Soufre : comme un parfum de crise mondiale ?

written by Aurore Richel

Jaune à l'état natif, le soufre a été utilisé autrefois dans la fabrication des allumettes. Pourtant, cet élément chimique dépasse largement cette image familière. En réalité, il occupe une place centrale dans l'industrie moderne. Véritable pilier de la chimie, il est indispensable à la production de composés stratégiques, au premier rang desquels figure l'acide sulfurique, l'un des produits les plus fabriqués au monde. Même s'il reste peu connu du grand public, le soufre est aujourd'hui au cœur d'enjeux économiques et géopolitiques majeurs. Les tensions au Moyen-Orient, région clé pour son approvisionnement, soulèvent aujourd'hui des inquiétudes croissantes quant à la stabilité des chaînes d'approvisionnement. Une raréfaction du soufre aurait des conséquences considérables. Elle affecterait directement la production d'engrais, essentielle à l'agriculture mondiale, mais aussi celle des semi-conducteurs, des pigments ou encore certains procédés d'extraction métallurgique. En d'autres termes, c'est une large part de notre infrastructure industrielle qui repose, discrètement, sur cet élément.

Dès lors, des questions s'imposent. Comment un atome aussi simple peut-il exercer une influence aussi déterminante sur l'économie mondiale ? Et surtout, que se passerait-il en cas de pénurie ? C'est à ces enjeux que nous nous intéressons dans ce dossier.

Un peu de chimie

Le soufre est un élément chimique de symbole S, appartenant à la famille des chalcogènes. À l'état naturel, il se présente sous la

forme d’un solide jaune, constitué de molécules cycliques formées de huit atomes, notées S_8. Cette structure lui confère une bonne stabilité à température ambiante.

L’une des particularités du soufre est sa capacité à adopter plusieurs états d’oxydation, allant de −2 à +6. Cela signifie qu’il peut aussi bien capter que céder des électrons au cours des réactions chimiques. Cette flexibilité explique la **grande diversité de ses composés dérivés**, qu’ils soient naturels ou synthétiques.[1] Le soufre peut ainsi réagir avec l’oxygène (O_2) pour former du dioxyde de soufre (SO_2) à l’odeur irritante. Ce composé peut être oxydé en trioxyde de soufre (SO_3) qui peut ultérieurement réagir avec l’eau pour produire de l’**acide sulfurique** (H_2SO_4), un acide fort largement utilisé dans l’industrie.[2] L’acide sulfurique sert de base à la fabrication d’engrais, de batteries, de pigments, de produits pharmaceutiques, et il intervient dans de nombreux procédés chimiques.

Le soufre forme également des sulfures avec la plupart des métaux, dans lesquels il est à l’état d’oxydation −2. Ces sulfures jouent un rôle majeur dans la **métallurgie extractive**, c’est-à-dire les réactions chimiques permettant d’obtenir les métaux à partir de leurs composés. De nombreux métaux, comme le cuivre, le zinc ou le plomb, sont présents sous forme de sulfures. Ces derniers peuvent être oxydés pour donner des oxydes métalliques, puis réduits pour produire le métal pur. Dans certains cas, le soufre intervient aussi dans la formation de composés intermédiaires qui facilitent l’extraction. Ainsi, il n’est pas seulement un composant passif : il participe activement aux réactions chimiques qui transforment un minéral en métal utilisable.

Une autre caractéristique unique du soufre est sa capacité à former des liaisons entre atomes de soufre, appelées liaisons S–S. Cette caténation permet la création de chaînes et d’anneaux de tailles variées. Dans les composés organiques, on retrouve le soufre sous forme de thiols (R–SH), de sulfures (R–S–R) ou de disulfures (R–S–S–R). Les ponts disulfure sont essentiels dans la stabilisation des protéines, en maintenant leur structure tridimensionnelle et leur fonctionnalité. Outre les sulfures et les

composés organiques, le soufre forme plusieurs oxoacides, tels que l'acide sulfureux (H_2SO_3), l'acide thiosulfurique ($H_2S_2O_3$) ou l'acide peroxymonosulfurique (H_2SO_5). Ces acides illustrent la diversité de la chimie du soufre en solution aqueuse et sa capacité à participer à des réactions d'oxydoréduction complexes.

Le soufre joue également un rôle central dans le monde vivant. On le retrouve dans certains acides aminés comme la cystéine et la méthionine, essentiels à la synthèse des protéines et au fonctionnement des enzymes. Il est ainsi **indispensable à de nombreuses réactions biologiques** et au maintien de la vie. Enfin, le soufre est capable de participer à des réactions très variées : oxydations, réductions, formations de liaisons covalentes complexes et stabilisation de structures moléculaires. Sa polyvalence en fait un acteur majeur non seulement de la chimie industrielle et de la métallurgie, mais aussi des processus biologiques et environnementaux.

Histoire et usages

Le soufre est connu depuis l'Antiquité. La couleur jaune de l'élément à l'état natif fascinait déjà. A l'époque, on recommandait le soufre pour lutter contre la pyrale de la vigne, un lépidoptère dont les larves s'attaquent à la vigne et à certaines autres plantes. Le soufre figurait ainsi parmi les **premiers insecticides** connus en Occident.

Le soufre est aussi mentionné dans de nombreux textes, qu'ils soient religieux ou non. Il semblait éloigner le mauvais œil, les maladies, ou certains insectes quand il brûlait. On le jetait ainsi dans le feu, afin d'augmenter la vigueur de ses flammes. On le réduisait aussi en poudre et on l'utilisait en l'état comme combustible, le tout s'accompagnant de fumée irritante permettant de faire fuir les ennemis lors des guerres. Le soufre a aussi été un des composants clés de la poudre à canon. Mélangé avec du charbon de bois et du nitrate de potassium, le soufre s'est vite imposé comme un élément stratégique à des **fins militaires**.

C'est à partir du 18ème siècle, que le soufre va prendre une nouvelle dimension. Les scientifiques vont découvrit qu'il entre dans la

composition de certains acides aminés constitutifs des protéines. Outre son abondance dans les protéines, les chimistes vont découvrir que le soufre est capable d'effectuer une multitude de réactions chimiques. On peut le transformer en sulfates, en thiols, en acide sulfurique. On peut également l'utiliser pour **vulcaniser le caoutchouc**, un processus mis au point par Goodyear au 19ème siècle, qui permet de convertir le caoutchouc brut en une matériau élastique et résistant en créant des ponts soufrés entre les chaînes de polymères.[3]

Polyvalent et réactionnel, le soufre va progressivement devenir un élément central de l'industrie. Un de ses dérivés (Na_2S) va être utilisé dans le procédé Kraft permettant d'isoler et de blanchir la **pâte à papier**. Il être aussi employé pour blanchir la laine notamment en Europe à la grande époque de l'industrie lainière locale. On va aussi l'utiliser sous sa forme de sulfates dans la production de nombreux engrais. Enfin, il va être le réactif requis dans la production d'acide sulfurique qui va s'imposer comme l'une des plus importantes molécules de la chimie.

Acide sulfurique et nouvelles technologies

Le soufre occupe aujourd'hui une place centrale dans la chimie industrielle, principalement en raison de son rôle dans la production de l'acide sulfurique. Cet acide est l'un des composés les plus fabriqués au monde et constitue un **indicateur fiable du niveau d'industrialisation d'un pays**. Sa synthèse repose sur l'oxydation du dioxyde de soufre en trioxyde de soufre, puis sur sa réaction avec l'eau. À l'échelle mondiale, la production d'acide sulfurique dépasse aujourd'hui 250 millions de tonnes par an, et pourrait franchir les 300 millions de tonnes d'ici 2030.[4] Plus de **90 % du soufre** disponible sur le marché est destiné à cette seule transformation, ce qui illustre son importance stratégique dans l'économie chimique globale.

L'acide sulfurique est un acide fort, capable de protoner de nombreuses espèces chimiques et de participer à une grande variété de réactions. Il est notamment utilisé comme agent déshydratant, catalyseur ou encore **électrolyte dans certaines batteries**.[5] Sa polyvalence en fait une molécule incontournable dans de nombreux

procédés industriels.

L'un de ses principaux domaines d'application est l'**agriculture**. Environ 60 % de l'acide sulfurique mondial est utilisé pour la fabrication d'**engrais phosphatés**.[6] Il permet de transformer des phosphates minéraux en formes assimilables par les plantes. Sans cet apport, les rendements agricoles modernes seraient fortement diminués. La demande mondiale en engrais devrait d'ailleurs atteindre environ 200 millions de tonnes dans les prochaines années, reflet direct de la pression exercée par la croissance démographique. Le soufre joue également un rôle direct dans la nutrition des plantes. Il est un élément essentiel à la synthèse de certains acides aminés et enzymes. Une carence en soufre peut entraîner un ralentissement de la croissance végétale et une baisse de la qualité des récoltes. Ainsi, l'apport de soufre dans les sols est devenu une pratique agricole incontournable.

Dans le domaine des **nouvelles technologies**, le soufre et ses composés occupent une place croissante. On le retrouve dans certaines batteries innovantes, comme les **batteries lithium-soufre**, qui suscitent un intérêt particulier en raison de leur forte densité énergétique potentielle.[7] Ces systèmes pourraient jouer un rôle clé dans le stockage de l'énergie à grande échelle.

Le soufre intervient également dans la fabrication de **matériaux avancés**. Certains semi-conducteurs reposent sur des composés soufrés, notamment des sulfures métalliques, utilisés dans l'électronique ou les cellules photovoltaïques.[8] Ces matériaux présentent des propriétés optiques et électroniques spécifiques, exploitées dans des dispositifs de pointe.

Par ailleurs, le soufre est au cœur de nombreux **procédés métallurgiques**. La production de métaux essentiels à la transition énergétique, comme le cuivre, le nickel ou le lithium, mobilise d'importantes quantités d'acide sulfurique. À titre d'exemple, plus de deux millions de tonnes d'acide sulfurique ont été utilisées en une seule année pour la production de nickel en Indonésie. Cette tendance illustre le **lien direct entre chimie du soufre et développement des technologies bas carbone**.

Au total, la demande mondiale de soufre dépasse aujourd'hui 80-90

millions de tonnes par an.[9] Cette demande est en croissance continue, avec des taux de progression de l'ordre de 4 à 5 % par an. Elle est tirée à la fois par les **besoins agricoles**, le **développement industriel** et l'essor des **technologies énergétiques**.

Dans le même temps, les exigences environnementales évoluent. La réduction des émissions de dioxyde de soufre, responsable notamment des pluies acides, a conduit à mieux contrôler et valoriser le soufre dans les procédés industriels. Cela **modifie les équilibres de production** et renforce son statut de ressource stratégique.

Ainsi, le soufre se trouve à la croisée de plusieurs enjeux majeurs, entre sécurité alimentaire, transition énergétique et développement industriel. Son rôle ne cesse de s'élargir, au-delà de ses usages traditionnels.

Une demande mondiale portée par l'agriculture

Le marché mondial du soufre est **mature**, à **croissance modérée** mais stable. Le marché est fortement corrélé à l'industrie chimique et à l'agriculture.[10] Le marché global était de 6,42 milliards USD en 2025 et devrait atteindre 8,54 milliards USD en 2034 (croissance de +3,2%). La **région Asie Pacifique** domine le marché du soufre, représentant plus de 34% des parts de marché en 2025. Le marché asiatique est tiré par la Chine, l'Inde et le Japon en raison de la forte demande en engrais pour l'agriculture. La plus grande croissance marché est attendue aux Etats-Unis, avec une valeur prévue de 941 millions USD en 2032, en raison de l'accroissement de la demande en agriculture dans le pays. Le Brésil est aussi attendu dans les prochaines années comme un client majeur pour le soufre, une fois de plus en raison de l'expansion des pratiques agricoles locales et de leurs besoins en engrais.

Outre la demande pour la fabrication des engrais qui oscille entre 50 et 65%, le secteur de la chimie consomme 25 à 35% de la quantité de soufre disponible sur le marché. L'industrie du caoutchouc en consomme entre 5 et 10% (pour la vulcanisation), les autres industries, dont celles du secteur pharmaceutique et cosmétique, représentent entre 5 et 15% de la demande.[11]

Des volcans aux puits de pétrole

Le soufre est un élément naturellement présent sur Terre. C'est le cinquième élément le plus répandu sur notre planète et représente environ 1,9% de la masse terrestre. Le **soufre élémentaire** se rencontre notamment à proximité des sources hydrothermales et dans les régions volcaniques, en particulier le long de la ceinture de feu du Pacifique. Il est facilement reconnaissable à sa couleur jaune caractéristique. À l'état pur, le soufre est inodore. En revanche, certains de ses composés, comme le sulfure d'hydrogène (H_2S), dégagent une odeur très marquée, souvent associée à tort au soufre lui-même. La récupération du soufre élémentaire dans des zones volcaniques est encore pratiquée dans certaines régions du monde, souvent de manière artisanale, notamment en Indonésie (par exemple au volcan Kawah Ijen) ou en Amérique du Sud (Chili). Ces pratiques exposent les travailleurs à des conditions particulièrement dangereuses, tant sur le plan sécuritaire que sanitaire.

Aujourd'hui, la grande majorité du soufre utilisé dans le monde ne provient pas de gisements naturels visibles, mais de **procédés industriels liés aux énergies fossiles**. Le soufre est en effet fréquemment présent dans certains pétroles bruts (notamment dans ceux extraits au Moyen-Orient), dans les sables bitumineux (notamment au Canada, dans l'Alberta) ou en mélange avec du gaz naturel sous forme de composés chimiques, notamment le sulfure d'hydrogène (H_2S) et divers composés organosoufrés . Ces derniers regroupent des familles de molécules telles que les thiols, les sulfures, les disulfures ou encore les thiophènes, dans lesquels le soufre est intégré à des structures organiques parfois très stables.[12]

Lors du raffinage et du traitement des hydrocarbures, ces composés soufrés doivent être éliminés à la fois pour des raisons environnementales et techniques.[13] Leur combustion conduirait à la formation de dioxyde de soufre, tandis que leur présence perturbe de nombreux procédés industriels ultérieurs en dégradant les catalyseurs. Pour cette raison, des procédés de désulfuration, en particulier d'**hydrodésulfuration** consistant à faire réagir les composés soufrés **avec de l'hydrogène** (H_2), sont appliqués. Lors de

l'hydrodésulfuration, les composés soufrés, même les plus complexes, sont transformés en sulfure d'hydrogène (H_2S) qui constitue un intermédiaire clé. Celui-ci peut ensuite être traité par le procédé Claus, qui permet sa transformation en soufre élémentaire. Ce procédé repose sur une oxydation partielle du H_2S en dioxyde de soufre, suivie d'une réaction entre ce dioxyde de soufre et le sulfure d'hydrogène restant, conduisant à la formation de soufre et d'eau. Le soufre produit est récupéré à l'état liquide puis solidifié.

Les minéraux et **certaines roches** sont également riches en soufre qui se présente alors sous la forme de sulfates (notamment dans le gypse ou la barytine) ou de sulfures (comme dans la pyrite).

Etats-Unis, Canada et Arabie Saoudite : les géants de l'extraction

Aujourd'hui, plus de **90% du soufre disponible** sur le marché international provient de la désulfuration du pétrole brut et du gaz naturel dans les raffineries et les usines de traitement du gaz. Ceci lie indéfectiblement le soufre à la production de combustibles fossiles et à la configuration des **systèmes énergétiques mondiaux**. Les hotspots de soufre vont donc se trouver dans des pays qui disposent de gisements importants d'hydrocarbures contenant des teneurs en soufre tels que l'Arabie Saoudite, le Canada, les États-Unis ou encore la Russie. Ces pays disposent tous d'importantes infrastructures de récupération du soufre, mais aussi d'unités Claus qui permettent alors de transformer le soufre en un élément à valeur commerciale.

Les **10% de soufre restants** proviennent soit des régions volcaniques (la part la plus faible) soit du traitement de **minerais soufrés** tels que le gypse ($CaSO_4.2H_2O$) ou la pyrite (FeS_2) notamment en Chine, en Inde, en Pologne ou au Mexique où l'exploitation minière directe alimente ainsi les secteurs nationaux de la chimie et des engrais. Cette voie d'extraction reste cependant très onéreuse et pose de sévères préoccupations environnementales.

Actuellement, le marché mondial du soufre est dominé par de grands groupes énergétiques et chimiques. Des entreprises comme Saudi Aramco (Arabie saoudite), Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC) (Émirats arabes unis), Gazprom (Russie), ExxonMobil (Etats-Unis)

figurent parmi les principaux producteurs mondiaux. Dans leurs installations industrielles, le soufre est initialement récupéré sous forme liquide, à haute température, lors des procédés de désulfuration. Toutefois, pour des raisons logistiques et commerciales, ce soufre est très majoritairement transformé en formes solides avant sa mise sur le marché international. Cette transformation s'effectue par granulation ou pastillage, donnant des produits facilement manipulables et transportables. Le Canada occupe également une place significative dans cette industrie du soufre, notamment grâce à l'exploitation des sables bitumineux en Alberta. Des entreprises comme Suncor Energy (Canada) et Imperial Oil (Canada) génèrent d'importantes quantités de soufre récupéré lors du traitement du pétrole lourd. Ce soufre est généralement solidifié puis stocké, parfois en grandes quantités, avant d'être exporté vers les marchés internationaux.

Un marché du soufre sous tension, au cœur des chaînes agricoles et industrielles

Depuis mars 2026, les prix à terme du soufre ont grimpé à des niveaux sans précédent, dépassant les 5 700 CNY par tonne (soit approximativement 780 à 800 USD), sous l'effet des **tensions au Moyen-Orient** qui désorganisent un maillon essentiel de la chaîne d'approvisionnement des engrais. Une part très importante de la production mondiale étant concentrée dans cette région, les perturbations du trafic maritime via le **détroit d'Ormuz** ont fortement ralenti les expéditions, entraînant un resserrement marqué de l'offre. Cette situation intervient à un moment critique, alors que la demande augmente avec l'arrivée des campagnes agricoles de printemps.[14]

Le soufre joue un rôle fondamental dans la fabrication de l'acide sulfurique, composant clé des engrais phosphatés indispensables à des cultures majeures comme le soja ou le maïs. Or, les tensions sur le marché ne datent pas uniquement de la crise actuelle. En amont, l'offre était déjà sous pression en raison d'une **consommation soutenue dans le secteur minier**, où l'acide sulfurique est utilisé pour l'extraction des métaux, ainsi que de limitations à l'export mises en place par d'autres grands pays producteurs, notamment la Chine et la Russie. Dans ce contexte tendu, les

industriels des engrais doivent désormais rivaliser avec d'autres secteurs pour sécuriser leurs approvisionnements, ce qui a déjà conduit à des ajustements de production. Les niveaux de stocks deviennent préoccupants, laissant entrevoir un **risque accru de déséquilibres durables sur les marchés internationaux**.

Une dépendance critique aux flux mondiaux et aux points de passage stratégiques

Au-delà des tensions immédiates, le marché du soufre révèle une forte dépendance à des infrastructures et des routes commerciales vulnérables. Le Moyen-Orient représente une part majeure des exportations mondiales, et près de la moitié des flux maritimes de soufre transitent par le détroit d'Ormuz. Ce passage constitue un véritable goulet d'étranglement. Toute perturbation, qu'elle soit géopolitique ou logistique, peut désorganiser l'ensemble des chaînes d'approvisionnement mondiales.

Cette vulnérabilité est d'autant plus critique que le soufre est indispensable à la production d'acide sulfurique, lui-même au cœur de nombreux processus industriels. Cet acide est essentiel non seulement pour l'agriculture, mais aussi pour la transformation des métaux via des procédés hydrométallurgiques. Il permet notamment d'extraire des métaux stratégiques comme le cuivre, le nickel ou le cobalt à partir de minerais complexes. Sans lui, une grande partie de ces ressources ne pourrait pas être exploitée de manière rentable à grande échelle.

Cette dépendance crée une **interdépendance forte entre plusieurs secteurs clés** : agriculture, industrie chimique, métallurgie et désormais technologies bas carbone. Certains pays illustrent particulièrement cette fragilité. Par exemple, des acteurs majeurs de la transformation des métaux, comme l'Indonésie dans le secteur du nickel, dépendent fortement des importations de soufre en provenance du Moyen-Orient, avec des niveaux de stocks parfois très limités. Dans un tel contexte, la moindre rupture d'approvisionnement peut avoir des conséquences en cascade sur l'ensemble des chaînes industrielles mondiales.

Le paradoxe de la transition énergétique : une demande en hausse

face à une offre contrainte

Sortir des énergies fossiles est une étape essentielle pour limiter les effets du réchauffement climatique. Toutefois, paradoxalement, la décarbonation de certains pays, passant par la réduction de leur dépendance au pétrole et au gaz, devrait entraîner une baisse du volume de combustibles fossiles traités et un déclin considérable de la quantité de soufre récupéré. En effet, la majorité du soufre disponible sur le marché est un sous-produit du raffinage du pétrole et du traitement du gaz naturel. À mesure que ces activités reculent, l'offre devient structurellement plus rigide.

Dans le même temps, la demande évolue profondément. Si l'agriculture et l'industrie chimique restent des piliers relativement stables, un nouveau moteur de croissance émerge : celui des énergies nouvelles. Le développement rapide des batteries, notamment pour les véhicules électriques, ainsi que la production de matériaux stratégiques comme le nickel ou les technologies lithium-fer-phosphate, entraîne une augmentation significative de la consommation de soufre et d'acide sulfurique.

Cette double dynamique crée une **contradiction majeure**. Les politiques de transition énergétique, en réduisant la production d'énergies fossiles, limitent l'offre d'un sous-produit essentiel, tout en stimulant la demande dans des secteurs clés de la décarbonation. Il en résulte un déséquilibre structurel entre une offre contrainte et une demande en forte croissance. Ce déséquilibre devrait se maintenir à moyen terme, contribuant à un marché durablement tendu et à une pression haussière sur les prix.

Face à cette situation, plusieurs pistes sont envisagées, telles que le recours à des substituts, la diversification des sources d'approvisionnement ou l'augmentation des capacités de stockage. Néanmoins, ces solutions restent partielles et souvent insuffisantes à court terme. En définitive, le soufre apparaît comme une ressource stratégique révélant les limites et les paradoxes de la transition énergétique : en cherchant à réduire les énergies fossiles, le monde fragilise indirectement l'approvisionnement d'un élément clé pour les technologies propres, exposant ainsi l'économie mondiale à de nouvelles vulnérabilités.

Une ressource stratégique symbole de puissance industrielle

Derrière l'intensification de la compétition pour les ressources, un basculement stratégique est en train de s'opérer. Le soufre, longtemps relégué au rang de simple sous-produit, commence à être perçu comme un **levier de puissance industrielle**. Les États les plus exposés, qu'il s'agisse de grandes puissances agricoles dépendantes des engrais ou de pays engagés dans la course aux batteries et aux technologies bas carbone, intègrent désormais cette ressource dans leur **réflexion géopolitique et économique**.

Ce changement de regard s'accompagne d'une montée en gamme des politiques publiques. Il s'agit d'entrevoir une constitution de réserves stratégiques, de cartographier finement des vulnérabilités dans les chaînes d'approvisionnement, de sécuriser des flux via des accords bilatéraux, mais aussi de mobiliser conjointement des industriels et des pouvoirs publics pour maximiser la récupération du soufre.

Ce qui se joue ici dépasse la simple gestion d'un intrant industriel. **Le soufre est en train de changer de statut** : d'externalité négligée des hydrocarbures, il devient une ressource critique, au cœur des équilibres entre souveraineté, transition énergétique et compétitivité industrielle.

Vous souhaitez plus d'informations sur ce sujet ?

N'hésitez pas à me contacter via l'adresse email suivante: a.richel@uliege.be ou via le formulaire disponible en cliquant ici.

Références et commentaires

Image générée par IA le 7 avril 2026

[1] https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/geologie-tout-savoir-soufre-803/page/2/

[2] https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2019/12/1993-178-dec-p25-acide_sulfurique.pdf

[3] https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th1

1/caoutchoucs-42615210/matieres-premieres-du-caoutchouc-am8010/systeme-de-vulcanisation-am8010niv10004.html

[4] https://www.statista.com/statistics/1245226/sulfuric-acid-market-volume-worldwide/?srsltid=AfmBOoqQRs5oYM_4R7v-ueU-8BFOCjGtk_jLMzoZF9yMoo3D-__jGEMe

[5] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013468619303147

[6] https://www.chemcopilot.com/blog/sulfuric-acid-in-agricultur-fertilizers

[7] https://lejournal.cnrs.fr/nos-blogs/focus-sciences/lithium-soufre-la-paire-gagnante-pour-les-batteries-de-demain

[8] https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/nr/c6nr00775a/unauth

[9] https://lelementarium.fr/wp-content/uploads/2025/01/Soufre-2023.pdf

[10] https://www.fortunebusinessinsights.com/sulfur-market-102143

[11] https://marketintelo.com/report/sulfur-market

[12] https://pubs.geoscienceworld.org/aapg/aapgbull/article-abstract/58/11/2338/36911/Evolution-of-Sulfur-Compounds-in-Crude-Oils1?redirectedFrom=fulltext

[13] https://www.hydrocarbonengineering.com/special-reports/02042015/sulfur-yesterday-today-and-tomorrow-part-one-570/

[14] https://tradingeconomics.com/commodity/sulfur#:~:text=Over%20the%20past%20month%2C%20Sulfur’s,0