

# JOURNAL DES MINES.

N<sup>o</sup>. 85. VENDÉMAIRE AN 12.

## R É P O N S E

*Aux Observations de M. l'Abbé Haüy, sur le Cuivre arseniaté.*

Par BOURNON, membre de la Société royale de Londres, et de celle de Linnée (1).

CEN'est que depuis très-peu de jours, M. l'Abbé, que j'ai eu l'honneur de recevoir de votre part les observations que vous avez faites sur les différentes espèces de cuivre arseniaté, que j'ai décrit dans le Mémoire qui a été lu, sur cet objet, à la Société royale de Londres, le 19 février 1801 (2). J'ai lu ces observations avec le plus grand intérêt, et ne pouvant adopter, à leur égard, la manière de voir à laquelle le travail, auquel vous les avez soumis, vous a conduit, je vous ai une véritable obligation de l'occasion que vous me procurez de m'étendre davantage,

(1) Ces observations ont été imprimées dans le *Journal des Mines*, tome 13, n<sup>o</sup>. 78.

(2) Le Mémoire dont il s'agit ici, a été publié dans notre n<sup>o</sup>. 61, tome 11.

Volume 15.

A

## ERRATA, Volume XV.

- Page 65, ligne 2, suffit, lisez suffi.  
67, ligne 13, cintrique, lisez métrique.  
68, ligne 12, congélation, lisez congélation.  
72, ligne 11, une, lisez cette.  
74, ligne 31, d'un, lisez d'une.  
74, ligne 37, des phénomènes, lisez du phénomène.  
153, dernière ligne, peut-être serait, lisez peut-être serait-il.  
196, ligne 25, trouvé, lisez trouvés.  
230, ligne 27, d'œuvre de plomb, lisez de plomb d'œuvre.  
248, Deux dernières lignes, la proportion de magnésie est de 38 pour 100, lisez les résultats de l'analyse de cette substance (la craie de Briançon) sont ainsi qu'il suit :

Silice. . . . .	61,25
Magnésie. . . . .	26,25
Eau. . . . .	6,00
Alumine. . . . .	1,00
Fer oxydé. . . . .	1,00
Chaux. . . . .	0,75
Perte. . . . .	3,75

100,00

400, lignes 17 et 19, Auzin, lisez Anzin.

que je ne le fis alors, sur tout ce qui peut concerner cette très-intéressante substance. Vous n'offrez d'ailleurs, avec la modestie, compagne ordinaire du véritable mérite, ces observations, qu'accompagnées d'un doute qui réclame nécessairement un nouvel examen.

Vous combattez mon opinion sur la division que j'ai faite du cuivre arseniaté en quatre espèces, avec une délicatesse et une honnêteté qui donne infiniment de prix, pour moi, à la petite discussion minéralogique qui en devient le résultat nécessaire. Il serait bien à désirer que tous les faits sur lesquels les opinions peuvent varier, se discutassent toujours de cette manière. Les sciences y gagneraient certainement, et ceux qui s'y livrent, en se rapprochant davantage les uns des autres, n'y perdraient rien.

Ainsi que vous, au moment où je m'occupai de la substance qui, depuis les premiers essais du célèbre Klaproth sur elle, était dite être une combinaison de l'acide arsenical et du cuivre, je crus devoir considérer, sous un même point de vue, les différentes formes cristallines qu'elle montrait, en les faisant toutes partir d'une base commune; et ce fut à déterminer cette base, ou le cristal primitif générateur de tous ceux de cette substance, que fut employé mon premier travail. Je ne tardai pas à m'apercevoir que parmi les cristaux que j'avais soumis à l'examen, il existait deux formes qui ne pouvaient en aucune manière être rapportées aux autres. L'analyse a fait voir depuis que l'une d'elles appartenait à un fer arseniaté, qui avait été cité mal à propos comme appartenant au

cuivre, et l'autre à une combinaison du cuivre et du fer avec l'acide arsenical, qui n'était encore nullement connu. Parmi les cristaux qui restaient, l'apparence qu'offrait chacun d'eux, tendant à repousser l'opinion qui voulait les rapprocher, il fallait nécessairement s'étayer, le plus fortement possible, de tous les autres caractères extérieurs que cette substance pouvait offrir au minéralogiste, pour parvenir à un résultat à leur égard. C'est exactement ce que j'ai fait, et lorsque l'ensemble de ces caractères m'a forcé de reconnaître qu'il existait quatre espèces bien distinctes, dans la masse des substances que je soupçonnais devoir appartenir à la combinaison de l'acide arsenical et du cuivre, j'avoue que j'éprouvai quelques satisfactions à voir ensuite les analyses d'un chimiste, aussi justement estimé que l'est M. Chenevix, sanctionner en quelque sorte la division à laquelle l'observation m'avait conduit. Vous remarquez que ces mêmes analyses, ayant été répétées par M. Vauquelin, ont varié dans leur résultat: il en dérive nécessairement que ce point d'appui chancelle, et devient pour moi au moins incertain: je l'abandonne donc, et laisse à la chimie la discussion d'un fait qui lui appartient, et n'étant pour moi qu'un auxiliaire puissant, pour me renfermer dans les strictes bornes qui limitent la minéralogie proprement dite.

Mais auparavant permettez-moi de placer ici quelques réflexions, d'abord sur la méthode que je crois propre à suivre pour déterminer la réunion, ou la séparation des substances, et ensuite sur la possibilité de trouver plusieurs

espèces placées sous la combinaison d'un même acide avec une même base, mais sans doute avec des différences essentielles dans le mode de combinaison.

Les moyens à employer par le minéralogiste, dans l'étude des substances minérales, gissent dans l'examen des traits particuliers que la nature a imprimé à chacun des individus qui découlent et enrichissent son sein, et qu'une grande habitude de voir lui a appris à reconnaître. De ces traits que nous désignons par l'expression de caractères extérieurs spécifiques, quelques-uns sont trop délicats pour pouvoir être décrits, mais l'habitude de les voir les fait saisir par le naturaliste; leur action est prompte sur sa vue; le coup-d'œil le plus rapide en saisit l'ensemble; et fréquemment le naturaliste est déterminé dans son opinion, long-tems avant de chercher à se rendre raison à lui-même du pourquoi. Il n'est cependant pas par eux à l'abri de l'erreur que d'autres traits plus grossiers et plus comparables viennent alors rectifier; mais bien souvent encore la première impression reçue par les premiers de ces traits, vient lui servir d'indication sur la manière de se servir des seconds. Parmi ces derniers caractères, il en est d'une application facile et presque toujours possible, et d'autres qui demandent des soins et des circonstances particulières, pour pouvoir être employés. Ceux qui sont de l'emploi le plus commun et le plus facile, sont la forme, la cassure, la dureté, la pesanteur spécifique et la couleur, peut être même qu'employé avec une main exercée, dirigée par l'habitude contractée de leur usage, ces caractères

sont-ils presque toujours suffisans à la reconnaissance, et à la classification des substances minérales. La couleur est celui de tous le plus variable, lorsqu'il est question de pierres; cependant il est certain, sans qu'on puisse encore en assigner la véritable cause, que chacune de celles qui ont été examinées jusqu'ici, adopte plus volontiers une seule des couleurs connues, qu'aucune des autres; mais dans les métaux ce caractère devient plus constant et plus essentiel, et il varie bien rarement, sans que la cause qui le fait varier ne soit un changement dans la nature même de la substance métallique.

Ce fait posé, lorsque le naturaliste emploie les caractères extérieurs spécifiques à la reconnaissance de l'objet qui détermine son étude, du moment où l'accord de ces caractères, ou leur différence d'avec ceux montrés par les substances connues, le met dans le cas de prononcer sur l'identité ou la différence de leur nature, ne croyez-vous pas qu'il n'ait alors la liberté d'en retrancher, d'un côté ceux qui ne s'accordent pas avec l'opinion qu'il avait cru devoir embrasser d'avance, et en second lieu, de soumettre les autres à des suppositions qui puissent faire changer leur aspect, pour le rapprocher de celui qu'il désire; lorsque la nature elle-même ne lui aura pas offert des traces non douteuses de la probabilité de la modification qu'il fait éprouver à ces caractères?

Permettez-moi de vous observer, que c'est précisément là ce qu'il m'a semblé exister dans vos observations sur le cuivre arseniaté. Vous me paraissez n'y compter pour rien les diffé-

rences très-sensibles qui existent entre les diverses espèces que j'en ai établies. Quant à la dureté, la pesanteur spécifique, la couleur, et vous arrêtant sur le seul caractère de la forme, vous faites pour chacune de ces substances des suppositions qui finissent en effet par rapprocher les formes qu'elles offrent, d'un même cristal primitif. Mais les décroissemens que vous supposez, la nature ne les offre pas : je n'en ai jamais aperçu la moindre trace sur aucun de l'immense quantité de cristaux de cuivre arseniaté qui a passé par mes mains. Ne croiriez-vous pas que ces suppositions ne seroient susceptibles de pouvoir être admises, que dans le cas où tous les autres caractères, étant d'accord dans l'état le plus parfait de ces substances, qui est celui de la cristallisation régulière et de la transparence, elles deviendraient nécessaires pour apporter seulement un complément de preuves à celles déjà acquises de leur identité ?

Jamais on ne s'est plus occupé que dans ce moment de cette grande vérité, que le progrès des sciences qui ont trait à l'étude de la nature, tient principalement à la distinction exacte de chacune des espèces, dont la réunion forme la masse à laquelle la science est appliquée. Personne n'est plus convaincu que moi de cette importante vérité. Mais cette connaissance exacte de l'espèce, que peut-être un jour votre calcul, ou les analyses de la chimie perfectionnées, atteindront d'une manière simple et précise ; ce n'est encore aujourd'hui que sur la concordance des caractères spécifiques extérieurs, que nous pouvons la faire reposer.

Du moment où cette concordance existe, nous sommes forcés d'en conclure qu'il y a similitude dans l'espèce, et dissemblance au contraire, lorsqu'ils diffèrent entre eux essentiellement. Je suis cependant parfaitement d'accord avec vous, qu'avant de séparer les unes des autres des substances, pour faire de chacune d'elles des espèces, il faut préalablement se convaincre que les différences qu'elles montrent, et sur lesquelles on appuie leur division, ne sont pas purement accidentelles. Rien alors, ce me semble, ne met plus à l'abri de mériter le reproche d'avoir négligé ces précautions, que d'établir au contraire cette division sur l'imperturbable constance dans la différence de leurs caractères extérieurs.

La seule raison qui, dans les substances dont il est ici question, peut faire naître quelque doute sur leur différence, est le résultat qu'en a obtenu l'analyse chimique, qui, dans chacune d'elles, a constamment trouvé l'acide arsenical combiné avec le cuivre. Mais si l'analyse n'en eût pas été possible, aucun naturaliste, très-certainement, n'eût hésité, d'après les caractères extérieurs que montre chacune d'elles, de les séparer les unes des autres.

Mais pourquoi donc, de ce que ces substances appartiennent toutes à la combinaison d'un même acide avec un même métal, ne pourrait-il pas se trouver parmi elles plusieurs espèces ? C'est, je crois, un fait qui arrive beaucoup plus fréquemment qu'on ne se l'est figuré jusqu'ici. Tous les métaux ne montrent-ils pas divers exemples de différences frappantes dans leurs oxydes, par suite de celle qui existe dans

la combinaison de l'oxygène avec eux. Le fer oxydé attractif octaèdre, celui rhomboïdal, celui non attractif, ne sont-ils pas tous autant d'espèces ? Il en est de même des sulfures. Dans un Mémoire qui a été imprimé dans le *Journal des Mines* (tom. 13, n<sup>o</sup>. 75), j'ai cherché à faire voir que le fer sulfuré octaèdre et celui en cube, formaient deux espèces bien distinctes ; et je ne crois même pas que ce soit les seules qui y existent. Combien le cuivre sulfuré ne présente-t-il pas d'espèces ? En mon particulier j'en connais six, toutes parfaitement distinctes et caractérisées, dont depuis longtemps j'ai le projet de donner la description, et que mes occupations et le manque de tems ne m'a pas encore permis de faire. Enfin, n'avez-vous pas été vous-même forcé de faire de l'aragonite une espèce particulière dans la chaux carbonatée, d'après la seule différence qui existe entre leurs caractères spécifiques extérieurs, quoique la chimie persiste à n'y trouver que de l'acide carbonique et de la chaux ? Une raison qu'on pourrait alléguer contre la division du cuivre arseniaté en espèces, serait que la combinaison du cuivre avec l'acide arsenical, étant déjà une espèce dans le genre du minerai de cuivre, ce serait placer des espèces dans l'espèce même ; et cette objection, qui, au premier aspect, paraîtrait fondée, serait la même à l'égard des divers oxydes, sulfures, etc. Mais cette difficulté me paraîtrait plus spéculative que réelle : elle tirerait sa source de l'impossibilité dans laquelle nous sommes encore, de fixer tout ce qui a trait aux diverses causes qui peuvent faire varier l'espèce. Sans doute

qu'ici, par exemple, ce n'est pas simplement la combinaison de l'acide arsenical avec le cuivre qui constitue l'espèce, mais telle combinaison de cet acide et du métal.

L'espèce minéralogique est bien certainement déterminée par la concordance ou la différence qui existe dans les molécules premières des différentes substances ; mais jusqu'à ce que nous ayons des données fixes pour apprécier, d'une manière déterminée et invariable, tout ce qui peut avoir trait à ces molécules, la constance ou la différence dans ces caractères spécifiques extérieurs, sera toujours le seul moyen à notre usage pour rassembler ou séparer les espèces. J'avoue cependant, qu'il faut dans ce cas établir, autant qu'il est possible, cette division sur des caractères frappans et essentiels : et je conviens en même-tems que dans ces derniers tems, on a peut-être beaucoup abusé de ce moyen, en faisant jouer un rôle essentiel à de simples caractères éventuels, ce qui a fait souvent placer au nombre des espèces, des substances qui ne pouvaient être regardées que comme de simples variétés de celles déjà connues.

Je vais maintenant vous prier, de vouloir bien comparer avec moi les différentes espèces de cuivre arseniaté que j'ai décrit.

*Comparaison de la première et de la deuxième espèce.*

La forme de cette première espèce est un octaèdre rectangulaire obtus, dont les faces sont inégalement inclinées. Deux d'entre elles, dans

chaque pyramide, et opposées, se rencontrent au sommet sous un angle de  $139^\circ$ , et à la base sous un de  $50^\circ$ , les deux autres se rencontrent au sommet sous un angle de  $115^\circ$ , et à la base sous un de  $65^\circ$ . Cet octaèdre est ordinairement cunéiforme; je n'en ai jamais aperçu aucune modification.

La forme de la seconde espèce est une lame hexaèdre toujours très-mince, dont les bords sont inclinés alternativement en sens contraire, de manière que deux d'entre eux, et d'un même côté, fassent, avec les faces terminales sur lesquelles ils inclinent, un angle de  $135^\circ$  et le troisième un de  $115^\circ$ .

La couleur la plus habituelle de la première espèce, est un bleu de ciel foncé et très-brillant, qui quelquefois passe au vert.

Celle de la seconde espèce est le beau vert d'émeraude. Je ne lui en ai jamais vu d'autre.

La pesanteur spécifique de la première espèce, est 2881, celle de la seconde est 2548.

La dureté de la première est telle, qu'elle coupe facilement la chaux carbonatée. La seconde n'a en dureté que ce qu'il faut pour couper le gypse.

Dans vos observations, vous avez porté à  $50^\circ 4'$  et  $65^\circ 8'$  les mesures que j'avais établies à  $50^\circ$  et  $65^\circ$ , mesures que vous avez fixées d'après les rapports que vous avez établis entre la hauteur d'une des pyramides, et les perpendiculaires tirées de son pied sur les bords de sa base, qui répondent à deux des faces pyramidales adjacentes, et inégalement inclinées. Ces

mesures sont si rapprochées des miennes, que j'ai vérifié de nouveau, et l'instrument peut si difficilement tenir compte de cette différence, que je ne fais absolument aucune difficulté de les adopter.

Pour rapporter ensuite la forme de la deuxième espèce à l'octaèdre obtus de la première, vous supposez deux sections faites parallèlement à une des faces les plus inclinées de l'octaèdre, de manière à en détacher un segment très-mince dans lequel soit renfermé le centre de ce même octaèdre. C'est-à-dire, que cet octaèdre se soit considérablement accru sur toutes ses faces, à l'exception d'une seule, prise sur chaque pyramide, et d'une manière opposée pour chacune d'elles. Vous supposez en même-temps un décroissement par une seule rangée le long des bords de la base, mais qui n'agisse que sur deux des faces de l'octaèdre, et le segment qui en résulte a deux des trois côtés inclinés sur chacune des faces terminales, faisant avec elles un angle de  $130^\circ \frac{1}{2}$ , et le troisième de  $115^\circ$  mesures qui diffèrent seulement dans l'angle de  $130^\circ 30'$  de  $5^\circ 30'$  de celles que j'ai données pour ce cristal.

Voici la réponse qui m'est dictée par le nouvel examen que j'ai fait de cette substance.

Ainsi que je l'ai dit, dans mon Mémoire sur les cuivres arseniatés, l'octaèdre obtus de la première espèce montre fréquemment, sur ses faces, de légères stries parallèles à ses arêtes; ce qui indique une texture lamelleuse suivant ces mêmes faces: les cassures indiquent aussi la même texture; mais ces mêmes cassures sont

toujours plus ou moins irrégulières; il ne m'a jamais été possible d'en obtenir de nettes. Dans la seconde espèce, au contraire, les lames s'enlèvent aussi facilement de dessus les faces terminales hexaèdres, qu'elles pourraient le faire sur celles d'un prisme de mica. Les faces terminales sont quelquefois striées parallèlement aux bords des côtés qui sont inclinés sur elles, et ces stries, qui se continuent fortement sur les côtés, ne se montrent jamais sur eux que sous cette direction. Cette texture très-analogue à celle du mica, me paraît être totalement différente de celle de l'octaèdre obtus de la première espèce.

J'ai soumis quelques nouveaux cristaux de cette espèce à la mesure, et les ai trouvés parfaitement d'accord, quant aux angles de  $115^\circ$  et de  $135^\circ$ , avec ceux que j'avais mesurés précédemment, l'angle de  $139^\circ 30'$ , que j'ai essayé sur nombre de cristaux, m'a toujours paru trop grand de beaucoup. Ces cristaux m'ont présenté une nouvelle variété, dans laquelle les côtés de la lame hexaèdre sont moins inclinés sur les faces terminales avec lesquelles ils font un angle d'environ  $105^\circ$ . Le cristal qui m'a donné cette nouvelle variété, a quatre lignes de diamètre. Il n'est parfaitement conservé que dans une de ses moitiés; mais il laisse juger par elle, que tous ses côtés devaient avoir la même inclinaison. Ces nouvelles faces sont parfaitement lisses, et ne laissent apercevoir aucunes stries. Sur un autre cristal on observe, en place des mêmes côtés inclinés, deux plans, dont l'un appartient à celui qui fait un angle de  $105^\circ$  avec la face terminale sur laquelle il

incline, et l'autre appartient, soit à celui de  $105^\circ$ , soit à celui de  $135^\circ$ . Il ne s'est absolument rien montré, à moi, qui ait rapport à aucun de ces plans sur l'octaèdre obtus de la première espèce.

*Comparaison de la troisième espèce avec la première.*

La couleur de la première est, soit le bleu de ciel foncé, soit le vert d'herbe. Celle habituelle de cette troisième, est un vert jaunâtre plus ou moins foncé, qu'on ne peut la plupart du tems apercevoir, qu'en plaçant le cristal entre l'œil et la lumière, l'intensité de la couleur faisant assez habituellement paraître les cristaux noirs dans toute autre position.

La pesanteur spécifique de la première est de 2881. Celle de la troisième est de 4280.

La dureté de la première ne s'élève pas au-dessus de ce qui est suffisant pour rayer la chaux carbonatée; celle de la troisième va jusqu'à entamer la chaux fluatée.

La première espèce a pour cristal unique et primitif un octaèdre rectangulaire obtus, dont les dimensions ont été données précédemment. La forme de cette troisième est un octaèdre rectangulaire aigu, dans lequel chaque pyramide a deux faces plus inclinées que les deux autres. Les deux faces les plus inclinées se rencontrent au sommet sous un angle de  $84^\circ$ , et à la base sous un de  $96^\circ$ , et les deux autres se rencontrent au sommet sous un angle de

68°, et à la base sous un de 102°. Le plus habituellement cet octaèdre est cunéiforme, et son allongement est quelquefois très-considérable; il se montre alors sous l'aspect d'un prisme tétraèdre rhomboïdal de 84° et 96°, terminé à ses extrémités par un sommet dièdre à plans triangulaires isocèles, dont le sommet est placé sur les bords de 84°, et dont les bases se rencontrent entre elles sous un angle de 112°. Cette forme n'a présenté jusqu'ici d'autre modification que le remplacement, par un plan plus ou moins grand, des bords de 96°. Les plans de l'octaèdre dont il s'agit, sont habituellement très-lisses et brillans; et il m'a toujours été impossible de parvenir sur aucun d'eux à aucune espèce de clivage.

Cette troisième espèce passe par l'octaèdre très-allongé, à la variété capillaire déterminée, ainsi qu'à celle indéterminée, et dans ce cas la couleur se montre, soit tirant davantage sur le vert, soit prenant une couleur jaune plus déterminée, qui quelquefois a le brillant de l'or.

La première ne montre rien qui approche de ces divers passages; elle est toujours sous le même octaèdre obtus, et ne varie que par un très-léger allongement de ses cristaux, parallèlement aux faces les moins inclinées. Pour parvenir à la formation de l'octaèdre aigu de cette troisième espèce, comme secondaire de celui obtus de la première, vous supposez un décroissement à la base de ce dernier par deux rangées, au-dessus et au-dessous des bords de réunion des faces les moins inclinées, et un autre par quatre rangées à celui de réunion des

faces les plus inclinées; et vous parvenez par-là à un octaèdre aigu, dont les faces les plus inclinées se rencontrent au sommet sous un angle de 86° 24', et à la base sous un de 93° 36', et dont les autres se rencontrent au sommet sous un angle de 71°, et à la base sous un de 109°. J'avoue que ce rapprochement des mesures que j'ai données est séduisant, et vu la petitesse habituelle des cristaux de cette espèce, il me serait peut-être difficile de prononcer si les mesures que j'ai prises sont de beaucoup plus justes que celles auxquelles vous êtes parvenu par le calcul; mais ce que je puis assurer, c'est que nulle trace quelconque, dans aucun de ces deux octaèdres, ne mène à la supposition qui vous a donné ce résultat.

Il est facile de déduire, d'après les détails dans lesquels je viens d'entrer, les raisons qui me font tenir encore à la division que j'ai cru devoir faire dans le cuivre arseniaté, et m'empêchent d'adopter le rapprochement auquel vos hypothèses ingénieuses vous ont fait arriver. Tout me paraît encore tendre à indiquer une différence d'espèces dans celles que j'ai séparées, tandis que pour les ramener à une seule, vous avez été obligé de regarder comme nuls tous les caractères extérieurs spécifiques, à l'exception seulement de celui de la forme, et n'avez fait usage de ce dernier qu'en établissant à son égard une hypothèse à laquelle, suivant moi, ni moyen artificiel, tel que celui du clivage, ni indication naturelle, telle que plans secondaires sur le cristal primitif, ou conservation des plans primitifs sur les autres, ne pouvait vous conduire.

Des quatre espèces de cuivre arseniaté que j'ai décrit, il en reste encore une, à l'égard de laquelle vous n'avez fait aucun calcul de rapprochement, c'est la quatrième, celle que j'ai dit avoir pour cristal primitif un prisme tétraèdre, ayant un triangle équilatéral pour base. Cependant vous ne l'excluez pas, lorsque vous tirez vos conclusions sur le doute que vous croyez devoir exister à l'égard de la division de ces cuivres arseniatés, en quatre espèces, et faites porter également ce doute sur cette quatrième. Comme d'après votre supposition, ce ne pourrait être qu'au cristal de la première espèce, comme primitif, qu'elle serait de même dans le cas d'être rapportée, je crois devoir joindre en outre ici, la comparaison de cette quatrième espèce avec la première.

*Comparaison de la quatrième espèce avec la première.*

La couleur de la première espèce est le bleu de ciel foncé, qui quelquefois passe au vert d'herbe. Celle de cette quatrième est un superbe vert-de-gris foncé; mais sa surface s'altère très-facilement sans doute en s'oxydant, et devient alors noire, ce qui rend opaques les cristaux qui sont d'une très-belle transparence, lorsqu'ils n'ont pas éprouvé cette altération; ce qui est très-rare parmi ceux qui ont été naturellement exposés à l'air libre pendant un certain tems. Cette altération n'existe cependant qu'à la surface; en grattant légèrement les

les cristaux, on leur rend très-facilement leur belle couleur.

Je n'ai jamais rien aperçu qui ait rapport à ce fait, qui tient bien certainement à la nature de la substance de cette espèce, soit parmi les cristaux de la première, soit parmi ceux de la seconde et de la troisième.

La pesanteur spécifique de cette quatrième espèce est de 4280, et est par conséquent parfaitement analogue à celle du cuivre arseniaté de la troisième espèce, mais en même-tems de beaucoup inférieure à celle de la première espèce qui est de 2881.

Sa dureté très-inférieure à celle de la troisième espèce, avec laquelle nous venons de voir qu'elle a du rapport pour le poids, est moindre aussi que celle de la première espèce par laquelle elle est entamée.

Ses formes, qui sont très-multipliées, tandis qu'il n'en existe qu'une seule dans la première espèce, diffèrent essentiellement aussi de celles de cette première espèce.

Toutes ces formes m'ont paru dériver du prisme tétraèdre droit à triangles équilatéraux pour bases, et toutes celles que j'ai cherché à reconnaître, et ai donné dans mon Mémoire, m'ont paru se dériver très-facilement de celle-là.

Ainsi que je l'ai dit aussi, ces cristaux sont toujours extrêmement petits, et il m'a été impossible de déterminer leur mesure: peu de groupes même m'ont offert ce prisme de manière à me le faire observer parfaitement

complet. Les cristaux les moins rares, après ceux qui appartiennent aux variétés que j'ai représentées sous les *fig.* 15, 16 et 17 (1), et qui ordinairement sont groupés de manière à se pénétrer l'un l'autre, et à devenir par-là fort difficiles à reconnaître, sont le rhomboïde très-aigu complet et ses variétés incomplètes, tel que le représentent les *fig.* 22, 23 et 24 de mon Mémoire. J'ai même balancé un moment, le clivage ne m'ayant rien montré qui ait pu me diriger, si je ne prendrais pas ce rhomboïde pour la forme primitive. Dans ce cas, la seule manière qui me paraîtrait naturelle et simple, de rapporter ce cristal à l'octaèdre obtus de la troisième espèce, serait de supposer cet octaèdre devenu rhomboïdal par un accroissement qui aurait eu lieu, par la superposition de lames ou collection de rangées de molécules en retraite, sur une seule des faces de chaque pyramide, et prise d'une manière opposée pour chacune d'elles, ainsi que cela arrive dans le spinelle, et nombre de substances ayant un octaèdre droit pour cristal primitif, et que je l'ai vu de même dans le diamant. Mais dans ce cas, ou l'accroissement se serait fait sur les faces les plus inclinées, et alors le calcul fait voir que les plans du rhomboïde auraient  $57^{\circ} 39'$  et  $122^{\circ} 21'$  pour mesure de ses angles plans: ou ce même accroissement se serait fait sur les faces les moins inclinées, et alors les mesures des angles plans du rhomboïde seraient de  $47^{\circ} 4'$  et  $132^{\circ} 56'$ .

(1) Voyez la *planche XLII*, n<sup>o</sup>. 61.

Or, quoique le rhomboïde qui existe dans cette quatrième espèce, échappe par sa petitesse à la mesure de l'instrument, je puis cependant prononcer d'une manière affirmative, qu'il est beaucoup plus aigu que ne le serait aucun des deux que la supposition vient de faire naître.

Il est très-vrai que depuis l'impression de mon Mémoire sur le cuivre arseniaté, j'ai cru devoir séparer des espèces qui y sont décrites, et en faire une cinquième de l'une des substances qui y étaient renfermées; substance qui par ses caractères extérieurs diffère totalement des autres, et semblerait induire naturellement à penser que l'eau doit entrer pour beaucoup au nombre de ses parties composantes. Mais vous me paraissez être dans l'erreur sur celle de ces substances que je pense être en effet d'une nature différente de celle des autres. J'avais cru alors de mon premier travail sur le cuivre arseniaté, devoir faire plusieurs subdivisions ou variétés dans la quatrième espèce. De ces variétés, les trois premières, celle capillaire déterminée, celle capillaire indéterminée, et celle qui, solide à une de ses extrémités, se divise en fibres très-déliées à l'autre. Il vous semble que je comprends ces variétés dans la nouvelle espèce que je suis porté à considérer comme un hydroarseniate: cette opinion serait en effet, ainsi que vous l'observez très-bien, tout-à-fait contradictoire avec ce que j'ai dit de ces variétés, dans la description que j'en ai donnée, et je conçois qu'elle a dû vous étonner. L'espèce de cuivre arseniaté seule, à laquelle cette opinion a trait, est celle qui renferme les deux variétés aux-

quelles j'ai donné le nom d'*hématiforme* et d'*amiantiforme*. Elles sont bien certainement les mêmes, avec la seule différence que l'une est le produit de la décomposition de l'autre.

Ce cuivre arseniaté, lorsqu'il est intact, forme des mamelons très-compactes, mais cependant striés du centre à la circonférence, et bien souvent aussi formé par différentes couches concentriques : leur couleur est le brun, tirant quelquefois très-légèrement sur le vert. En général cette substance a beaucoup de rapport, par son aspect, à l'oxyde d'étain hématiforme, qui porte en *Cornwall* le nom de *wood-tin*; ce qui a fait donner à ce cuivre arseniaté, par les mineurs du même pays, celui de *wood-copper*. Sa dureté, malgré sa texture fibreuse, est assez considérable pour rayer avec facilité la chaux fluatée. Sa pesanteur spécifique est de 4100 à 4200.

Cette substance s'altère avec beaucoup de facilité; elle passe alors au gris de cendre, et perd considérablement de sa dureté. Elle arrive souvent aussi à une décomposition plus avancée; elle devient alors parfaitement blanche, et si tendre, que l'ongle suffit pour l'entamer et en séparer les fibres. Si l'on casse les mamelons qui sont passés à cet état, souvent on s'aperçoit que leur décomposition s'étend jusqu'à leur centre; mais très-fréquemment aussi ce même centre a parfaitement conservé sa couleur brune et sa dureté, et l'on voit diminuer l'une et l'autre graduellement en se rapprochant de la circonférence. Si dans ce cas, on porte son attention sur les fibres, dans leur proximité de la circonférence, on

observe qu'ils se détachent les uns des autres, et la surface elle-même de ces mamelons, présente l'aspect de celle d'un madrépore, par l'immensité des fissures suivant différentes directions que le retrait y a occasionné. Cette substance enfin arrive à un tel degré de décomposition, que les mamelons s'ouvrent complètement, leurs fibres se séparant fortement les unes des autres; et dans cet état ces mêmes fibres deviennent souvent si minces et si flexibles, qu'elles ressemblent parfaitement à un petit morceau de papier de soie.

Voilà, M. l'Abbé, quelle est la nature du cuivre arseniaté, dans lequel j'ai cru remarquer des propriétés, et une manière d'être qui n'existe pas dans les autres: j'ai été dans le cas de pouvoir l'examiner avec plus de facilité et d'exactitude depuis l'impression de mon Mémoire. Cette décomposition si facile, le retrait prodigieux, et le grand changement que cette substance éprouve par lui, m'a fait soupçonner que la perte de l'eau pouvait y jouer un grand rôle. Mais ce fait n'est cependant qu'une opinion que l'expérience doit ou renverser ou vérifier; et je ne l'ai donné que comme tel. Il serait même très-possible que cet arseniate ne fût en affet qu'une variété de la troisième espèce, ainsi que je l'avais d'abord considéré; mais vous conviendrez, cependant, qu'il présente des caractères bien singuliers, et dont alors il serait bien intéressant de connaître la cause.

Les marchands minéralogistes de Londres, et principalement M. Maw, vous ont, je crois, porté à Paris une collection de cuivre arseniaté.

Cette substance me paraît mériter de fixer un moment l'attention de la chimie, qui, je pense, ne doit pas craindre de répéter les analyses à son égard. Peut-être porteront-elles un jour une lumière plus pure, sur une substance qui m'a beaucoup intéressé, et à laquelle je dois, dans ce moment, le plaisir d'être entré avec vous, Monsieur, dans une discussion aimable par sa manière, et instructive par son objet.

---



---

## SUR LE BÉLIER HYDRAULIQUE.

Par MONTGOLFIER (1).

LES grands avantages que présentent à l'agriculture les irrigations artificielles, sont généralement reconnus; et, si nous avons peu d'établissements de ce genre, je crois qu'on peut l'attribuer, 1<sup>o</sup>. aux frais considérables de construction et d'entretien des machines hydrauliques, employées jusqu'à ce jour, ainsi qu'à la difficulté de se procurer dans les départemens, les ouvriers et même souvent les matériaux nécessaires; 2<sup>o</sup>. au faible produit des meilleures de ces machines, dans lesquelles la majeure partie de la force de l'agent se perd en frottemens, et tend sans cesse à la destruction du grand nombre de pièces mobiles qui les composent; 3<sup>o</sup>. à l'impossibilité de les établir sous des chutes d'eau peu considérables (lesquelles sont cependant les plus nombreuses), de plus, au grand espace de terrain que de tels établissemens occupent, ainsi qu'à la nécessité de les tenir couverts, et de les surveiller continuellement, etc.

Ces considérations m'ont engagé à proposer aux agriculteurs, manufacturiers et autres propriétaires riverains, une nouvelle machine de

---

(1) Voyez la Notice du même auteur sur cette machine, dans notre n<sup>o</sup>. 73, tome 13, page 42, et les Observations que nous avons insérées dans le n<sup>o</sup>. 66, tome 11, page 489, sur plusieurs machines analogues au bélier. A. B.