
TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans ce Numéro.

- A**NALYSE du sulfate de strontiane de France, suivie de l'exposition des propriétés des principaux sels que forme cette terre avec les acides, et des proportions de leurs principes; par le C.^{en} Vauquelin.....Page 3.
- A**NALYSE de la chrysolithe des joailliers ou du commerce; par le C.^{en} Vauquelin..... 19.
- S**UITE du Tableau des mines et usines de la République. Département des Alpes-maritimes..... 27.
- V**OYAGES du C.^{en} Ramond au Mont-Perdu. 35.
- V**OYAGE au Mont-Perdu, et observations sur la nature des crêtes les plus élevées des Pyrénées; par Philippe Picot-Lapeyrouse..... 39.
- E**XTRAIT du rapport sur les forges et fourneaux de Belfort et de Chatenois, département du Haut-Rhin; par le C.^{en} Duhamel fils..... 67.

JOURNAL
D E S M I N E S.

N.^o XXXVIII.

B R U M A I R E.

A N A L Y S E

D U R U B I S S P I N E L L E

Par le C.^{en} VAUQUELIN, inspecteur des mines,
 membre de l'Institut national.

LE fer et le manganèse ont été long-temps regardés presque comme les seuls métaux dont la nature se servait pour colorer les minéraux; mais, quoique ces métaux puissent prendre une foule de nuances différentes, suivant les proportions d'oxigène qu'ils contiennent, cependant l'on voit souvent dans la nature, des corps revêtus de couleurs que le fer ni le manganèse n'ont jamais formées artificiellement, ni naturellement, quand ils sont purs; et il est vraisemblable que l'on trouvera quelque jour beaucoup d'autres métaux colorant aussi les pierres et les terres.

J'ai déjà fait connaître à l'institut, que la couleur de l'émeraude, que tous les chimistes ont attribuée au fer, est due à l'oxide de chrome.

Journ. des Mines, Brum. an VI.

F

En examinant la couleur rouge particulière au rubis spinelle, avec les résultats de l'analyse qu'en a faite récemment *Klaproth*, j'ai commencé à douter que cette belle et riche couleur fût produite par l'oxide de fer, dont le chimiste de Berlin n'a trouvé que 1,5 pour cent (1).

Mes doutes à cet égard se sont encore accrus, en lisant dans *Bergmann*, que le rubis, fondu avec le borax, lui communiqué une belle couleur verte; ainsi que par un passage de *Klaproth*, dans lequel il dit que la magnésie retirée de cette pierre précieuse, en se dissolvant dans l'acide sulfurique, lui avait donné une couleur verte.

Les rubis de différentes couleurs qui existent dans les collections lithologiques, tels que le bleu de saphir que possède M. *Gréville*, le vert qui appartient à M. *Hawkins*, et le blanc qui est dans le cabinet de M. *Macie*, de Londres, m'ont encore autorisé à soupçonner que le fer n'est pas le principe colorant de cette pierre.

Ces différentes considérations m'ont engagé à faire une nouvelle analyse du rubis spinelle; et le résultat de ce travail prouvera que mes doutes n'étaient pas sans fondement, et que non-seulement elle ne contient pas un atome d'oxide de fer, mais encore

(1) Voici le nombre, la nature et les proportions des principes trouvés par *Klaproth* dans le rubis spinelle :

1. ^o Alumine.....	76.
2. ^o Silice.....	16.
3. ^o Magnésie.....	8.
4. ^o Oxide de fer.....	1,5.

101,5.

qu'il n'y a pas de silice, comme l'a annoncé *Klaproth*.

Les rubis qui ont été employés à cette analyse, étaient cristallisés, transparens, et exempts de corps étrangers.

EXPÉRIENCE I.^{re} 100 Parties de cette pierre cristallisée, exposées à un feu violent, n'ont rien perdu de leur poids; mais leur couleur s'est affaiblie et a tourné au rose.

EXP. II.^{re} 100 Parties de la même pierre, réduites en poudre fine, et chauffées fortement dans un creuset de charbon, se sont agglutinées en une seule masse d'un gris verdâtre.

EXP. III.^{re} 100 Parties de petits fragmens de rubis réduites en poudre impalpable dans un mortier de silex, ont augmenté de 5 parties.

EXP. IV.^{re} J'ai fait chauffer, pendant une heure, 100 parties de rubis ainsi pulvérisées, dans un creuset d'argent, avec 300 parties de potasse caustique: le mélange ne s'est pas fondu; il s'est, au contraire réduit en une masse pulvéruleuse, d'une couleur verte, dont quelques parties étaient simplement agglutinées. J'ai délayé cette matière dans l'eau distillée, qui l'a presque entièrement dissoute; il n'en est resté que quelques portions, qui pesaient à peine 3 parties.

J'ai versé sur la dissolution, à laquelle restait encore mêlée la matière non dissoute dont je viens de parler, de l'acide muriatique étendu d'un peu d'eau: les premières portions de cet acide firent prendre la liqueur en une seule masse, épaisse comme de la bouillie, qui s'est redissoute, au

moins pour la plus grande partie, par de nouvelles quantités d'acide. J'ai fait chauffer légèrement la dissolution, et je l'ai filtrée : il est resté sur le papier 3 parties d'une poudre rosée, qui était encore du rubis non décomposé ; je l'ai mis à part, pour n'agir que sur la partie attaquée.

EXP. V. La liqueur muriatique ci-dessus ayant été évaporée à siccité, à une chaleur douce, j'ai versé sur le résidu une grande quantité d'eau distillée : presque tout a été dissous ; il n'en est resté que 5 parties d'une poudre grise, qui se fondait avec le borax, auquel elle communiquait une couleur verte.

EXP. VI. J'ai soumis ces 5 parties de matière à diverses épreuves, qui m'ont fait connaître que ce n'était que de la silice mêlée d'un peu d'alumine, et colorée par une matière dont je parlerai plus bas (1).

EXP. VII. J'ai précipité la dissolution muriatique (de l'exp. V) avec du carbonate d'ammoniaque ; lorsque j'ai jugé qu'il y en avait suffisamment, j'ai fait bouillir le mélange pendant un quart d'heure, afin de chasser l'acide carbonique

(1) Dans une autre analyse du rubis, je n'ai eu pour résidu, après l'évaporation de la dissolution muriatique, que 5 parties et demie de silice légèrement colorée en vert, et sans mélange d'alumine. Cette différence provient du degré de chaleur que l'on donne à la matière vers la fin de l'évaporation, ou bien de ce qu'on ne remue pas la masse saline assez également par-tout : dans ce dernier cas, il arrive qu'il y a des parties qui se dessèchent trop, et d'autres qui ne se dessèchent pas assez ; de là vient que des molécules d'alumine sont abandonnées par l'acide, tandis que des molécules de silice restent combinées ; et c'est ce qui est arrivé dans ma première analyse.

et de favoriser la précipitation de la chaux ou de la magnésie, s'il s'y en trouvait : j'ai obtenu, par ce moyen, un précipité blanc extrêmement abondant, que j'ai fait bouillir avec une dissolution de potasse caustique. La plus grande partie de ce précipité a été dissoute ; il n'est resté que 10 parties et demie d'une matière brune tirant sur le violâtre, mais qui a passé au vert jaunâtre, par la dessiccation à une chaleur douce.

EXP. VIII. Ces 10 parties et demie de matière furent dissoutes par l'acide sulfurique ; la dissolution avait une couleur verdâtre ; cette dissolution, mêlée avec le carbonate de potasse saturé, laissa précipiter une matière verdâtre, qui, lavée et séchée, pesait 2 parties. Une petite portion de ce précipité, fondue avec du borax, lui a communiqué une belle couleur verte d'émeraude (1). J'ai mis cette matière à part ; j'y reviendrai dans un moment.

EXP. IX. Comme j'avais dissous dans l'acide

(1) Il m'est arrivé deux fois, en chauffant la matière colorante du rubis avec du borax, sur un charbon, et en arrêtant l'opération avant que l'effervescence ne fût cessée, d'obtenir un globule vitreux, d'une couleur rouge parfaitement semblable à celle du rubis ; mais en chauffant de nouveau ce globule rouge, l'effervescence continua d'avoir lieu, et le globule devint d'un vert d'émeraude. Ce fut en vain qu'ensuite j'essayai de faire paraître la couleur rouge, soit que je chauffasse avec la flamme intérieure ou extérieure du chalumeau : il est même assez difficile d'obtenir en premier lieu le globule vitreux, d'une couleur rouge ; il faut, pour cela, que la matière colorante ne touche pas le charbon, ne l'ajouter que lorsque le borax est fondu, et le chauffer avec la flamme extérieure. Quoique j'aie essayé souvent de faire paraître ce phénomène, je n'ai pu réussir que deux fois.

sulfurique 10,5 de matière, et que le carbonate de potasse n'en a précipité que 2, il en devait rester 8,5 dans la dissolution; en conséquence, soupçonnant que la matière y était retenue par un excès d'acide carbonique, j'ai fait bouillir la liqueur pendant quelques minutes, et j'ai en effet obtenu un précipité blanc, grenu, pesant 16 parties, lesquelles se sont réduites à 8 par la calcination. Cette matière, combinée avec l'acide sulfurique, a fourni un sel cristallisé en prismes tétraèdres, terminés par des pyramides à quatre faces, dont la saveur était d'abord douce et ensuite amère, qui n'était point précipité par le carbonate de potasse saturé, qui ne l'était qu'en partie par l'ammoniaque, enfin qui présentait tous les caractères du sulfate de magnésie. Ainsi le rubis contiendrait, d'après cette expérience, huit parties de magnésie pour cent; mais comme il manque une demi-partie sur ce qui a été soumis à l'expérience, on peut en porter la quantité à 8,5.

EXP. X. J'ai réuni les 5 parties de l'*exp. VI.* et les 2 parties de l'*exp. IX.*, je les ai fait bouillir cinq à six fois de suite, dans une capsule de porcelaine, avec de l'acide nitrique concentré, en faisant évaporer chaque fois jusqu'à siccité: d'abord la matière a pris une belle couleur verte-foncée, et sur la fin de chaque opération, elle bouillonnait et se boursoufflait comme de l'alun; enfin, lorsque la plus grande quantité de l'acide était évaporée, et que la matière commençait à se dessécher, elle prenait une couleur jaune-orangée. Après avoir ainsi traité cette matière, j'y ai mêlé un peu de potasse caustique pure; et lorsque le

mélange a été bien exact, et réduit en une espèce de pâte, je l'ai étendu d'eau distillée: la presque totalité de la matière a été dissoute; il n'est resté qu'un peu de matière grise, qui pesait environ une partie et demie, et que j'ai reconnue pour être de la silice. La dissolution alcaline avait une couleur jaune d'or faible; et comme elle contenait un excès d'alcali, j'y ai ajouté, pour le saturer, quelques gouttes d'acide nitrique: il s'est produit, par cette addition, un léger précipité blanc, qui pesait tout au plus une partie, et qui m'a paru être de l'alumine. La liqueur avait alors une couleur rougeâtre.

EXP. XI. Comme je soupçonnais, par tous les phénomènes qui s'étaient présentés pendant le cours de cette analyse, que la matière colorante du rubis était le chrome, j'ai mêlé la liqueur de l'expérience précédente, 1.° avec du nitrate de plomb, et j'ai obtenu sur-le-champ un précipité d'un jaune orangé très-beau; 2.° avec du nitrate de mercure, et il s'est produit un dépôt d'une couleur rouge de cinabre; 3.° enfin avec du nitrate d'argent, avec lequel il a donné un précipité d'un rouge de carmin.

Il m'était donc démontré par-là que le rubis contenait, comme l'émeraude du Pérou, une certaine quantité de chrome, auquel il doit sa couleur. Mais il semble d'abord assez difficile de concilier la couleur de l'émeraude avec celle du rubis, en les rapportant à la même substance; car rien ne semble plus éloigné du vert que le rouge: cependant, si l'on se rappelle que ce métal est susceptible de prendre différentes couleurs, suivant les

quantités d'oxygène qu'il absorbe; que lorsqu'il est saturé de ce principe, il est rouge et acide; et que quand il en contient moins, il est vert et à l'état d'oxide, on concevra facilement comment ce métal oxidé peut colorer l'émeraude et le rubis. Il suit donc de ces considérations, que le chrome est dans l'émeraude à l'état d'oxide, et à l'état d'acide dans le rubis, et que cet acide y est, sans doute, en combinaison saline avec l'alumine ou avec la magnésie, et peut-être avec l'une et l'autre en même temps.

Quant à la proportion de l'acide chromique dans le rubis, je n'ai pu la déterminer très-rigoureusement, à cause de l'affinité qu'il a avec l'alumine, dont il est difficile de le séparer complètement: je crois cependant qu'on peut la porter, sans commettre d'erreur très-sensible, entre cinq et six pour cent de rubis.

Exp. XII. Je reviens maintenant à la dissolution de l'alumine dans la potasse caustique (*expérience VII.*); je l'ai sursaturée avec l'acide muriatique, et je l'ai ensuite précipitée par le carbonate d'ammoniaque: le dépôt, lavé et rougi pendant long-temps, pesait 85 parties. Cette matière avait toutes les propriétés de l'alumine: cependant, comme je n'avais presque pas trouvé de silice pendant le cours de cette analyse, et que *Klaproth* annonce en avoir obtenu 16 pour 100 de cette pierre, j'ai voulu m'assurer s'il n'en restait pas dans l'alumine; pour cela, j'ai dissous les 82 parties dont je viens de parler, dans l'acide sulfurique, et j'ai, en effet, obtenu un résidu insoluble, qui pesait 3 parties, et qui était de la silice; ce qui fait, avec la partie et demie obtenue (*exp. X*),

4 parties et demie. Mais l'on se rappelle que, pendant la pulvérisation des 100 parties de rubis dont je viens d'exposer les détails de l'analyse, cinq parties ont été enlevées au mortier de silex; d'où il suit que les 4 parties et demie de cette substance retrouvées dans le cours des opérations, n'appartiennent pas au rubis: je déclare que, quelque méthode que j'aie employée, quelques soins que j'aie pris, je n'ai jamais pu en obtenir une plus grande quantité; d'où il est très-vraisemblable que *Klaproth* s'est trompé à cet égard.

Maintenant, pour établir les proportions des principes du rubis, je rappellerai que sur 100 parties soumises à l'analyse, 97 seulement ont été attaquées: or, 97 ayant fourni 85 d'alumine (*expérience XII.*), sur lesquelles il y a 3 à diminuer pour la silice, 100 en auraient donné 82,47; 8,5 de magnésie ayant été obtenus de ces mêmes 97, 8,78 auraient été trouvés dans 100; de même, au lieu de 6 d'acide chromique, on en aurait eu 6,18.

Ainsi, 100 parties de rubis spinelle sont composées,

1.° d'alumine	82,47.
2.° de magnésie	8,78.
3.° d'acide chromique	6,18.
Perte	2,57.
	<hr/>
	100,00.
	<hr/>

Exp. XIII. Pour éprouver l'exactitude des résultats de l'analyse précédente, je l'ai recommencée, en suivant une autre méthode: j'ai donc

traité 100 parties de rubis réduites en poudre fine, pendant plusieurs heures, avec de l'acide sulfurique concentré ; j'ai obtenu une dissolution presque complète, par l'addition d'une suffisante quantité d'eau : il n'est resté que 5 à 6 parties d'une poudre grise, qui avait tous les caractères de la silice, et qui était seulement mêlée d'un peu de chrome.

La dissolution, évaporée en consistance de sirop, a donné des cristaux rayonnés, sans solidité ; mais ces cristaux, redissous dans l'eau et mêlés avec une suffisante quantité de sulfate de potasse, donnèrent des cristaux octaèdres d'alun. Les 100 parties de rubis ainsi dissoutes dans l'acide sulfurique, m'ont fourni, en plusieurs cristallisations successives, environ 800 parties d'alun, sans compter les dernières portions, que je n'ai pu séparer entièrement de l'eau-mère. Cette eau-mère avait une couleur verte, une saveur amère, et légèrement métallique ; je l'ai étendue d'eau, et j'y ai mêlé une dissolution de carbonate de potasse : il s'est formé un précipité blanc-verdâtre, qui était un mélange d'alumine et d'oxide de chrome : la liqueur, filtrée et exposée à la chaleur, a déposé une poudre blanche, qui, lavée et séchée, pesait 17 parties, lesquelles ont été réduites à 8,3 par la calcination ; c'était de la magnésie, mêlée encore d'un atôme d'oxide. Le précipité formé dans l'eau-mère par le carbonate de potasse, a été traité avec une dissolution de potasse caustique : par ce moyen, l'alumine a été dissoute, et l'oxide de chrome est resté sans subir d'altération sensible ; il pesait 5 grains.

Cette analyse confirme parfaitement, comme on voit, la première ; car, à quelques légères

différences près dans les proportions, elle m'a fourni absolument les mêmes résultats ; elle prouve sur-tout que le rubis ne contient point de silice, et que la petite quantité qu'on trouve dans les produits, est fournie par le mortier dans lequel la pierre a été broyée.

Je dois annoncer qu'on n'arrive pas toujours, dès la première opération, à dissoudre toute la masse de rubis ; il en reste quelquefois plusieurs parties qui n'ont subi aucune altération : cela dépend du temps employé à l'ébullition, et encore plus du degré de finesse auquel on a réduit cette pierre avant de la soumettre à l'essai. Mais quand cela arrive, il faut, après avoir lavé le résidu insoluble dans l'acide, le faire sécher, le broyer de nouveau, et le traiter comme la première fois ; alors il ne doit rester absolument que la silice qui appartient au mortier.

EXP. XIV. L'acide muriatique dissout aussi le rubis ; mais il faut une proportion considérable, parce qu'il ne peut, sans se volatiliser, supporter une chaleur un peu forte, au défaut de laquelle il n'attaque pas sensiblement cette substance.

J'ai remarqué que cet acide dissout les principes du rubis dans les mêmes proportions que celles où ils sont entré eux dans la pierre ; car la portion non attaquée conserve absolument la même nuance de couleur que celle qu'elle avait avant d'avoir été soumise à l'action de l'acide. Cela prouve qu'il ne dissout pas un principe de préférence à l'autre, et que ces derniers sont, dans le rubis, à l'état d'une véritable combinaison.

D'après ces considérations, il paraîtrait assez

naturel de regarder le rubis comme une substance saline composée de deux bases, l'alumine et la magnésie, et d'un acide, l'acide chromique (1).

(1) Lorsque je lus ce mémoire à l'institut, j'annonçai n'avoir point trouvé de magnésie dans le rubis : cependant j'étais loin de penser que *Klaproth* se fût trompé, tant j'ai de confiance dans les travaux de cet habile chimiste ; j'aimai mieux en conclure alors, que le rubis sur lequel j'avais opéré, n'était pas semblable au sien. Mais je dois aujourd'hui avouer que j'étais moi-même dans l'erreur à cet égard ; je m'en suis convaincu par une nouvelle analyse que j'ai faite sur environ 16 grammes des même rubis ; et c'est d'après ce dernier travail, fait d'une manière un peu différente, que j'ai établi les proportions des principes de cette pierre exposés plus haut. Cela prouve la nécessité d'agir sur des masses un peu considérables, pour pouvoir trouver de petites quantités de matière. J'ai cru devoir faire publiquement cet aveu, tant pour rendre hommage à l'exactitude et à la sagacité d'un homme qui en a tant donné de preuves, que pour éviter le reproche qu'on aurait pu me faire, de chercher à cacher l'erreur où j'étais tombé.

A N A L Y S E

DE L'ÉMERAUDE DU PÉROU,

Par le C.^{en} VAUQUELIN, inspecteur des mines, membre de l'Institut national.

PLUSIEURS chimistes justement célèbres ont fait, avant moi, l'analyse de cette pierre ; mais, convaincu qu'il y a presque toujours quelque chose à gagner pour la science et pour l'instruction particulière en recommençant les travaux de ceux qui nous ont précédés, j'ai soumis de nouveau ce fossile intéressant à l'analyse chimique.

Klaproth, un des analystes modernes les plus exacts, a trouvé dans l'émeraude-du Pérou, silice 66,25, alumine 31,25, oxide de fer 0,50.

On verra, par la suite, que le résultat de mon travail diffère de celui du chimiste prussien, non-seulement par la proportion des principes constituans de cette pierre, mais encore par la nature de plusieurs d'entre eux.

EXPÉRIENCE I.^{re} Cette pierre, concassée en petits morceaux et exposée à une chaleur forte, a perdu une partie de sa belle couleur verte, et n'en conservait plus qu'une nuance légère ; elle s'est fendillée dans beaucoup d'endroits, et a perdu 0,02 de son poids.

EXP. II.^{re} 100 Parties de ce fossile réduites en poudre, ont été chauffées, pendant une heure, dans un creuset d'argent, avec 300 parties de potasse caustique. La masse avait alors une couleur