

## SOUFRE 1995

**MATIÈRES PREMIÈRES** : teneur moyenne de l'écorce terrestre 600 ppm.

Origines (en % de la production mondiale de S, en 1995) :

- Soufre élémentaire (67 %) :

- par purification du gaz naturel (32 %) (Canada, ex-URSS, France (Lacq)) et par désulfuration des pétroles bruts dans les raffineries (23 %).

- natif (mines) et Frasch (11 %) : États-Unis, Pologne, Irak, ex URSS.

- Soufre obtenu à partir de sulfures métalliques (33 %) et contenu dans le dioxyde de soufre formé par grillage de :

- minerais de cuivre, blendes, galènes (18 %), voir les chapitres zinc et plomb.

- pyrites (15 %) : Chine, ex URSS.

**Extraction du soufre minier** :

- par le procédé Frasch : extraction jusqu'à 500 t par jour et par forage, en injectant dans le sol de la vapeur d'eau qui permet de faire fondre le soufre (température de fusion : 114°C) qui est ensuite pompé et remonté en surface sous forme liquide. Du soufre Frasch offshore est également produit (Freeport, Louisiane, États-Unis).

- dans des mines : actuellement, les conditions économiques d'extraction du soufre de mines à ciel ouvert ne sont plus assurées. La chute des prix du soufre depuis 1991 (- 60 % en valeur constante) menace l'ensemble du soufre de mines (natif et Frasch).

**Récupération de soufre du gaz naturel** : cas du gaz de Lacq dont la composition moyenne est la suivante : CH<sub>4</sub> : 69 %, H<sub>2</sub>S : 7-15 %, CO<sub>2</sub> : 10 %).

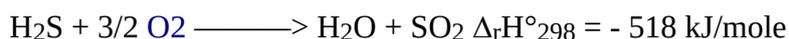
Première opération : séparation : H<sub>2</sub>S - CO<sub>2</sub> / hydrocarbures.

- à 75 bar à froid : barbotage à contre-courant du gaz dans une solution d'amines (diéthanolamine (DEA) : HN(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-OH)<sub>2</sub> ou méthyl-diéthanolamine (MDEA)) qui fixe H<sub>2</sub>S et CO<sub>2</sub>.

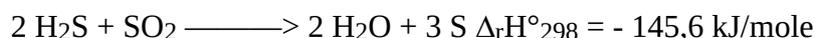
- à 1 bar à 140°C : libération de H<sub>2</sub>S - CO<sub>2</sub> et régénération de la DEA ou de la MDEA.

Deuxième opération : procédé Claus :

- 1<sup>ère</sup> étape : oxydation partielle (1/3) de H<sub>2</sub>S, à 1100°C, selon la réaction :



- 2<sup>ème</sup> étape : oxydation catalytique, sur Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ou TiO<sub>2</sub>, des 2/3 du H<sub>2</sub>S restant par SO<sub>2</sub> formé, vers 300°C. La formation de S commence lors de la 1<sup>ère</sup> étape mais le rendement est limité.



- Rendement : 95 %, S obtenu est très pur : 99,95 %.

- Augmentation du rendement à 99 % (procédé Sulfreeen) en traitant les effluents. Le procédé est identique au procédé Claus mais la 2<sup>ème</sup> étape est réalisée à température plus faible avec un catalyseur à base d'alumine.

- La production de Lacq est de 2 200 t/jour (pour 3 milliards de m<sup>3</sup> de gaz brut en 1993) dans 2 unités de 1 200 t/j avec procédé Sulfreeen.

**Transport et commerce international** : voir le tableau ci-dessous.

Il est transportée, en grande partie, sous forme de granulés ou liquide entre 124 et 145°C.

Pays importateurs (1993) : Maroc : 2,6, États-Unis : 2,2, Inde : 1,2, Tunisie : 1,1, Brésil : 1,1.

**PRODUCTIONS** et exportations : en 1995, en 10<sup>6</sup> t.

	Productions		Export		Productions		Export
	toutes formes	élémentaire			toutes formes	élémentaire	
Monde	55,3	37,0	16,6	Japon	3,2	1,7	0,6
Etats-Unis	11,7	10,3	0,9	Pologne	2,5	2,4	1,7
Canada	9,0	8,0	6,5	Allemagne	2,2	1,6	0,8
Chine	7,3	0,4	1,6	Arabie. S.	1,7	1,7	1,5
ex URSS	4,9	3,7	-	Mexique	1,2	0,9	0,5

**Producteurs** : en 1993, en millions de t de soufre élémentaire.

Shell	: 2,4	Aramco (Arabie : 1,5 Saoudite)	
Gazprom (Russie)	: 2,0	Husky (Canada)	: 1,5
Siarkopol (Pologne)	: 2,0	Amoco (Canada)	: 1,0
Exxon	: 2,0	<u>Elf Aquitaine</u>	: 0,9
Freeport (États-Unis)	: 1,6	Pennzoil (États-Unis)	: 0,9

**SITUATION FRANÇAISE** : en 1995, en 10<sup>3</sup> t de S.

Production de Lacq : 780

Production des raffineries : 242 dont 55 par Elf Aquitaine en 1993

Grillage de sulfures : 240

Importations : 160 (Pologne : 30 %, Allemagne : 27 %)

Exportations : 600 (Tunisie : 24 %, Royaume-Uni : 20 %)

- De 1957 à 1993, la production cumulée de Lacq a été de 48,9 millions de t à 55 % exportées.

- Production totale de Elf Aquitaine en 1993 : 951 000 t. A Lacq, les stocks d'Elf Aquitaine couvrent 6 ha, sur une hauteur de 13 m soit 1,9 million de t.

#### UTILISATIONS :

**Consommations** : de S élémentaire, en 1993, en millions de t. Monde : 33,6 (52,2 sous toutes les formes).

États-Unis	: 11,7	Brésil	: 1,1
ex URSS	: 4,8	Japon	: 1,1
Maroc	: 2,6	France	: 0,6
Inde	: 1,2	Corée du Sud	: 0,6
Tunisie	: 1,1	Chine	: 0,4

Plus du quart de la consommation française est effectuée à Rouen (fabrication d'engrais).

**Secteurs d'utilisation** : en 1993.

Agriculture	: 61 %	<a href="#">Triphosphosphate</a> (détergents)	: 2 %
Caprolactame (textile)	: 5 %	Alimentation animale	: 2 %
Métallurgie	: 5 %	Pâte à papier	: 2 %
<a href="#">TiO2</a> (pigment)	: 2,5 %	HF	: 2 %
Alkylation ( <a href="#">essence</a> sans Pb)	: 2,5 %		

- Dans le monde en 1993 : 90 % du S est destiné à fabriquer [H2SO4](#) dont 60 % est destiné à l'élaboration des [engrais](#) et 34 % à des utilisations non agricoles (voir tableau ci-dessus pour les principales).

- En France, en 1993, sur une consommation de 640 000 de t, 600 000 t ont été utilisées pour fabriquer H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et 40 000 t ont été utilisées sous forme de soufre broyé et micronisé pour la viticulture et l'arboriculture, de soufre insoluble pour les pneumatiques et de soufre en écailles pour les [peintures](#).

**Utilisations diverses** :

- Agriculture (hors engrais) : utilisation de soufre trituré en viticulture et arboriculture.
- [Caoutchouc](#) : 2 % de soufre lui permet de conserver son élasticité à froid et à chaud.
- Fabrication du disulfure de carbone (CS<sub>2</sub>) par réaction du soufre avec le [méthane](#) vers 600-700°C. En 1990, la production mondiale était de 756 100 t (212 000 t en Europe de l'Ouest, 203 000 t en Amérique du Nord) et la production française, par [Rhône-Poulenc](#), de 90 000 t. Le disulfure de carbone est principalement employé comme solvant d'extraction et d'intermédiaire de synthèse pour la fabrication de la rayonne, du [tétrachlorure de carbone](#), des films de cellophane, de produits agrochimiques et pharmaceutiques, de caoutchoucs (accélère la vulcanisation). Les consommations diminuent régulièrement.
- Fabrication du bisulfite de calcium utilisé dans la fabrication de la pâte à papier (procédé au bisulfite).

**Bibliographie :**

- Documents du Syndicat National Professionnel de la Chimie Minérale, 14 rue de la République, Cedex 99, 92902 Paris la Défense.
- Documents de la Direction Soufre de [Elf Aquitaine](#), Tour Elf, Cedex 45, 92078 Paris La Défense.
- Documents de International Fertilizer Industry Association, 28 Rue Marbeuf, 75008 Paris.
- Sulphur, sulphur dioxide, sulphuric acid, industrial chemistry and technology, The British Sulphur Corporation, 1984.