

puisqu'à la petite hauteur de 11 m., la pesanteur n'a pas sensiblement varié, du moins assez pour affecter d'une unité le 6^e. chiffre du coefficient, et qu'il faut se borner aux 5 premiers. Mettant dans cette formule, à la place de x , la valeur trouvée par la formule (B), on a C, ou coefficient au niveau de la mer, égal à

18384,8 ou 18385 mèt.

D'après ce que nous avons dit plus haut sur l'effet de la diminution de la pesanteur, on peut, à peu de chose près, établir pour formule générale

$$x = 18385 \tau D \left(1 + \frac{18385 \tau D}{a} \right)$$

ou

$$x = 18385 \tau D (1 + 0,00289 \tau D) (1).$$

Le facteur complexe exprime ici l'effet de la diminution de la pesanteur, à partir du niveau de la mer : on le négligerait, si on voulait regarder la pesanteur comme constante.

(1) Les résultats de cette formule ne diffèrent pas d'un dix millième de ceux de la formule (B). Différence qu'on peut estimer nulle dans la pratique.

ERRATUM.

Page 199, lig. 2, $\frac{Q'nr^v}{r}$; lire $\frac{Q'nr^{2v}}{2r}$; expression susceptible d'une détermination plus rigoureuse.

JOURNAL DES MINES.

N^o. 124. AVRIL 1807.

RECHERCHES

SUR DIFFÉRENS PRODUITS VOLCANIQUES.

Par M. P. LOUIS CORDIER, Ingénieur des Mines.

ÉTANT sur le point de publier la description de plusieurs contrées volcaniques, je me suis aperçu que nos connaissances générales sur les matières rejetées par les feux souterrains, étaient incomplètes à plusieurs égards. Je me suis dès-lors occupé de remplir les lacunes. Quelques-unes de mes recherches ne sont pas encore terminées; mais les autres m'ont conduit à des résultats satisfaisans : je vais rendre compte de ces dernières, en suivant tout simplement l'ordre dans lequel elles ont été faites.

§. I.

Des sables ferrugineux volcaniques.

Ces sables proviennent du lavage des terrains volcaniques : on les trouve dans le lit des ruisseaux et des rivières, au bord des lacs et sur

Volume 21.

R

les rivages de la mer, voisins des volcans. Certaines plages en offrent des amas assez considérables pour qu'on ait été tenté d'en faire un objet de spéculation, et de les traiter comme les mines de fer ordinaire.

Il est rare de rencontrer ces sables parfaitement purs : ils sont communément mêlés avec les détritits des laves, et sur-tout avec des grains amorphes ou cristallisés de feldspath, de pyroxène, de mica, d'amphibole, de grenat noir et d'amphigène, auxquels se joignent par fois le corindon, le zircon, le spinel et le titane siliceo-calcaire (1). On sépare facilement le sable ferrugineux à l'aide du barreau aimanté. Il se présente alors avec les propriétés suivantes.

Les grains sont communément très-fins, leur diamètre atteint rarement 4 ou 5 millimètres ; la plupart ont une figure anguleuse irrégulière ; les autres affectent constamment la forme d'un octaèdre régulier ou émarginé.

Leur couleur est noire, ainsi que celle de leur poussière : ils sont parfaitement opaques ; leur surface offre l'éclat métallique passant à l'éclat vitreux ; quelquefois elle est terne, ou salie par des particules terreuses adhérentes.

Ils ne rayent pas le verre, et cèdent facilement à la percussion.

(1) On ne sera pas étonné de voir figurer cette dernière substance parmi les détritits volcaniques, si on se rappelle que j'ai annoncé sa présence dans les laves du Mont-d'Or, il y a près de quatre ans. J'ai prouvé d'ailleurs dans un Mémoire adressé l'année dernière à la Société philomatique, que la séméline de M. Fleuriu de Bellevue, n'était qu'une variété du titane siliceo-calcaire.

Leur cassure est nette, ordinairement brillante, et parfaitement couchoïde : on n'y aperçoit aucun indice de structure lamelleuse.

Ils sont tous fortement attirables : quelques-uns jouissent même de la polarité.

La pesanteur spécifique du sable ferrugineux du Puy, s'est trouvée de 4,890. Celui de Ténériffe a donné 4,623, et celui de Niedermennich, près Andernacht, 4,590.

Au chalumeau, les grains sont infusibles sans addition. Avec le borax, on obtient un émail noir, dont les très-petits fragmens sont d'un vert-noirâtre et demi-transparens.

On peut ajouter comme une dernière propriété assez remarquable, que le sable ferrugineux volcanique ne paraît pas susceptible de se décomposer spontanément.

On a confondu jusqu'à présent le sable magnétique des volcans avec le fer oxydulé. Il en diffère cependant, 1°. par une pesanteur spécifique moins considérable ; 2°. par une dureté plus grande ; 3°. et par l'éclat de sa cassure qui s'approche beaucoup de l'éclat vitreux. Ces différences s'appuient, comme on le verra ci-après, des résultats de l'analyse chimique.

On pourrait également confondre le même sable magnétique, avec le fer oligiste des volcans (1). Mais d'abord il est extrêmement rare de trouver cette dernière substance sous la

(1) Tous les minéralogistes connaissent les recherches cristallographiques extrêmement intéressantes, à l'aide desquelles M. Haiiy a fixé, d'une manière rigoureuse, la véritable place que le fer sublimé des volcans devait tenir dans

forme arénacée ; ensuite la couleur rouge que prend sa poussière , suffirait pour la faire distinguer à l'instant.

J'ai choisi pour l'analyse, les variétés de sable volcanique attirable dont la pesanteur spécifique a été citée ci-dessus. Il est indispensable de rapporter quelques circonstances de leurs gissemens particuliers.

Le sable ferrugineux de Ténériffe a été recueilli sur la côte orientale près de Guimar : il y forme des bancs considérables. Les grains sont très-petits, brillans, et presque tous cristallisés. Ils sont mêlés avec des grains de feldspath translucide, de pyroxène noir ou vert, et de péridot d'un vert jaunâtre.

Le sable du Puy se rencontre au milieu des produits volcaniques les plus récents du département de la Haute-Loire : il est roulé par les ruisseaux qui coulent au pied d'un ancien cratère, qu'on nomme le mont *Amis* (1). Les grains sont assez gros, leur surface est terne, et leur

la méthode. Ce beau travail n'avait sûrement pas besoin d'être sanctionné par l'analyse ; mais voici ce que j'ai trouvé : le fer sublimé de Volvic est, ainsi que les deux variétés produites par l'avant-dernière éruption, composé d'oxyde de fer pur, au même état d'oxydation que le fer oligiste de l'île d'Elbe et de Framont. Je donne ceci comme un nouvel exemple de cette importante vérité, savoir que les résultats de la cristallographie devancent souvent ceux de la chimie.

(1) Ce cratère est dépourvu de végétation ; sa masse présente un énorme tas de scories rouges, en fragmens contournés, incohérens, qui se froissent et s'éboulent sous les pas. Ces scories renferment des zircons semblables à ceux qui accompagnent le sable magnétique.

forme rarement régulière. D'ailleurs ils sont dispersés dans un gravier composé de différentes variétés de lave basaltique, de feldspath, de pyroxène, de zircon, de péridot, et quelquefois de corindon bleu.

Le sable de Niedermennich a été ramassé au milieu des déjections pulvérulentes qui sont au Sud-Ouest d'Andernach sur la rive gauche du Rhin (1). Les grains sont assez fins, à surface terne, et presque tous régulièrement terminés. Ils sont accompagnés de détritits ponceux, de feldspath limpide, de pyroxène noir, de péri-

(1) Ces déjections s'étendent jusqu'au pied de deux magnifiques cratères, le *Bellenberg* et le *Hochsimmern*, dont personne n'a encore publié la description. L'existence de ces cratères est cependant un fait important, et je ne conçois pas comment elle a pu échapper à Forber, à Collini, et à plusieurs autres savans minéralogistes qui ont écrit sur cette contrée. Il est vrai que les deux montagnes sont éloignées des routes qu'on pratique ordinairement. Quoi qu'il en soit, voici l'esquisse de leur description.

Le *Bellenberg* et le *Hochsimmern* sont parfaitement isolés, et dominant tout le plateau volcanique environnant. Leur distance de l'Abbaye de *Lack* est d'un myriamètre S-O. Leur forme est exactement celle d'un cône tronqué un peu obliquement. Leur base peut avoir entre deux et trois kilomètres de contour. Leur hauteur excède 200 mètres. Ils se terminent tous deux par une coupe très-échancrée d'un côté. Leur composition n'offre absolument que des scories rouges ordinaires, en fragmens contournés, boursoufflés, et déchirans au toucher.

Si j'insiste au reste sur ces détails, c'est que je connais les préjugés de plusieurs minéralogistes du Nord, qui toutes les fois qu'on parle de volcans éteints, imaginent toujours qu'on s'est mépris, et qu'on donne ce nom à de simples lambeaux basaltiques, semblables à ceux de leur pays.

dot d'un vert jaunâtre et de titané-scilicéo-calcaire d'un jaune de miel.

Les trois variétés de sable magnétique ont été soumises à quelques épreuves préliminaires. On a reconnu qu'il fallait les traiter par la méthode suivante : je vais la décrire d'une manière générale, afin d'éviter les répétitions : elle ne diffère pas beaucoup, au reste, de celle qui a été employée par mon collègue et ami Collet Descostils dans l'analyse du sable de Saint-Quay.

Le sable a été d'abord pulvérisé grossièrement, lavé, séché et passé au barreau aimanté, afin de séparer toutes les particules hétérogènes adhérentes : il a été ensuite réduit en poudre fine. On a opéré sur cinq grammes, qui traités par l'acide muriatique, se sont entièrement dissous.

Après avoir évaporé la dissolution à siccité, on y a ajouté la quantité d'eau nécessaire pour dissoudre les sels, on a évaporé de nouveau, puis ajouté une nouvelle quantité d'eau et ainsi de suite à plusieurs reprises. Après cela, la dissolution concentrée a été abandonnée à elle-même pendant plusieurs jours : elle a laissé déposer une poudre d'un blanc jaunâtre. On a décanté. La liqueur a été de nouveau évaporée à siccité et traitée de la manière précédente, jusqu'à ce qu'on se soit aperçu qu'elle ne précipitait plus rien.

Les dépôts ont été successivement séchés et lavés avec de l'eau distillée. Il n'est pas inutile de dire que les eaux de lavage ont été réunies et traitées avec la liqueur pendant le cours de l'opération. On a enfin rassemblé les dépôts ; ils

ont été chauffés au rouge et pesés ; leur couleur avait pris une teinte orangée. Pour s'assurer de leur nature, on les a fondus avec du carbonate de potasse, et mis ensuite digérer dans l'acide muriatique. La dissolution s'est opérée sans résidu et en dégagant un peu d'acide muriatique oxygéné. Essayée par les réactifs, la liqueur a donné un précipité vert avec le prussiate de soude, un précipité d'un rouge orangé, par l'alkool gallique, enfin par l'ammoniaque un précipité blanc semblable à de l'empois.

La première dissolution muriatique a été ensuite reprise et mêlée d'ammoniaque en excès. Il s'est formé un précipité très-abondant, qui a été recueilli sur le filtré. La liqueur ammoniacale essayée, n'a fourni qu'une très-petite quantité d'oxyde de fer, dont il a été tenu compte.

Le précipité par l'alkali volatil, a été rougi, pesé, et traité par la voie sèche avec une quantité suffisante de potasse caustique. La masse bien fondue, a été lessivée. On s'est assuré de la pureté et du poids de cet oxyde, en l'examinant à part.

La lessive alkaline avait une belle couleur verte due à un peu d'oxyde de manganèse. Cet oxyde a été précipité par l'ébullition, ensuite rougi et pesé.

On a employé l'acide nitrique pour saturer la lessive alkaline concentrée ; il s'est formé d'abord de très-légers flocons blancs qu'une plus grande quantité d'acide a redissous. La liqueur a été divisée en deux parties égales. L'une a été essayée par le nitrate de plomb pour

chercher l'oxyde de chrome; le sable du Puy s'est trouvé seul en contenir quelques atomes. L'autre portion a été mêlée de carbonate de soude, ce qui a fait reparaître le précipité floconneux, qui était de l'alumine.

Voici les proportions des principes constituans reconnus par ces épreuves.

	Sable de Niedermennich.	de Ténériffe.	du Puy.
Oxyde de fer.	79,0.	79,2.	82,0.
Oxyde de titane.	15,9.	14,8.	12,6.
Ox. de manganèse.	2,6.	1,6.	4,5.
Alumine.	1,0.	0,8.	0,6.
Acide chromique.		un atome.	
	98,5.	96,4.	99,7.

L'analogie de ces résultats est frappante; mais avant d'en tirer une induction générale, j'ai jugé convenable d'éprouver un plus grand nombre de sables ferrugineux volcaniques. La présence du fer dans ces sables étant suffisamment attestée par leur propriété magnétique; l'alumine et le manganèse devant s'y trouver en très-petite quantité, il a suffi d'y chercher l'oxyde de titane. On a examiné à cet effet les variétés suivantes, savoir:

1°. Deux variétés recueillies à Ténériffe, et différentes par leur gissement de celle qui a été analysée. L'une provient d'un torrent qui coule au milieu des déjections scoriformes qui environnent la ville de la Laguna: elle est mêlée de pyroxènes noirs, de péridot vert-jaunâtre et de zircons d'un brun rougeâtre. L'autre a été prise au pied du cône qui termine le pic. On

trouve avec du feldspath limpide, du pyroxène noir, et quelques grains d'amphibole, de péridot, et de titane-scilicéo-calcaire.

2°. Trois variétés venant des volcans éteints de la rive gauche du Rhin: elles ne diffèrent de celle qui a été soumise à l'analyse que par le volume des grains et la localité. Elles contiennent également du feldspath limpide, du pyroxène noir, et du titane-scilicéo-calcaire.

3°. Une variété ramassée au Cap de Gattes en Espagne, dans le torrent de San-Pedro. Celle-ci est produite par le lavage d'une brèche volcanique ancienne, qui est en partie formée de scories rouges et noires, bien conservées.

4°. Six variétés provenant des volcans éteints de l'intérieur de la France. Voici les localités: *a* la base septentrionale du cratère de Louchaudière au Puy-de-Dôme: *b* la base occidentale du cratère de la Nugère: *c* le lit supérieur de la Dogne au Mont-D'or: *d* le lit du ruisseau qui coule à la cascade de l'Ecureuil dans la même contrée: *e* le ruisseau de la vallée de Fontanges au Cantal: *f* enfin la base des cratères qui environnent le lac du Bouchet dans la Haute-Loire. Les sables ferrugineux de ces différens endroits sont accompagnés de détritns de laves, de pyroxène noir, de feldspath limpide, et quelquefois aussi de péridot, de mica, et d'amphibole.

5°. Huit variétés recueillies au milieu des terrains volcaniques des États Romains; en voici le détail: *a* le sable magnétique pris entre Albano et Rome est avec des amphigènes blancs demi-transparens, des pyroxènes noirs et des

fragmens de laves poreuses : *b* celui de Frascati est mêlé de grenats noirs, de pyroxènes de la même couleur, de feldspath limpide, de scories et de quelques corindons bleus : *c* celui qu'on trouve entre Frascati et Albano, ne présente aucun minéral étranger, que des pyroxènes verts, demi-transparens et cristallisés : *d* celui du lac Albano offre un semblable mélange, tantôt à gros grains et tantôt à petits grains : *e* on trouve également deux sortes de sable magnétique différentes par le volume des grains, au lac Bolsena ; mais elles sont indistinctement mêlées de pyroxène noir ou vert, de péridot jaunâtre et de feldspath blanc : *f* enfin le sable ferrugineux de Gensano près du lac Nemi, est accompagné de pyroxène, de feldspath, de mica brun, et de ponces grises. C'est à un très-habile observateur des volcans, M. Besson, que je dois la connaissance des six dernières variétés : j'ai ramassé moi-même toutes les précédentes.

6°. Deux variétés du Vésuve. La première couvre les plages du golphe de Naples, près de Pausilippe ; elle contient des pyroxènes noirs ou verts, du feldspath limpide et quelques péridots. La seconde est enlevée par les eaux pluviales aux déjections pulvérulentes qui sont au pied du Vésuve du côté de la Somma. Ces variétés m'ont été remises par M. Besson, ainsi que les suivantes.

7°. Une variété venant d'Ischia, l'une des îles Ponces.

8°. Une autre de Léonedo dans le Vicentin. Celle-ci accompagne les zircons découverts par Arduino, dans un aggrégat volcanique très-ancien.

9°. Une variété de St.-Pierre de la Martinique. Elle m'a été donnée par M. de Lametherie, qui la tenait lui-même de M. Fleury de Bellevue. Ce sable couvre une plage qui est bordée de laves en partie scorifiées.

10°. Enfin deux variétés qui appartiennent à l'Etna. Ces dernières ont été recueillies par Dolomieu : elles m'ont remises par M. de Drée. L'une se trouve dans le lit du torrent d'eau qui sortit de la bouche de l'Etna en 1755 ; le sable magnétique est disséminé en petite quantité et en parties très-fines au milieu d'un gravier à base de scorie noire ; l'autre est due au lavage des scories lapillaires qui couvrent la haute plaine de Nicolosi. Ces scories ont été rejetées par l'éruption qui a élevé le Monte-Rosso en 1669. Elles sont noires et vitreuses ; on y aperçoit quelques grains de pyroxènes noirs et des cristaux de feldspath d'un gris sale.

En résumant ces détails, on voit que ce sont dix contrées volcaniques très-distantes les unes des autres, qui ont fourni les matériaux dont on s'est proposé l'épreuve. Or tel a été le résultat, que sur 27 variétés de sables attirables dont on a simplement fait l'essai, il ne s'en est trouvé aucune qui ne contint de l'oxyde de titane. La proportion de ce métal s'est montrée peu variable, puisqu'elle n'a pas excédé les limites de 11 à 16 p. $\frac{2}{100}$. Une donnée aussi constante ne laisse pas de doute sur l'identité des autres principes composans, elles'accorde d'ailleurs avec les analogies qu'on peut établir sous le triple rapport d'origine, de gissement et de propriétés minéralogiques.

On peut donc avancer comme une conclusion

générale des expériences précédentes, que les sables métalliques attirables des volcans sont tous de la même nature, et composés presque en totalité d'oxyde de titane et d'oxyde de fer.

Cette combinaison naturelle, si remarquable par son origine et comme je le démontrerai bientôt, par le rôle quelle joue dans les matières rejetées par les feux souterrains, réclame une place dans les méthodes minéralogiques, ainsi qu'une dénomination spécifique particulière. Je la désignerai sous le nom de *fer titané* dans la suite de ces Mémoires.

E S S A I

DU Minerai de plomb de Montjean, près de Vizille.

Fait à la Fonderie impériale d'Allemont en Oisans; par M. HÉRICART DE THURY, Ingénieur des Mines.

LE 19 juillet 1806, le sieur Coppier de Maille et compagnie envoyèrent à la fonderie d'Allemont, à l'effet d'y faire un essai en grand, 446 mgm. de minerai de plomb sulfuré argentifère, provenant des rebuts du triage des minerais de Montjean.

A l'examen de ce minerai, je le reconnus composé, 1°. de gangue quartzeuse; 2°. de fer spathique peu abondant; 3°. de fer oxydé; 4°. de plomb sulfuré argentifère et antimoni-fère; 5°. de cuivre gris argentifère; 6°. de zinc sulfuré; et 7°. de plomb arsenié, provenant de la décomposition de ce minerai.

1°. Un-essai fait en janvier dernier m'avait donné 68 de plomb pour 100 de minerai trié et lavé, et 28 grammes d'argent par mgm. de plomb.

2°. L'essai de cuivre gris argentifère, également trié et lavé, m'avait donné 25 de plomb et 18 de cuivre pour 100. Le plomb d'œuvre obtenu contenait 33 grammes d'argent par mgm.

3°. Enfin l'essai du minerai, pris dans les rebuts du triage, donnait 52 de plomb pour 100, et 26 grammes d'argent par mgm. de plomb obtenu.

A
Nature du
minerai.

B
Essais du
minerai.