

a facilement séparé. Ces 1200 parties contiendraient donc

		par cent.
Carbonate de chaux . . .	100..	8.33.
Sulfate de strontiane . . .	1097..	91.42.
Oxide de fer	3..	0.25.
	<hr/>	<hr/>
	1200.	100.00.

ANALYSE

DE la mine de cuivre de Stoltzenbourg, canton de Vianden, département des Forêts (1);

Par le C.^{en} W. ROUX, de Genève.

EN examinant cette mine, on voit qu'elle est un mélange de sulfure de fer, d'oxide de fer rouge et brun, d'oxide de cuivre brun, rougeâtre, de carbonate de cuivre vert cristallisé, disséminés et inter-

(1) Stoltzenbourg est un village avec un ancien château, situé au pied d'un groupe de montagnes, au bord de la petite rivière d'Ourr, qui coule du nord au midi, se jette, à Walendorf, dans la rivière de Sur. Les environs n'offrent que des rochers arides, et il est peu de pays plus pauvres. Les anciennes fouilles sont à 1200 mètres de cette commune; à 10, 40 et 60 mètres au-dessus d'un ruisseau qui arrose une petite vallée latérale extrêmement étroite. Abandonnées depuis long-temps, c'est des halles qui les avoisinent que le C.^{en} L. Gillet, sous-inspecteur des bois de la division d'Élatre, a retiré l'échantillon qu'il a envoyé à la régie de l'enregistrement, et que le conseil des mines a fait analyser. Il paraît avoir existé en ce lieu des travaux considérables; mais le produit de l'exploitation n'ayant pas compensé la dépense, ils furent abandonnés vers l'année 1780, après 45 ans de durée avec plus ou moins d'activité. Il existait un fourneau pour la fusion du minerai, au pied même de la montagne, sur le ruisseau dont on a parlé ci-dessus; on en retrouve à peine des vestiges. A la distance d'une heure et demie ou deux heures de marche, est la forêt d'Irzen, qui pourrait fournir en quantité suffisante les charbons nécessaires.

La gangue de cette mine est du spath perlé, c'est-à-dire, du carbonate de chaux combiné avec du carbonate de fer. Le C.^{en} Vauquelin a trouvé, comme le C.^{en} Roux, que les échantillons analysés contenaient au moins vingt-cinq pour cent de cuivre.

Si les gîtes qui renferment ce minerai sont abondans, il y a lieu de penser que l'exploitation peut en être reprise avec avantage.

posés d'une manière très-irrégulière : l'on n'aperçoit pas de traces de pierre servant de gangue.

EXPÉRIENCE I.^{re} (A) 150 parties de cette mine, pulvérisées, ont pris une couleur gris-jaunâtre, avec quelques reflets métalliques; cette poussière était semblable à celle de la pyrite martiale ordinaire.

Calcinée à un feu augmenté progressivement, la couleur est devenue d'un rouge mêlé de brun-marron; sa nuance était différente de celle qu'affecte l'oxide de fer calciné seul : il ne s'est dégagé que peu de vapeurs sulfureuses; son poids était de 166 parties, ce qui fait environ 11 pour 100 d'augmentation.

EXP. II.^e (B) 100 parties de la mine, pulvérisées, chauffées très-lentement dans un têt, ont dégagé des vapeurs sulfureuses, et la couleur a toujours marché vers le rouge; après la cessation des vapeurs sulfureuses, on projeta sur la matière, de la graisse, qui, ramenant les oxides métalliques à un état d'oxidation voisin de celui où ils sont dans la mine, permettait d'évaluer la proportion du soufre qu'elle contient : le déchet était de 25 parties.

EXP. III.^e (C) Une petite quantité de cette mine pulvérisée a été mise dans l'ammoniaque : celui-ci a pris sur-le-champ une teinte violette très-foncée; ce qui annonçait la présence d'un oxide de cuivre, libre de toute combinaison.

EXP. IV.^e (D) L'acide sulfurique concentré attaque, à l'aide de la chaleur, cette mine; il prend une couleur rouge-brun; ensuite il bleuit sensiblement, sur-tout lorsqu'on étend la dissolution d'eau. Durant la dissolution, il ne s'est dégagé que très-peu

très-peu d'acide sulfureux; du soufre très-jaune nageait dans la liqueur : si l'on y verse de l'ammoniaque, il y a d'abord formation d'un précipité rouge, auquel succède un précipité vert; l'alcali, mis en excès, se colore en bleu. Il est évident que l'acide sulfurique a commencé par dissoudre l'oxide de fer rouge, puis l'oxide de cuivre, et qu'enfin il a attaqué le sulfure de fer, dont le fer s'est dissous à l'état d'oxide vert.

EXP. V.^e (a) 100 parties ont été mises en digestion à une douce chaleur dans de l'acide nitrique affaibli. Il y a eu dégagement de vapeurs nitreuses; l'acide s'est coloré en vert bleuâtre : une partie de la mine a paru dissoute, le reste conservait l'aspect de pyrite martiale; mais il était mêlé d'une poussière rouge, qui était sans doute l'oxide de fer rouge que l'on voit dans la mine.

Ayant décanté l'acide nitrique, l'on en a ajouté du nouveau aussi affaibli; l'on a continué l'opération en décantant et rajoutant successivement de l'acide; l'oxide rouge a été dissous. Les dernières portions de mine enveloppées par le soufre résistaient à l'action du menstrue; aussi n'est-ce que par l'acide nitrique concentré que la dissolution a pu être complète: il en est résulté que beaucoup de soufre a brûlé; le résidu ne contenait que du soufre et de la silice: celle-ci pesait environ 2 parties.

Toutes les dissolutions nitriques étant réunies, l'on y a versé une dissolution de muriate de soude; sa couleur a changé; elle est devenue vert foncé : il était nécessaire de changer les nitrates métalliques en muriates, pour pouvoir précipiter le cuivre par le fer.

(b) La lame de fer destinée à opérer cette
Journ. des Mines, Pluv. an VII. A a

précipitation, était bien décapée, et a été pesée auparavant.

La liqueur ne bleuissant plus par l'ammoniaque, le précipité de cuivre métallique a été recueilli : il pesait 28 parties.

Pour reconnaître s'il y avait quelques terres, on y a versé de l'acide oxalique : il ne s'est formé aucun précipité. L'on a repris le fer par le carbonaté de potasse du commerce : les premières portions étaient rouge-fauves, les dernières vert-blanchâtres. Déduisant le fer apporté par la lame mise dans la dissolution, l'on a estimé par approximation qu'il pouvait y avoir 30 à 35 pour cent de ce métal.

Dans les mines qui, comme celle qui est le sujet de cette analyse, contiennent du fer à différens degrés d'oxidation (et ici il y a de l'oxide rouge, de l'oxide brun et du sulfate de fer intimement mélangés), il est très-difficile d'apprécier exactement, par la voie humide, la proportion où il s'y trouve.

Exp. VI. L'acide muriatique mis en digestion sur de la mine pulvérisée, l'attaque à l'aide d'une douce chaleur ; il s'est coloré en vert-brun au bout de quelques instans, ce qui annonçait une dissolution du cuivre : il ne se dégagait par le col du matras que de l'acide muriatique, sans aucune odeur sulfureuse ni d'hydrogène. La liqueur retirée du feu et étendue d'eau, il s'est formé un précipité blanc, semblable à celui qui a lieu lorsqu'ayant dissous directement du cuivre métallique dans l'acide muriatique, l'on étend la dissolution d'eau.

Quelques gouttes d'acide muriatique concentré

ont redissous le précipité, en chauffant légèrement.

Cette expérience, ainsi que la suivante, font présumer que le cuivre n'est qu'interposé dans le sulfure de fer, ce que la seule inspection avait déjà fait voir, et qu'il n'y a pas de combinaison triple de soufre, de fer et de cuivre dans cette mine, ce que la *VIII. Exp.* confirme complètement. De plus, ce métal y est à un état d'oxidation tel, qu'il donne, sans éprouver d'altération, avec l'acide muriatique, un muriate de cuivre blanc, précipitable par l'eau.

Exp. VII. (a) 100 parties ont été mises dans de l'acide muriatique un peu affaibli, et le matras chauffé de manière à tenir la liqueur continuellement en ébullition ; l'acide s'est fortement coloré en vert ; il y a eu dégagement de gaz hydrogène sulfuré, mêlé de gaz acide muriatique.

(b) Ayant étendu d'eau, il n'y a pas eu de précipité blanc. Cette première dissolution a été décantée ; l'on a ajouté de nouvel acide, les mêmes phénomènes ont eu lieu.

La liqueur a toujours été poussée à l'ébullition, et l'eau n'y a pas formé de précipité. Après avoir répété quatre à cinq fois la décantation, les phénomènes ont diminué d'intensité.

(c) Sur la dernière portion d'acide décantée, au préalable saturée par la potasse, l'on a versé de la noix de galle ; il y a eu un précipité brun-marron, ce qui annonçait l'absence du fer : les premières portions d'acide avaient sans doute emporté l'oxide de fer rouge.

(d) L'opération a été continuée ; mais, au lieu de gaz hydrogène sulfuré, il ne s'est plus

dégagé que du soufre, et même un peu d'acide sulfureux, mêlés de vapeurs muriatiques.

La liqueur a pris une couleur noirâtre, ne précipitait pas par l'eau, mais donnait par l'ammoniaque un précipité vert, et par la noix de galle un précipité noir : l'ammoniaque n'a pas bleui, ce qui annonçait l'absence totale du cuivre.

(e) Il nageait dans la liqueur, des pellicules qui paraissaient être du sulfure de fer noir.

La portion de mine non dissoute était toute noire et à l'état de sulfure de fer noir ; comme l'acide muriatique paraissait ne plus l'attaquer que difficilement, l'on a ajouté un peu d'acide nitrique.

(f) Il y a eu dégagement de vapeurs nitreuses ; le sulfure de fer a été décomposé ; le soufre, en flocons jaunâtres, nageait dans la liqueur : l'on a filtré, il est resté sur le filtre un résidu de 21 parties qui, brûlées, ont laissé deux parties de silice, ce qui fait 19 de soufre. Si à ces 19 parties on ajoute celui qui a été emporté par le gaz hydrogène, qui s'est volatilisé ou a été brûlé, l'on aura à-peu-près la même quantité que dans l'Expérience II.

(g) Toutes les dissolutions muriatiques réunies, l'on a précipité le cuivre par une lame de fer : le cuivre à l'état métallique pesait 26.5 parties.

Observations sur la VII. Expérience.

Dans cette expérience, où le feu a été vif, le cuivre a passé à l'état d'oxide vert ; ce qui a donné un muriate de cuivre vert, non précipitable par l'eau : il y a donc eu décomposition d'eau et dégagement de gaz hydrogène. Mais ce gaz hydrogène était sulfuré : d'où venait le soufre ?

Le cuivre était-il à l'état de sulfure ? Mais les sulfures de cuivre ne sont que difficilement attaquables par l'acide muriatique : ici l'action a été comme instantanée ; de plus, toutes les expériences précédentes tendent à prouver que le cuivre est seulement à l'état d'oxide.

Était-il dû au sulfure de fer décomposé ? Mais la dissolution muriatique donnait, en c, un précipité brun-marron, au moment même où le gaz hydrogène sulfuré se dégageait abondamment ; donc il n'y avait pas de fer dissous.

L'hydrogène, dû à l'oxidation en vert du cuivre, s'emparerait-il d'une portion du soufre du sulfure de fer ? Alors le sulfure de fer, privé d'une partie de son soufre, deviendrait plus attaquant par l'acide muriatique, jusqu'à un certain moment, où, par la dissolution d'une partie du fer, il y a formation d'un sulfure de fer noir, dans lequel l'abondance du soufre met de nouveaux obstacles à l'action de l'acide (*voyez* article c) ; mais l'addition d'un peu d'acide nitrique achève la décomposition totale du sulfure.

Si ces observations sont justes, tout le cuivre simplement mélangé aura été dissous avant que le sulfure de fer ait été attaqué par l'acide muriatique ; et comme, durant la décomposition de ce dernier, l'on n'a pas aperçu de traces de cuivre (*Voyez* article d), il est évident qu'il n'y avait pas dans cette mine de combinaison triple de soufre, de fer et de cuivre.

EXP. VIII. Si le sulfure de fer contenu dans la mine, lequel se fait reconnaître à son aspect jaune, d'un brillant métallique, eût été homogène, en en choisissant des morceaux et les faisant digérer dans

les acides, l'on fût parvenu à déterminer décidément s'il est une combinaison triple de fer, de soufre et de cuivre, ou si le cuivre n'y est qu'intimement mélangé, ou si enfin il n'y a pas de cuivre du tout: mais en les examinant de près, l'on aperçoit que ceux que l'on avait pris pour les plus purs sont lardés de petits points d'oxide vert de cuivre et d'oxide rouge de fer; en sorte que les acides dissolvant ces deux oxides à la fois, l'on ne peut déterminer positivement le point où le sulfure est attaqué lui-même, et voir si ce sulfure contient du cuivre, et ne le contient que mélangé. Néanmoins, ayant choisi quelques morceaux qui paraissaient les plus homogènes, on les a mis en digestion dans l'acide nitrique et dans l'acide muriatique.

La première dissolution (la nitrique), où le sulfure avait été décomposé presque totalement, donnait, par la noix de galle, un précipité noir, mélangé de nuances brun-marron; tandis que la dissolution muriatique, où le sulfure paraissait très-peu attaqué, donnait un précipité brun-marron très-abondant, mêlé d'un peu de noir. Ce résultat tendrait à confirmer celui de l'expérience précédente.

RÉSULTAT.

IL suit de cette analyse, 1.^o que la mine de la commune de Stoltzenbourg, canton de Vianden, département des Forêts, est un mélange plus ou moins intime d'oxides rouge et brun de fer, d'oxide de cuivre brun, d'un peu d'oxide vert de cuivre, peut-être à l'état de carbonate, de sulfure de fer, et d'un peu de silice;

2.^o Que le sulfure de fer de cette mine paraît

ne contenir le cuivre oxidé qu'à l'état de mélange, mais que les portions de ce sulfure ne sont pas assez pures ni assez homogènes pour que l'on ait pu décider positivement s'il n'y existe pas réellement de combinaison triple de soufre, de fer et de cuivre;

3.^o Que, sans s'arrêter à déterminer les proportions respectives de tous ces composés binaires, variant d'ailleurs d'une place à l'autre dans le même échantillon, il y a, sur 100 en poids de ce minéral,

De 25 à 28 de cuivre métallique, dont la majeure partie est à l'état d'oxide brun, et mêlé à l'oxide de fer et au sulfure de fer;

De 30 à 35 de fer métallique, mais à différens états de combinaison, formant soit un sulfure, soit des oxides bruns et rouges;

De 24 à 28 de soufre, formant du sulfure de fer;

De 2 à 3 de silice;

Enfin une proportion d'oxygène très-difficile à estimer, portant le cuivre et une partie du fer à différens degrés d'oxidation;

4.^o Que ce sulfure de fer est du nombre de ceux que l'acide sulfurique peut décomposer.