

ENGRAIS PHOSPHATES 2012

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.

Matières premières nécessaires à la fabrication des engrais phosphatés : le [soufre](#) et l'[acide sulfurique](#).

Production minière de phosphates, en milliers de t, en 2012. Monde : 210 000, Union européenne (Finlande, en 2011) : 850.

Chine	89 000	Brésil	6 300
Etats-Unis	29 200	Tunisie	6 000
Maroc	28 000	Egypte	3 000
Russie	11 300	Israël	3 000
Jordanie	6 500	Australie	2 600

Source : USGS

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

Aux Etats-Unis, en 2012, les mines sont situées principalement en Floride (6 mines) et en Caroline du Nord (1 mine), ces 7 mines produisant 85 % du total, ainsi que dans l'Idaho (3 mines) et l'Utah (1 mine).

Le principal producteur est [Mosaic](#) avec 4 mines en activité (Four Corners, avec, en 2012, une production de 7,4 millions de t, South Fort Meade, avec 1,2 million de t, Hookers Prairie, avec 2,1 millions de t et Wingate, avec 1,4 million de t) qui ont produit, au total, en 2012, 12,1 millions de t de minerai, à 29,5 % de P_2O_5 , représentant 45 % de la production Nord-Américaine. Les réserves prouvées et probables de Mosaic sont de 548 millions de t, à 29,3 % de P_2O_5 .

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, 3,35 millions de t, en 2011, à 70 % en provenance du Maroc et 30 % 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 2011, une production de 28,1 millions de t. 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 production, en 2011, de 16,9 millions de t et des réserves de 35 milliards de t. Les sites de Youssoufia, à 230 km au sud de Casablanca, par voie souterraine, et de Benguéir, exploitent le gisement de Gantour qui couvre 2 500 km² et a produit, en 2011, 7,1 millions de t et recèle 31 milliards de t de réserves. Le site de Boucraa-Laayoune, situé au Sahara occidental, a produit, à ciel ouvert, 2,6 millions de t. Les exportations marocaines ont été, en 2011, de 10 millions de t de phosphates naturel, à destination principalement des Etats-Unis avec 2,3 millions de t. Elles représentent 38 % du commerce international.

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 8,4 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.

Commerce international : il a porté, en 2011, sur 26,3 millions de t, les exportations du Maroc étant de 10 millions de t.

Réserves : elles sont abondantes mais très inégalement réparties. En millions de t, en 2012. Monde : 67 000.

Maroc	50 000	Afrique du Sud	1 500
Chine	3 700	Etats-Unis	1 400
Algérie	2 200	Russie	1 300
Syrie	1 800	Pérou	820
Jordanie	1 500	Arabie Saoudite	750

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 [H3PO4](#) (cela a été le cas aux États-Unis et au Maroc). Parfois, ils peuvent être considérés comme minerais riches en U (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

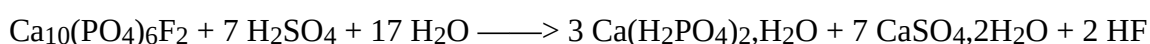
à 2 % de phosphore, la production était, par exemple en 1995-96 de 92 763 t de scories soit 11 942 t en P₂O₅.

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.

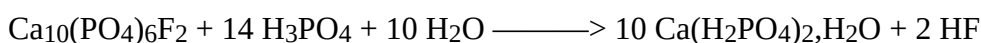
Engrais simples :

- 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 (63 % de la consommation mondiale de 5,4 millions de t de P₂O₅ en 2010), au Brésil et en Inde.

- 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 2010, de 2,8 millions de t de P₂O₅, dont 127 000 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) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$: phosphate solide le plus concentré disponible sur le marché, principale source de P_2O_5 de l'agriculture mondiale, particulièrement chinoise. Production, en 2010, en Asie de 8,2 millions de tonnes de P_2O_5 , en Amérique du Nord, de 3,2 millions de t et dans l'Union européenne : 0,6 million de t.

- Phosphate d'ammonium monoammonique (MAP) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Production, en 2010, en Asie de 5,4 millions de tonnes de P_2O_5 , en Amérique du Nord de 2,7 millions de t et dans l'Union européenne de 0,12 million de t.

Les phosphates DAP et MAP sont obtenus par neutralisation de H_3PO_4 par NH_3 : le plus courant : DAP 18-46-0 (18 % N - 46 % P_2O_5 - 0 % K_2O) et 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 2010 et () exportations en milliers de t de P_2O_5 . Monde : 42 560 (14 561), Union Européenne : 1 978.

Chine	15 863 (2 982)	Brésil	1 998 (125)
États-Unis	6 565 (3 283)	Maroc	1 875 (1 657)
Inde	4 378 (13)	Tunisie	997 (855)
Russie	2 926 (2 229)	Australie	632 (189)

Source : IFA

Principaux pays importateurs, en 2010, en milliers de t, Inde : 3 784, Brésil : 1 528, Etats-Unis, 671, Argentine : 489, Thaïlande : 450, France : 448, Iran : 450, Australie : 407.

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. En 2013, un minéralduc de 235 km acheminera le phosphate de la mine de Khouribga jusqu'au site de Jorf-Lasfar.

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, 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 de P₂O₅/an d'acide phosphorique) et Gabès (470 000 t de P₂O₅/an d'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 4,3 millions de t de P₂O₅ 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 et Riverview et en Louisiane à Faustina et Uncle Sam.

SITUATION FRANÇAISE : voir également le chapitre consacré à l'[acide phosphorique](#). En 2012/13, en milliers de t de P₂O₅.

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

- Production, en 2010 : 95
- Exportations, en 2010 : 34
- Importations, en 2010 : 448
- Consommation : 387
 - Superphosphate triple : 57 (127 milliers de t de produit)
 - Autres superphosphates : 21 (91 milliers de t de produit)
 - Autres engrais phosphatés simples : 7 (36 milliers de t de produit)
 - Superpotassique : 75 (401 milliers de t de produit)
 - Phosphopotassique : 5 (34 milliers de t de produit)
 - Autres PK : 14 (109 milliers de t de produit)
 - DAP-MAP : 107 (231 milliers de t de produit)
 - Autres NP : 35 (187 milliers de t de produit)
 - NPK : 62 (631 milliers de t de produit).

Consommation à l'hectare : 15 kg de P₂O₅.

CONSOMMATIONS :

Par produits : dans le monde, en 2010, en milliers de t de P₂O₅.

DAP	15 089	Superphosphate triple	2 780
MAP	10 932	Autres NP	2 197
Engrais NPK	8 442	Divers autres	978
Superphosphate simple	5 414	Minerai	235

Source : IFA

Par pays : en 2010, en milliers de t de P₂O₅. Monde : 40 532, Union européenne : 3 234.

Chine	11 970	Australie	817	Argentine	613
Inde	8 050	Pakistan	761	Russie	530
États-Unis	3 946	Canada	723	Turquie	514
Bésil	3 384	Viet Nam	650	France	500

Source : IFA

