
AVERTISSEMENT.

LES *Annales des Mines* paraissent de trois en trois mois, par livraisons de sept à huit feuilles d'impression chacune, avec des planches. Voyez l'*Avertissement* placé au commencement du volume de 1816, formant le tome I^{er}. de la collection des *Annales des Mines*.

MÉMOIRE

SUR

LES CRISTAUX DE CUIVRE CARBONATÉ,

RÉDIGÉ

D'après les dernières observations de M. l'abbé HAUY,

PAR M. LOUIS CORDIER, inspecteur divisionnaire
au Corps royal des Mines.

LA découverte d'une nouvelle mine de cuivre, faite il y a quelques années à Chessy dans le département du Rhône, a enrichi la plupart des collections minéralogiques de l'Europe d'un grand nombre de cristaux de cuivre carbonaté bleu aussi remarquables par leur volume que par la netteté des formes qu'ils présentent. Cette même circonstance nous a déjà valu un beau travail de M. Vauquelin, dans lequel ce célèbre chimiste a cherché à déterminer très-exactement la composition du cuivre carbonaté bleu et du cuivre carbonaté vert. La cristallographie n'est point en retard comme on pourrait le croire. Elle a dû procéder avec plus de lenteur que la chimie, parce qu'elle avait à résoudre des questions plus compliquées. Il fallait examiner *à priori* la structure du carbonate de Chessy, en rechercher les principales variétés pour les soumettre au calcul, comparer ces variétés avec celles du carbonate de Sibérie, et pour cela déterminer rigou-

reusement ces derniers, revenir sur l'analogie qu'on a supposé exister entre ces carbonates et l'azur de cuivre artificiel, trouver enfin dans l'étude des cristaux de malachite des motifs suffisans pour apprécier l'identité que les travaux des chimistes semblent indiquer entre les deux carbonates naturels.

M. Haüy, après avoir successivement résolu ces différentes difficultés, a bien voulu m'admettre à une dernière vérification des mesures d'angles dont il est parti, et m'autoriser à publier les résultats auxquels il est parvenu. Sa confiance m'honore infiniment; mais à tous égards il eût bien mieux valu que les soins qu'il doit à la seconde édition de son *Traité* ne l'eussent pas empêché de communiquer lui-même aux minéralogistes le fruit de ses savantes recherches.

On sait que Romé de l'Isle, en comparant des cristaux naturels de cuivre carbonaté, qu'il nommait *azur de cuivre*, avec des cristaux artificiels obtenus par M. Sage, et qu'il disait provenir d'une dissolution de cuivre dans l'alcali volatil, avait cru reconnaître la plus grande analogie entre les formes des uns et des autres. Cette analogie, tout en confirmant une opinion déjà ancienne, et qui remontait à Wallérius et à Justi, devait paraître singulière, si la nature des cristaux artificiels était celle que leur supposait Romé de l'Isle. Mais M. Chaptal dit dans ses *Elémens de Chimie*, t. II, p. 352, que M. Sage a imité l'azur de cuivre dans la forme et la couleur, en dissolvant à froid du cuivre dans de l'eau saturée de carbonate d'ammoniaque. M. Haüy avait remarqué de son côté que les cristaux obtenus par M. Sage se dissolvaient avec effervescence dans l'acide

nitrique, ce qui semblait achever de faire disparaître la difficulté.

M. Haüy n'ayant vu d'ailleurs, à l'époque où il a publié son *Traité*, aucuns cristaux naturels de cuivre carbonaté dont les formes fussent déterminables, avait adopté provisoirement l'opinion de Romé de l'Isle, et a cité d'après lui plusieurs variétés que cet habile cristallographe disait avoir observées parmi les cristaux soit naturels, soit artificiels (*Traité de minéralogie*, tome III, p. 564 et suiv.). Mais en prenant ce parti, il avait fallu rectifier la détermination de la forme primitive, et en faire un octaèdre à triangles scalènes et non pas rectangulaires, comme de l'Isle l'avait annoncé (*Traité*, *ibid*, p. 568, note 1).

Cette ancienne manière de voir de M. Haüy n'a point été partagée par M. le comte de Bournon. Ce savant célèbre (*Catalogue*, p. 240) dit que, s'étant procuré quelques-uns des cristaux de cuivre obtenus par M. Sage, il avait été frappé de la grande différence qui existait entre eux et les cristaux naturels. Il annonce, d'après ses observations, que la forme primitive du cuivre bleu naturel est un prisme tétraèdre rhomboïdal droit, dont les pans sont inclinés entre eux d'environ 124^{d} et 56^{d} , et il ajoute que beaucoup de raisons lui font croire que les bases de ce prisme ne sont pas des rhombes, mais des rhomboïdes (c'est-à-dire des parallélogrammes obliques). Ces résultats diffèrent beaucoup de ceux que nous allons exposer.

L'examen des cristaux de cuivre carbonaté de Chessy fait connaître que la véritable forme primitive de ce minéral est un octaèdre à triangles

scalènes (*fig. 1 et 2, Pl. I*), dont les arêtes *bf, ag* doivent être situées verticalement, pour qu'il se trouve en rapport de position avec les formes secondaires qui en dérivent.

L'incidence de *M* sur *M* est de $97^{\text{d}} 46'$; celle de *P* sur la face correspondante désignée par *ahb*, est de $63^{\text{d}} 16'$, et celle de l'arête *ab* sur l'arête *bf* est de $97^{\text{d}} 7'$. Pour avoir les dimensions de l'octaèdre, menons la ligne *eh* par les angles latéraux : par le milieu *o* de cette ligne menons *on* perpendiculaire sur *ag*, nous aurons eo ou $oh = \sqrt{21}$, $on = \sqrt{16}$, *bf* ou *ag* = 15, $ac = 1$; d'où il suit que $bc : ac :: 8 : 1$.

Les joints naturels sont très-nets, et l'octaèdre se sous-divise parallèlement à un plan qui passerait par les angles *e, h*, et par le milieu de l'arête *ab*. On observe en outre, mais moins distinctement, une division parallèle au plan *abfg*.

Cet octaèdre n'a point encore été rencontré parmi les cristaux de cuivre carbonaté, mais ses faces existent sur plusieurs variétés. Nous allons décrire sept de ces variétés; il en existe plusieurs autres que *M. Haüy* se propose de déterminer par la suite.

M. Haüy a suivi dans ses déterminations la nouvelle marche qu'il a adoptée relativement à l'octaèdre, et qui consiste à employer comme molécules soustractives de petits parallépipèdes semblables à celui qui résulte de la superposition de deux tétraèdres sur deux faces opposées de l'octaèdre : cette méthode donne constamment des signes représentatifs vraiment théoriques, et non pas simplement techniques comme une partie de ceux qui se trouvent dans le *Traité*.

Il convenait aussi de ramener les décroissemens qui dépendent de l'octaèdre à ceux dans lesquels on substitue comme noyau hypothétique à cet octaèdre un prisme rhomboïdal (*fig. 5*), dont une partie des cristaux de cuivre carbonaté bleu porte l'empreinte (1); ces sortes de substitutions que *M. Haüy* a employées quelquefois à l'égard des cristaux dont la forme est un rhomboïde, ont sur-tout l'avantage de simplifier et de faciliter la détermination des décroissemens intermédiaires.

Cette manière de procéder permet à *M. Haüy* de donner deux notations analytiques des décroissemens observés, et nous montre en outre toute la fécondité des ressources de la *théorie*. On peut dire qu'elle n'a plus de difficultés même à l'égard des cristaux dont la symétrie semble bien près d'être bizarre.

Quantités composantes des signes représentatifs :

1°. *Pour l'octaèdre primitif.*

Une partie des signes de cette première notation se rapporte à l'octaèdre simple (*fig. 1*); on s'est dispensé de l'indiquer. On n'a inséré d'autre indication de figure qu'à l'égard des signes qui sont relatifs au parallépipède substitué. Ce parallépipède se forme alternativement par la superposition de deux tétraèdres

(1) Les demi-diagonales de la coupe transversale de ce prisme hypothétique sont entre elles comme $eo : on$ (*fig. 2*), ou comme $\sqrt{21} : \sqrt{16}$, et la ligne *oy* perpendiculaire sur *AS* : $Ay :: 8 : 1$. L'arête *AS* = 15.

complémentaires M' (*fig. 1*) de l'octaèdre primitif, et sur son opposée, ce qui est représenté par la *figure 3*, soit par la face M (*fig. 1*), et sur son opposée, ce qui est représenté *figure 4*. Ceci posé, voici la notation :

MPCCC'E' O (*fig. 3.*) O (*fig. 4.*) $\overset{2}{o}$ (*fig. 3.*)

M P $\overset{1}{h}$ $\overset{2}{i}$ $\overset{3}{l}$ $\overset{4}{r}$ $\overset{5}{n}$ $\overset{6}{n'}$ $\overset{7}{k}$

$\overset{8}{o}$ (*fig. 4.*) $\overset{2}{3}{o}$ (*fig. 3.*) $\overset{2}{3}{o}$ (*fig. 4.*) $\overset{8}{3}{O}$ (*fig. 3.*)
 $\overset{8}{k'}$ $\overset{2}{u}$ $\overset{2}{u'}$ $\overset{8}{x}$

$\overset{8}{3}{O}$ (*fig. 4.*) $\left(\overset{5}{4}{O} \overset{1}{C} \overset{2}{D} \right)$ (*fig. 3.*) $\left(\overset{5}{4}{O} \overset{1}{C} \overset{2}{D} \right)$
 $\overset{8}{x'}$ $\overset{5}{y}$ $\overset{5}{y}$

(*fig. 4.*) 'G'.
 $\overset{8}{s}$

Les lettres M, P, h, i, l, r, n, n', k, k', u, u', x, x', y, s, indiquent ici les faces marquées des mêmes lettres sur les figures des sept variétés décrites ci-après.

2°. Pour le prisme rhomboïdal oblique considéré comme noyau hypothétique.

Les décroissemens paraissent sous une forme plus simple dans cette seconde notation, et la génération coordonnée des faces produites devient plus facile à concevoir pour les personnes peu exercées.

M $\overset{2}{E}$ $\overset{6}{h}$ $\overset{3}{E}$ 'H' $\overset{1}{D}$ $\overset{1}{B}$ $\overset{3}{B}$ $\overset{2}{3}{D}$ $\overset{3}{O}$ 'G'
 M P $\overset{1}{h}$ $\overset{2}{i}$ $\overset{3}{l}$ $\overset{4}{r}$ $\overset{5}{n}$ $\overset{6}{k}$ $\overset{7}{u}$ $\overset{8}{x}$ $\overset{9}{y}$ $\overset{10}{s}$

Les lettres n, u, k et x, correspondent aux faces marquées des mêmes lettres, avec ou sans le signe ', dans les figures.

Nous allons maintenant rapporter les variétés de cristallisations qui résultent de la combinaison des faces produites en vertu des lois précédentes. Nous réduirons le signe théorique à sa plus simple expression.

Combinaisons trois à trois.

1^{re}. VARIÉTÉ. Unibinaire ci-devant divergent.

Signe théorique $\overset{1}{M} \overset{2}{O} \overset{3}{C}$ (*fig. 6.*)
 $\overset{1}{M} \overset{2}{n} \overset{3}{h}$

Signe relatif au noyau hypothétique $\overset{1}{M} \overset{2}{D} \overset{3}{h}$
 $\overset{1}{M} \overset{2}{n} \overset{3}{h}$

Quatre à quatre.

2^e. VARIÉTÉ. Sexoctonal. M $\overset{2}{O}$ C C

Signe théorique $\overset{2}{M} \overset{3}{n} \overset{4}{i} \overset{5}{h}$ (*fig. 7.*)

Signe relatif au noyau hypothétique $\overset{1}{M} \overset{2}{D} \overset{3}{E} \overset{4}{h}$
 $\overset{1}{M} \overset{2}{n} \overset{3}{i} \overset{4}{h}$

3^e. VARIÉTÉ. Dihexaèdre. M 'E' C C

Signe théorique $\overset{5}{M} \overset{1}{r} \overset{2}{l} \overset{3}{h}$ (*fig. 8.*)

Signe relatif au noyau hypothétique $\overset{1}{M} \overset{2}{H} \overset{3}{E} \overset{4}{h}$
 $\overset{1}{M} \overset{2}{r} \overset{3}{l} \overset{4}{h}$

4^e. VARIÉTÉ. *Subpyramidé.* $M\overset{2}{O}\overset{3}{o}C$
 Signe théorique $M_n u h^1$ (fig. 9.)

Signe relatif au noyau hypothétique $M\overset{1}{D}\overset{3}{B}h$
 $M_n u h.$

5^e. VARIÉTÉ. *Binobisunitaire.* $M'G'\overset{3}{O}C$
 Signe théorique $M_s n h^1$ (fig. 10.)

Signe relatif au noyau hypothétique $M'G'D^1h$
 $M_s n h.$

Cinq à cinq.

6^e. VARIÉTÉ. *Sexdécimal.* $M'G'\overset{3}{O}CC$
 Signe théorique $M_s n^2 i^1 h$ (fig. 11.)

Signe relatif au noyau hypothétique $M'G'DE^6h$
 $M_s n i h.$

Sept à sept.

7^e. VARIÉTÉ. *Sexbisoclonal.* Signe théorique

$M'G' \left(\begin{matrix} OC'D^1 \\ \frac{3}{4} \end{matrix} \right) \overset{3}{O} \overset{2}{o} P C$
 $M_s \quad y \quad x k P h$ (fig. 12.)

Signe relatif au noyau hypothétique $M'G'\overset{3}{O}DBE^1h$
 $M_s y x k P h.$

Valeurs des angles.

Incidence de

	a.	'
M sur M.	97	46
M sur la face M de retour.	82	14
M sur P.	127	52
M de retour sur P.	120	44
M sur n.	95	22
M de retour sur h.	84	58
M sur i.	115	17
M de retour sur i.	105	21
M sur k.	157	16
M sur n.	158	46
M sur r.	131	7
M sur s.	138	53
M sur u.	126	14
M sur x.	125	9
P sur P.	63	16
P sur la face P' inférieure.	116	44
P sur h.	121	58
L'arête C sur l'arête G.	97	7
h sur k.	107	22
h sur i.	151	34
h sur l.	152	44
h sur n.	116	56
h sur u.	136	59
h sur s.	97	7
h sur y.	155	9
i sur i.	125	8
k sur k.	111	50
n sur n.	107	34
s sur y.	145	58
u sur u.	127	58
x sur x.	114	36

Il n'était pas facile de mettre les variétés du carbonate de Chessy qui viennent d'être décrites en rapport avec celles qui constituent les cristaux de Sibérie. M. Haüy avait tenté plusieurs fois de les comparer, sans obtenir de résultat satisfaisant. Les cristaux de Sibérie semblaient déroger à la loi de symétrie, lorsqu'il essayait de ramener leur forme à l'octaèdre primitif du cuivre de Chessy; mais des observations récentes ont fait évanouir les difficultés. M. Haüy a reconnu que, pour mettre en position les cristaux de Sibérie, il fallait donner à l'axe des prismes une direction horizontale. On reconnaît alors combien la figure prismatique est spécieuse, et comment elle est occasionnée par l'extension que des facettes analogues aux facettes h , y et s (*fig. 12*), prennent aux dépens de toutes les autres. Indépendamment de cet allongement qui a lieu dans le sens de la ligne eh (*fig. 2*), on remarque sur les cristaux quelques facettes dues à des lois qui diffèrent de celles que nous avons exposées ci-dessus; mais ces modifications sont analogues à celles qu'on remarque dans les cristaux de toute substance minérale, lorsqu'ils proviennent de localités diverses. Les indications de la division mécanique, devenues plus faciles à interpréter, n'ont d'ailleurs laissé aucun doute sur l'identité de forme primitive entre les deux carbonates.

Les cristaux obtenus par M. Sage présentent au premier aperçu quelques rapports remarquables avec le carbonate naturel. Ils affectent une belle couleur bleue lorsqu'ils sont récemment obtenus; ils sont effervescens, et dérivent

d'un octaèdre à triangles scalènes, dont les deux grandes arêtes doivent être placées verticalement pour qu'ils soient en rapport de position avec ses formes secondaires. Mais la division mécanique fait bientôt reconnaître que l'inclinaison des joints naturels conduit à un octaèdre différent de celui du cuivre carbonaté. La dureté est sensiblement moindre; les surfaces s'effleurissent par une assez courte exposition à l'air libre, et la couleur passe du bleu au vert bleuâtre et au blanc verdâtre; enfin la composition paraît n'être pas la même, et ce qu'en dit Fourcroy suppose qu'il y entre de l'ammoniaque (1). Tels sont les motifs très-plausibles sur lesquels M. Haüy se fonde pour attaquer la réalité d'une analogie qui paraît avoir été trop facilement admise dans le principe. J'ai moi-même fait quelques épreuves pour vérifier de nouveau la différence de composition. J'ai remarqué que les cristaux de M. Sage se dissolvaient beaucoup plus promptement dans l'acide muriatique que le cuivre bleu. Leur dissolution mêlée de potasse caustique en excès et évaporée à siccité, n'a point donné le moindre indice d'ammoniaque. Au chalumeau, l'azur artificiel décrépité vivement, ce qui n'a pas lieu pour l'azur naturel. La chaleur fait perdre à l'un une bien plus grande partie de son volume qu'à l'autre. Enfin, le premier chauffé dans un tube laisse facilement dégager une quantité d'eau beaucoup plus

(1) *Éléments d'Histoire naturelle et de Chimie*, 1789, tome III, p. 324.

considérable. J'ai opéré sur des fragmens extrêmement petits; mais ces épreuves attestent suffisamment que la composition est différente. Je ne crois pas que l'azur artificiel contienne d'ammoniaque. Il me semble qu'on doit le regarder comme une combinaison d'hydrate de cuivre avec une assez faible quantité de carbonate du même métal.

Jusqu'ici tous les minéralogistes ont regardé le cuivre carbonaté bleu et le vert appelé malachite comme deux espèces distinctes; mais au jugement de M. Haüy diverses observations semblent indiquer que ces deux substances pourraient bien appartenir à la même espèce. Sa collection présente en effet des cristaux de Chessy d'un vert foncé, qui paraissent avoir été originellement de cette couleur, et dont les formes rentrent parmi celles qui dérivent de l'octaèdre primitif décrit ci-dessus. Il en possède d'autres dont une partie est bleue et l'autre verte. Ayant divisé mécaniquement des aiguilles de cuivre carbonaté vert de Sibérie et de Reinbreithach, le résultat très-net de cette division lui a paru conduire à un octaèdre semblable à celui qu'on retire du cuivre carbonaté bleu.

M. Haüy considère de plus, que les analyses faites par M. Vauquelin et Klaproth, des mines bleue et verte, n'ont donné que des différences assez légères entre les quantités respectives des principes composans, pour que l'on soit fondé à les rejeter sur les opérations elles-mêmes (1);

(1) Voyez les *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, tome XX, p. 1 et suivantes.

voici ces analyses (1) :

	Vauquelin.	Klaproth.
Cuivre bleu : Cuivre.	56,	56
Acide carbonique.	25,	24
Eau.	6,50	6
Oxigène.	12,50	14
	Vauquelin.	Klaproth.
Cuivre vert : Cuivre.	56,10	58,
Acide carbonique.	21,25	18,
Eau.	8,75	11,50
Oxigène.	14,	12,50

Enfin M. Haüy pense que la diversité de couleur pourrait ne dépendre que de quelque circonstance accidentelle. On n'est point embarrassé pour citer des exemples à l'appui de cette opinion. Parmi les cristaux de cuivre arseniaté en octaèdre obtus qui sont en général d'un bleu céleste, il s'en trouve d'un vert foncé. Dans quelques-uns la partie située vers le centre est bleue, et celle qui avoisine la surface est verte; et il est visible que cette dernière n'est pas l'effet d'une altération. Les cristaux d'urane oxidé qu'on trouve en France sont jaunes, ceux d'Allemagne et d'Angleterre sont verts. Le passage de l'orangé au rouge a fréquemment lieu dans l'arsenic sulfuré; il est d'autant plus naturel d'attribuer ces sortes de passages à de simples accidens, que les deux couleurs sont toujours celles dont l'une succède immédiatement à l'autre dans le spectre solaire.

(1) Par des expériences plus récentes, M. Vauquelin a trouvé $25\frac{1}{4}$ d'acide dans le cuivre bleu et $19\frac{3}{4}$ dans le cuivre vert. Il pense que ces différences sont compensées par un peu moins d'eau dans le premier et par une plus grande quantité de ce principe dans le second.

D'après ces considérations, M. Haüy estime que, dans l'état de nos connaissances, il y a peut-être plus de motifs pour réunir les deux carbonates que pour continuer à les séparer. S'il lui reste des doutes, c'est sur-tout parce qu'il a été frappé de l'interprétation que M. Berzelius paraît disposé à donner aux analyses précédentes. En effet, d'après ce que j'ai recueilli de cet illustre chimiste, on doit croire que le cuivre bleu est une combinaison définie de carbonate neutre et d'hydrate, tandis que le cuivre vert est un sous-carbonate avec eau de cristallisation.

Je ne dois pas négliger d'ajouter aux précieuses observations de M. Haüy quelques détails sur le gisement du cuivre carbonaté de Chessy. Sa découverte a enrichi la France d'une nouvelle mine, et l'Administration a dû s'occuper du meilleur mode d'exploitation. Ce qui suit est extrait d'un rapport que j'ai fait en 1813, au Conseil général des Mines, sur les projets de travaux proposés par les ingénieurs Descostils et Guenyveau.

Le cuivre bleu de Chessy est fréquemment accompagné de carbonate vert et d'oxidé rouge. Il se présente disséminé dans un terrain de grès ancien, reposant immédiatement sur le sol primitif, et recouvert à peu de distance de là par des couches de calcaire coquillier que je crois analogue à celui du Jura.

La puissance des bancs de grès varie de 1 à 12 mètres. Ils plongent d'environ 55 degrés au sud-est; leur grain se montre fort irrégulier, quoique ordinairement assez fin. Ils sont formés de quartz gris, de feldspath d'un blanc grisâtre et d'un peu de mica argentin; une partie du

feldspath affecte un état de décomposition plus ou moins avancée. La roche est en outre fréquemment mêlée d'une petite quantité d'argile jaunâtre, rougeâtre ou grise; il s'ensuit que sa consistance et sa couleur varient beaucoup: en général elle est grise, facile à entailler au pic, ou même en partie friable.

Les bancs sont fréquemment séparés par des couches minces d'argile schisteuse endurcie, à teintes grises, verdâtres, ou même parfois rougeâtres.

Tout ce terrain s'appuie en couches transgressives sur le sol primitif. Ce dernier se compose de schiste argileux, et renferme, à peu de distance du plan de superposition, un filon (ou masse allongée) très-puissant de cuivre pyriteux, qui a fait long-temps l'objet d'une exploitation considérable. Ce gîte n'a absolument aucun rapport avec celui du cuivre bleu, malgré sa singulière proximité. La découverte de celui-ci a eu lieu au moyen d'une galerie de recherche, qu'on chassait vers le sud-est, dans le but de reconnaître s'il n'existait pas quelque branche latérale du filon de cuivre pyriteux. On ne fut pas long-temps à sortir du sol primordial, et on continua à traverser bancs dans les grès, sans s'apercevoir qu'on perçait un tout autre terrain. Cette heureuse méprise permit bientôt d'atteindre les bancs métallifères, et de trouver ce qu'on ne cherchait pas et ce qu'aucune règle de l'art n'aurait pu faire découvrir. La galerie de recherche ayant été poursuivie, le terrain de grès a été reconnu sur épaisseur totale d'environ 80 mètres, prise perpendiculairement à la direction. On dut abandonner la poursuite après

avoir constaté qu'un grand nombre de bancs stériles succèdent aux bancs métallifères.

Le gîte consiste en quatre bancs très-rapprochés et situés à peu de distance du sol primitif; voici les dimensions à commencer par le banc inférieur, la puissance prise perpendiculairement au plan de stratification.

1 ^{er} . Banc métallifère. . .	6 mètres.
Banc stérile.	5
2 ^e . Banc métallifère. . .	6
Banc stérile.	2
3 ^e . Banc métallifère. . .	3
Banc stérile.	1
4 ^e . Banc métallifère. . .	1

24

Il est à remarquer que le dernier banc se confond en quelques endroits avec le troisième.

Le cuivre bleu se montre très-irrégulièrement disséminé dans l'étendue de la roche; tantôt c'est en amas de la grosseur de la tête, tantôt en rognons gros comme le poing, tantôt en veinules de quelques décimètres, et tantôt en mouches plus ou moins petites. Une partie des masses paraissent formées de carbonate pur; le plus ordinairement elles sont pétries de grains de quartz et de feldspath, et prennent alors avec plus ou moins d'exactitude l'aspect d'un grès à ciment d'azur; leur cassure n'en présente pas moins des faces planes et miroitantes qui décèlent une aggrégation régulière dans la matière métallique. On trouve les groupes de cristaux enveloppés dans une argile fine, rougeâtre ou blanchâtre, et qui dans ce dernier état ressemble, soit à de la terre à foulon, soit à de la

terre à porcelaine durcie, soit même à de la lithomarge. Cette argile se fond avec la roche environnante; elle y forme en outre des nids stériles. Les cristaux de cuivre bleu s'échauffent confusément les uns sur les autres; rarement sont-ils en géodes; communément ils hérissent toute la surface des rognons; on en voit aussi de tout-à-fait isolés dans la terre argileuse.

Le cuivre carbonaté vert et l'oxide rouge, quoiqu'infiniment moins abondans et en masses ordinairement moins volumineuses, affectent au milieu des grès les mêmes manières d'être que le cuivre carbonaté bleu: tantôt ces substances lui sont mêlées, tantôt elles se trouvent à part. La première offre presque toujours une structure fibreuse radiée, avec les teintes vives des plus belles malachites; la seconde se présente constamment sous forme de cristaux groupés ou solitaires, qui sont fréquemment l'objet d'une épigénie plus ou moins avancée, qui, sans les déformer, les change en carbonate vert compacte ou rayonné confusément.

La disposition de la matière métallique dans l'étendue du gîte annonce qu'elle a exercé une très-grande force cristallisante; et cette considération n'est pas sans importance sous le point de vue théorique. En effet, il ne s'agit pas ici d'un gîte où tous les élémens peuvent être regardés comme étant incontestablement contemporains. Les bancs métallifères, comme les bancs environnans, font partie d'un puissant terrain composé de matériaux évidemment transportés. Si la matière métallique est contemporaine au dépôt, on ne conçoit pas pourquoi elle ne s'est pas

également répartie dans la roche, ou du moins dans chacune des assises qui en renferment. Si elle s'est infiltrée postérieurement, on ne voit pas comment elle a pu trouver les vides que supposerait la pureté d'une partie des masses. Je ne fais, au reste, qu'indiquer la difficulté. Après avoir bien pesé les conditions du cas particulier dont il s'agit, et celles de plusieurs autres cas qu'on doit regarder comme analogues, j'avoue que l'intervention des matières métalliques dans *les terrains de transport* ne me paraît jusqu'à présent susceptible d'aucune explication satisfaisante.

RAPPORT

SUR

LES RECHERCHES ET LES ESSAIS

DE LA

MINE D'ÉTAIN DE PIRIAC,

DÉPARTEMENT DE LA LOIRE-INFÉRIEURE;

PAR MM. JUNCKER et DUFRENOY, Aspirans au Corps royal des Mines.

LA partie du département de la Loire Inférieure qui vient d'être l'objet de nos recherches, est limitée au midi par l'embouchure de la Loire; au nord par celle de la Vilaine; à l'est par les marais tourbeux de Montoir; et à l'ouest par la mer.

A l'exception d'une petite chaîne de collines qui s'étend de Saint-Nazaire peu au-delà de Guérande, et qui forme la digue occidentale des marais que nous venons de citer, cet espace est extrêmement plat, et particulièrement la pointe de Piriac. La nature du sol est entièrement masquée par une couche plus ou moins épaisse de terre végétale ou de gravier, qui n'est déchirée par aucun cours d'eau, par aucun ravin. On n'y remarque aucun de ces accidens qui puissent ou charmer les yeux du voyageur ou attirer l'attention du géologue; aussi n'est-il pas étonnant que la découverte des richesses que ce terrain paraît recéler soit si récente, et due presque au hasard.