

DIRECTEUR DE PUBLICATION :

François BAUDIN

RÉDACTEUR EN CHEF :

Marc BRISEBARRE

CONSEILLER PUBLICATIONS :

François LEPARMENTIER

COMITÉ DE RÉDACTION :

- **AVENIA**
Jérôme GOUIN
- **SECTION GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR**
Marianne CHAHINE
Sylvine GUÉDON
- **SECTION EAU**
Jean-Pierre FAILLAT
Anthony LE BEUX
Lahcen ZOUHRI
- **SECTION GÉOPHYSIQUE**
Antoine BOUVIER
Christian HERISSON
Jean-Marc MIEHE
- **SECTION SUBSTANCES MINÉRALES**
Patrice CAUMARTIN
Michel JÉBRAK
Christian POLAK
Véronique TOURNIS
- **SECTION ÉNERGIE**
Marc BLAIZOT
Eléonore DALMAIS
Jean-Marc FLEURY
Jean-Jacques JARRIGE
- **SECTION ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE**
Christian BECK
Roselyne FRIEDENBERG
- **SECTION AFFAIRES PROFESSIONNELLES**
Eric MARCOUX
- **SECTION JEUNES**
Nicolas LEMONNIER

SECRÉTARIAT DE RÉDACTION :

redac.geologues@geosoc.fr

Géologues est la revue officielle de la Société Géologique de France et de Avenia.

Société Géologique de France
Association loi de 1901, fondée en 1830
et reconnue d'utilité publique par
Ordonnance du Roi du 3 avril 1832.

SIÈGE SOCIAL :

77, rue Claude Bernard - 75005 PARIS
01 43 31 77 35 - accueil@geosoc.fr
Site Internet : www.geosoc.fr

Avenia : pôle de compétitivité
des industries du sous-sol
Technopole Hélio parc - Av. Pierre Angot
64053 PAU Cedex 09 - 05 59 84 81 10
Site Internet : www.pole-avenia.com

ABONNEMENT ET PUBLICITÉ :

Société Géologique de France

MISE EN PAGE :

J.-C. MANCHON - CLÉRY-SAINT-ANDRÉ

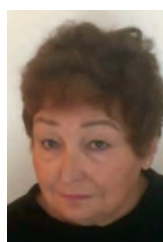
IMPRIMÉ EN FRANCE PAR :

Adunat Communication
44420 PIRIAC-SUR-MER

Commission paritaire
CPPAP n°0125G82626
Dépôt légal à parution



Marc Brisebarre¹,
rédacteur en chef
de "Géologues".



Véronique Tournis²,
géologue indépendante
mines et minéraux
industriels.



Jérôme Gouin³,
Responsable projet R&DI
Mines & Carrières,
Hydrogéologie,
Géotechnique
AVENIA.

Le premier article du dossier s'intitule « Une santé de fer ! Minéraux et santé, de l'Antiquité à nos jours » ; depuis la nuit des temps, en effet, l'homme utilise quotidiennement minéraux et métaux pour soigner son corps – c'est le domaine de la santé – et également son apparence – c'est le domaine de la cosmétique –. En matière de santé, ces substances n'ont pas uniquement le rôle de produit actif ou d'excipient dans les médicaments ; elles entrent aussi dans la fabrication du matériel médical, depuis la blouse jusqu'aux équipements de pointe bourrés d'électronique ; la récente pandémie nous a rappelé combien certains de ces métaux et minéraux faisaient l'objet de convoitises et devenaient ressources stratégiques ce qui, au passage, montre que la réticence de nos compatriotes à accepter les ouvertures de mines peut être un frein à notre indépendance en matière de santé. Diverses réglementations et certifications encadrent bien évidemment l'élaboration des matières premières issues des minerais bruts.

Aussi bien pour les médicaments que pour la cosmétique, un minéral ou un métal peut souvent avoir un large éventail d'indications ; c'est le cas, par exemple, du carbonate de calcium, très prisé tant en pharmacopée qu'en cosmétique, sans parler de son utilisation en nutrition (c'est le fameux E170), et auquel deux articles sont consacrés. Ce carbonate n'a pas la réputation d'être toxique ; mais d'autres métaux, abondamment utilisés depuis des siècles, tels le plomb et le mercure, ont cette ambivalence de substance toxique et de substance à l'efficacité prouvée contre certaines infections ; cette ambivalence est aussi le fait des radio-isotopes devenus indispensables aujourd'hui dans la lutte contre les cancers.

Ce dossier rappelle donc que le géologue a un rôle indispensable, auquel on ne pense peut-être pas spontanément, dans le domaine de la santé et de la cosmétique.

Dans les rubriques hors dossier de ce numéro de "Géologues" nous avons accordé une place importante au thème de la formation : comment préparer les futurs géologues, qu'ils soient à l'université ou en école d'ingénieurs, aux défis socio-écologiques et de la transition énergétique. Être amoureux des vieilles pierres et être en phase avec son temps, tel est le géologue !

1. Courriel : redac.geologues@geosoc.fr
2. Courriel : vtournis@wanadoo.fr
3. Courriel : jerome-gouin@pole-avenia.com

Pas encore abonné !
Géologues
www.geosoc.fr/geologues
Abonnez-vous en quelques clics



Crédit photo : Rebecca Hargreaves

Éditorial

1

Actualités

4

- Rapport du PNUE :
Sand and Sustainability; Ten strategic
recommendations to avert a crisis (avril 2022) 5
- Journée technique sites et sols pollués 2022 6
- Création du réseau thématique TAEMA 7
- Publication par le BRGM d'une carte géologique 9
- Guide technique « Aléas rocheux »
édité par le BRGM 10
- Prix Michel Vigneaux de l'AGSO 10
- AFTES 11
- Journées nationales techniques de l'AFTES 11
- Édition 2022 du rapport de BP :
Statistical Review of World Energy 12
- Hors-série n° 29 de la revue Mines et Carrières :
Les sables industriels 13

Jeune entreprise

14

- CARESTER : La saga française de l'industrie
des terres rares continue 14
- Alain Rollat

Décryptage

20

Former l'ingénieur aux défis socio-écologiques ... 20

François Leparmentier

Les secrets du Néon 24

Patrice Caumartin

Formation

25

Le Mans Université fait évoluer son offre de formation pour sensibiliser les futurs géologues aux défis de la transition énergétique, écologique et sociétale 25

Edouard Ravier, Régis Mourgues, Paul Bessin,
Cyria Eliamanoff et Moïse Tsayem Demaze

À la rentrée 2022, Le Mans Université se dote d'un nouveau parcours dans sa licence de Sciences de la Terre. Intitulé GET (Géosciences - Environnement - Transition socio-écologique), ce parcours renforcé, unique à l'échelle du territoire français, combine géosciences, environnement et sciences humaines afin de sensibiliser les futurs géologues aux défis de la transition énergétique, écologique et sociétale.

Dossier

Les minéraux dans la pharmacopée et les cosmétiques 28

LA PLACE DES MINÉRAUX ET DES MÉTAUX DANS LA COSMÉTIQUE ET LA SANTÉ 28

Vulgariser pour parler « minéraux et santé » 28

Alexandre Couturier et Tristan Malleville

Cet article présente une exposition intitulée « Une santé de fer ! Minéraux et santé, de l'Antiquité à nos jours » et un livre du même nom, réalisés par des étudiants de quatre écoles de l'Université Paris Sciences & Lettres (PSL). Il propose un cadrage de la thématique « minéraux et santé » à l'aune de l'expérience des auteurs acquise lors de leur travail de rédaction et de structuration du sujet, tant pour l'exposition que pour le livre.

Le rôle stratégique et essentiel des métaux rares pour la santé 33

Michel Jébrak, Yann Gunzburger et Jack-Pierre Piguet

La notion de minerai critique et stratégique remonte aux guerres du XX^e siècle (dès la fin de la Seconde Guerre mon-

diale les États-Unis avaient constitué des stocks de métaux), mais elle est redevenue d'actualité avec les crises technologiques et sociales qui ont frappé nos sociétés depuis 50 ans, chaque crise s'accompagnant de nouveaux besoins en minéraux, la dernière en date étant la pandémie de 2020. Celle-ci a montré qu'il existait des métaux essentiels à la santé et il serait donc temps d'établir avec plus de discernement quels sont ces métaux et comment en garantir l'approvisionnement pour les prochaines crises sanitaires.

LES PROPRIÉTÉS ET LES UTILISATIONS DES MINÉRAUX ET DES MÉTAUX 36

Des gisements français de minéraux industriels aux applications médicales et cosmétiques 36

Sandra Rimey

Des gisements français rares, transformés par des procédés minéralurgiques pointus, permettent de livrer la composition chimique stable et propre, naturelle, dont a besoin le monde de la Santé. En effet, les exigences qualitatives dans la pharmacie et le bien-être sont hautes. Le défi est donc de taille pour un produit rocheux à l'origine.

Les applications directes et indirectes sont infinies : dans le médicament comme excipient, comme produit actif, dans le matériel médical (blouse, champs respirants etc.), dans l'univers de l'hygiène, du maquillage. Les produits s'exportent dans le monde entier, les minéraux français contribuent à l'économie et au savoir-faire tricolore grâce à nos gites stratégiques.

Les matières premières minérales au cœur de l'industrie cosmétique 43

Elodie Rémia et Christel Carème

Imerys, depuis 10 ans, possède une gamme de minéraux dédiée au secteur cosmétique sous la marque ImerCare®. Cette gamme comprend cinq types de minéraux différents : le kaolin, la perlite, le talc, la terre de diatomée et le mica. Cet article décrit les propriétés de ces minéraux ainsi que les différentes étapes conduisant à l'élaboration et à la caractérisation des ingrédients, au contrôle et à l'évaluation de ces derniers. Ces ingrédients sont tous certifiés COSMOS.

Les rôles multiples des argiles en pharmacie 51

Michel Jébrak

Les minéraux argileux sont utilisés comme excipients dans les préparations pharmaceutiques pour améliorer leurs caractéristiques organoleptiques et leurs propriétés physico-chimiques, faciliter leur élaboration ou leur conservation et permettre la libération du principe actif dans l'organisme. En science vétérinaire, ils servent souvent dans l'alimentation animale comme promoteurs de croissance et comme compléments pour le traitement des troubles gastro-intestinaux. Ils peuvent aussi être utilisés dans le domaine de l'environnement pour éliminer

les produits pharmaceutiques cationiques des effluents des installations de traitement des eaux usées.

Le plomb et le mercure : deux exemples de métaux toxiques possédant des vertus thérapeutiques 56

Michel Jébrak et Jérôme Gouin

Le plomb et le mercure sont deux exemples de métaux qui, bien que toxiques, possèdent des vertus thérapeutiques. Si la céruse, utilisée pendant des millénaires pour blanchir le teint, était très toxique, le khôl des anciens Égyptiens protégeait effectivement contre les infections oculaires ; quant au mercure, outre ses propriétés antiseptiques, il est notamment utilisé dans les plombages dentaires.

Le carbonate de calcium, CaCO₃ et la santé 57

Jacques Geysant

Le carbonate de calcium est un constituant majeur dans de nombreux produits liés à la santé ou au bien-être : produits cosmétiques (sous forme de précipité de carbonate de calcium), pâtes dentifrices (sous forme d'aragonite), médicaments (déjà dans l'Antiquité le CaCO₃ broyé était utilisé pour stopper les hémorragies et calmer les brûlures d'estomac), nutrition (ingrédient codifié E 170 dans de nombreux produits alimentaires, ...).

Utilisation des carbonates de calcium en cosmétique 58

Shirshah Amerkheil

Le carbonate de calcium est un minéral naturel dont les réserves / ressources sont prouvées pour plusieurs siècles. Il est utilisé en cosmétique pour ses propriétés de texturant et de charge fonctionnelle et constitue aussi une alternative potentielle aux microplastiques généralement incorporés dans les cosmétiques et les articles de toilette pour leurs caractéristiques de liant, de filmogène et de charges. Il figure sur la liste des substances alimentaires reconnues comme sûres par la Food and Drug Administration (FDA) ; la FDA l'a également approuvé comme ingrédient actif dans les médicaments antiacides.

Les utilisations étonnantes du talc dans les produits cosmétiques 61

Florence Lumen

Le talc, silicate de magnésium hydraté qui se trouve couramment dans les roches métamorphiques, entre dans la composition de nombreux produits cosmétiques, tels que les antiperspirants, les poudres de maquillage, les produits d'hygiène féminine ou les soins pour bébés. Au fil des ans, la sécurité du talc a fait l'objet de nombreux débats, en partie parce que la relation entre le talc et l'amiante – autre minéral naturel qui peut se trouver à proximité du talc – est souvent mal comprise. Mais les études montrent que le talc sans amiante peut être considéré comme sûr. Aux États-Unis, cependant, de nombreuses entreprises ont décidé d'opter, pour leurs poudres pour bébés, pour des alternatives à base d'amidon de maïs.

LES BIOMATÉRIAUX 64

Le lithium, c'est la santé ! 64

Michel Jébrak

Dès la Grèce antique les médecins d'Éphèse recommandaient, sans le savoir, les sources thermales riches en lithium. Mais l'histoire médicale du lithium trouve son origine au XIX^e siècle ; il est recommandé dans de nombreuses affections ce qui entraîne un développement considérable du thermalisme, tant en Europe qu'en Amérique ; en Amérique il finit même par devenir ingrédient santé consommé par exemple sous forme de bière ou d'un soda qui deviendra le 7-Up. Mais cette consommation excessive entraîne des intoxications qui conduisent la Food & Drug Administration (FDA) américaine à en interdire l'utilisation en alimentation en 1948. Le lithium quitte alors le monde de la nourriture pour devenir un médicament. Après plusieurs pays européens, la FDA approuve en effet le lithium en 1970 en tant que nouveau médicament expérimental pour traiter la manie aiguë. Depuis les prescriptions du lithium se sont multipliées.

Un exemple de matière première minérale utilisée en dentisterie :

Zircon / Zircone / Zircone stabilisée 67

D'après le texte de L. Marslen et Dr M. Bartala
« Zircone et polissage »

La zircone est un oxyde de zirconium (ZrO_2) produite principalement par fusion du sable de zircon à très hau-

te température. Son utilisation a commencé dans les années 70 en médecine comme matériau de remplacement de la hanche puis, dans les années 90, en dentisterie pour la fabrication de prothèses et d'implants dentaires. Aujourd'hui, en dentisterie, on utilise généralement une zircone tétragonale polycristalline stabilisée à l'yttrium (Y_2O_3) (Y-TZP), qui bénéficie d'une norme pour un usage chirurgical.

Radiothérapies métaboliques : le plomb 212, nouvel allié 70

Michel Jébrak et la rédaction

Dans la thérapie « classique » par radio-isotopes les rayonnements sont constitués d'électrons (rayons β) ou de photons (rayons X et rayons γ), qui provoquent des lésions sur les brins d'ADN dans les noyaux des cellules cancéreuses plus ou moins bien ciblées. La particularité du traitement au plomb 212 vient du fait que le rayonnement énergétique est apporté par des particules α (alphathérapie) constituées de 2 protons et de 2 neutrons ; ces particules sont bien plus énergétiques que les électrons et de plus, leur propagation étant limitée à quelques centaines de microns dans le corps, les cellules malignes sont mieux ciblées. Le plomb 212 est produit par désintégration du thorium ; le procédé a été mis au point par Areva (aujourd'hui Orano) qui cherchait à valoriser ses stocks de thorium provenant de l'extraction de l'uranium.

Denis Fabre, qui pendant de longues années a été membre du comité de rédaction de "Géologues", nous a quittés le 27 juillet. Nous adressons à sa famille et à ses proches nos plus sincères condoléances. Un hommage lui sera rendu dans le prochain numéro.