, la réaction se poursuit lentement (mûrissement), pendant plusieurs jours. Les installations industrielles produisent jusqu'à 1500 t/j de superphosphate.

La production mondiale est, en 2013, de 2,5 millions de t de P₂O₅, dont 96 000 t dans l'Union européenne.

- Le superphosphate concentré (25 % de P₂O₅) obtenu par attaque sulfurique et phosphorique.

- Autres modes de fabrication d'engrais phosphatés simples :

- Thermique : obtenu par traitement, à 1 250°C, d'un mélange : phosphate, Na₂CO₃, SiO₂ : donne CaNaPO₄.

- Phosphate dicalcique : (utilisé surtout comme complément dans l'alimentaire animale) obtenu par attaque du phosphate par HCl ou de l'acide phosphorique : donne CaHPO₄.

Fabrication d'engrais binaires NP :

- Phosphate d'ammonium diammonique (DAP) (NH₄)₂HPO₄ : phosphate solide le plus concentré disponible sur le marché, principale source de P₂O₅ de l'agriculture mondiale, particulièrement chinoise. La production mondiale est, en 2013, de 15,7 millions de tonnes de P₂O₅, dont 473 000 t dans l'Union européenne.

- Phosphate d'ammonium monoammonique (MAP) NH₄H₂PO₄. La production mondiale est, en 2013, de 11,9 millions de tonnes de P₂O₅, dont 105 000 t dans l'Union européenne.

Les phosphates DAP et MAP sont obtenus par neutralisation de l'acide phosphorique par l'ammoniac . Les plus courants sont le DAP 18-46-0 (18 % N - 46 % P₂O₅ - 0 % K₂O) et le MAP 11-52-0.

- Attaque nitrique des phosphates naturels : utilisée en vue d'éviter l'utilisation du soufre, le rejet de phosphogypse et d'obtenir directement un engrais NP. Difficulté : production de nitrate de calcium très hygroscopique qui est utilisé, dans le nord de l'Europe, sur des sols acides et froids comme engrais de démarrage. Procédé utilisé par Yara, en Norvège.

PRODUCTIONS : en 2013 et () exportations en milliers de t de P₂O₅. Monde : 43 486 (15 246).

Chine	16 560 (3 307)	Maroc	2 273 (1 962)
États-Unis	6 055 (2 603)	Brésil	2 117 (132)
Inde	3 969 (0)	Arabie Saoudite	919 (862)

Russie	2 929 (2 304)	Tunisie	631 (606)
--------	---------------	---------	-----------

Source : IFA

Principaux pays importateurs, en 2013, en milliers de t, Brésil : 2 988, Inde : 1 588, Argentine : 519, Thaïlande : 489, Etats-Unis, 443, Australie : 420, Bangladesh : 412, France : 376, Pakistan : 375...

Les engrais phosphatés sont de plus en plus fabriqués dans les pays producteurs de minerai. Ainsi, la production minière du Maroc est de plus en plus valorisée par transformation du phosphate naturel en acide phosphorique et en engrais phosphatés, souvent en collaboration avec de grands pays consommateurs (Inde, Pakistan, Brésil). Les minerais du gisement de Gantour sont traités dans le complexe de Safi pour produire 1,6 million de t d'acide phosphorique, 0,5 million de t de superphosphate triple et 0,4 million de t de phosphate d'ammonium. Le minerai du gisement de Khouribga est traité sur le site de Jorf-Lasfar pour produire pour l'OCP, 2,7 millions de t/an d'acide phosphorique.

Par ailleurs, cette société a créé diverses jointes ventures pour produire, sur ce même site, de l'acide phosphorique et des engrais phosphatés : avec des sociétés indiennes dans Imacid (1/3 OCP, avec 430 000 t de P_2O_5 /an dans de l'acide phosphorique), une société pakistanaise dans Pakistan Maroc Phosphore (50 % OCP, 375 000 t de P_2O_5 /an dans de l'acide phosphorique), une société brésilienne dans Bunge Maroc Phosphore (50 % OCP, avec 375 000 t de P_2O_5 /an dans de l'acide phosphorique) et Emaphos (1/3 OPC, 1/3 Prayon (Belgique), 1/3 CFB (Allemagne), 160 000 t/an d'acide phosphorique purifié).

En Tunisie, le minerai est traité sur place dans l'usine de M'dhilla pour produire du superphosphate triple, avec 465 000 t/an, ou acheminé par chemin de fer pour être transformé, à Sfax (330 000 t/an de TSP), Skhira (375 000 t/an de P_2O_5 dans de l'acide phosphorique) et Gabès (470 000 t/an de P_2O_5 dans de l'acide phosphorique, 1,3 million de t de DAP et 120 000 t/an de phosphate dicalcique destiné à l'alimentation animale). La transformation du minerai est assurée par le [Groupe Chimique Tunisien](#) (GCT).

Aux Etats-Unis, [Mosaic](#), avec 5 usines et 5,2 millions de t de P_2O_5 sous forme d'acide phosphorique détient 45 % des capacités de production d'acide phosphorique du pays. Les usines sont situées en Floride, à Bartow, New Wales, Plant City et Riverview et en Louisiane à Uncle Sam.

SITUATION FRANÇAISE : voir également le chapitre consacré à l'[acide phosphorique](#).

Arrêt, en 2004, de la dernière usine française de production d'acide phosphorique, celle de Grand Quevilly.

- Production, en 2013 : 218 743 t comptées en P_2O_5 .

- Commerce extérieur : en 2014.

Superphosphate triple : en t de P_2O_5 .

- Exportations : 3 254 t vers le Ghana à 89 %.

- Importations : 78 147 t des Pays Bas à 32 %, de Bulgarie à 26 %, de Tunisie à 12 %, d'Israël à 10 %, du Maroc à 8 %.

Autres superphosphates : en t de P_2O_5 .

- Exportations : 157 t vers la Belgique à 71 %, la Suisse à 18 %.

- Importations : 19 204 t des Pays Bas à 33 %, d'Espagne à 32 %, d'Allemagne à 24 %.

Phosphate d'ammonium diammonique : en t de produit.

- Exportations : 15 357 t vers l'Espagne à 77 %, l'Allemagne à 11 %.

- Importations : 422 697 t du Maroc à 44 %, de Russie à 21 %, de Lituanie à 18 %, de Tunisie à 9 %.

Phosphate d'ammonium monoammonique : en t de produit.

- Exportations : 655 t vers l'Italie à 61 %, la Tunisie à 24 %.

- Importations : 34 776 t du Maroc à 41 %, de Russie à 25 %, de Belgique à 17 %.

- Consommation : en 2013/14, en milliers de t de P₂O₅ : 474

- Superphosphate triple : 65 (144 milliers de t de produit)
- Autres superphosphates : 22 (96 milliers de t de produit)
- Autres engrais phosphatés simples : 6 (31 milliers de t de produit)
- Superpotassique : 74 (390 milliers de t de produit)
- Phosphopotassique : 4 (26 milliers de t de produit)
- Autres PK : 13 (99 milliers de t de produit)
- DAP-MAP : 153 (331 milliers de t de produit)
- Autres NP : 46 (234 milliers de t de produit)
- NPK : 87 (875 milliers de t de produit).

Consommation à l'hectare : 18,3 kg de P₂O₅.

CONSOMMATIONS :

Par produits : dans le monde, en 2013, en milliers de t de P₂O₅. Total : 40 306.

DAP et MAP	25 428	Autres NP	1 620
Engrais NPK	8 269	Divers autres	708
Superphosphate simple	4 533	Minerai en application directe	521
Superphosphate triple	2 431		

Source : IFA

Par pays : en 2013, en milliers de t de P₂O₅. Monde : 40 306.

Chine	11 200	Canada	886	Viet Nam	706
Inde	5 633	Pakistan	880	Turquie	623
Brésil	4 641	Indonésie	849	Argentine	604
États-Unis	4 088	Australie	816	Russie	565

Source : IFA