

---

## ANALYSE

*De deux minéraux zincifères des États-Unis  
d'Amérique;*

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des  
Mines.

---

Ces deux minéraux se trouvent ensemble et sont fort abondans. Ils constituent la partie principale d'un banc métallifère très-épais et fort étendu qui est enclavé dans un terrain de grauwaçke, dans le New-Jersey. On les rencontre principalement à Franklin, à Sparte, à Stirling, à Rutgers, et à Sussex; ils sont accompagnés de chaux carbonatée laminaire blanche, de quartz, d'un grenat particulier jaune verdâtre, et de quelques autres substances. L'un de ces minéraux est rouge orangé, l'autre est noir métalloïde. Nous les examinerons successivement.

### 1°. Zinc oxidé manganésifère.

C'est à Bruce que nous devons la connaissance du minéral rouge (1). Il en a publié en 1814

---

(1) M. Maclure avait déjà remis en 1811 du minerai de New-Jersey à M. Vauquelin, qui en a retiré:

Fer oxidé au minimum. . . . .	0,45
Zinc oxidé, environ. . . . .	0,50
Et manganèse oxidé au minimum. . . . .	0,05

Mais il paraît que cette analyse n'est que le résultat d'un simple essai fait sur le minerai mélangé.

une description et une analyse dans le *Journal américain* (vol. I<sup>er</sup>., pag. 96). Il l'a trouvé composé de :

Oxide de zinc. . . . . 0,92  
Oxide de manganèse et de fer. . . 0,08

On l'a nommé, d'après sa composition, *zinc oxidé manganésifère*. J'ai soumis ce minéral à beaucoup d'expériences, et j'en ai répété l'analyse de plusieurs manières : je n'y ai trouvé, comme Bruce, que de l'oxide de zinc et de l'oxide de manganèse, mais dans des proportions un peu différentes des siennes, ainsi qu'on le verra plus bas.

Zinc oxidé  
manganési-  
fère.

Le *zinc oxidé manganésifère* est d'un rouge orangé approchant du rouge de sang. Il est en grains amorphes irrégulièrement disséminés dans la masse minérale : sa cassure est éclatante, lamelleuse dans un sens et légèrement conchoïde dans un autre; les éclats minces sont transparens : il est facilement rayé par l'acier, fragile ; il se laisse aisément réduire en poudre : sa poussière est d'un beau rouge orangé. Lorsqu'il reste long-temps exposé à l'air, il se recouvre d'une croûte blanche nacrée qui paraît être composée de carbonate de zinc et de carbonate de manganèse. Sa pesanteur spécifique est, selon Bruce, de 6,22.

Au chalumeau ordinaire, il est infusible sans addition ; avec le borax, il donne un verre translucide jaunâtre. A la flamme du chalumeau alimenté par le gaz oxygène et hydrogène, il se volatilise en répandant une lumière blanche éclatante. Il ne perd rien par la calcination : pendant qu'il est chaud, il paraît brun ; mais il

r  
sn  
d  
n  
lc  
fc  
qu  
ap  
de  
pera  
ne  
co  
pc  
vasis  
de  
foi  
cal  
ca.  
cal  
re  
no  
ce.  
co  
ch  
il  
fer  
le  
gra

reprend peu-à-peu sa couleur primitive à mesure qu'il se refroidit.

Il se dissout facilement à froid dans les acides minéraux, et même dans l'acide acétique. Pendant la dissolution, il se produit de la chaleur, mais sans effervescence, et la liqueur est incolore. Cependant, avec l'acide muriatique, il se forme d'abord une dissolution d'un rouge brun, qui perd peu-à-peu sa couleur sans dégagement apparent d'aucun gaz : il est probable qu'il se dégage réellement, mais très-lentement, un peu de chlore.

L'oxide de zinc et l'oxide de manganèse paraissent avoir une grande tendance à se combiner ensemble, et il est difficile de les séparer complètement l'un de l'autre. J'ai employé, pour atteindre ce but, six procédés dont je vais faire connaître les résultats.

1°. J'ai répété le procédé de Bruce, qui consiste à verser, dans une dissolution nitrique des deux oxides, de l'acide oxalique tant qu'il se forme un précipité, à laver ce précipité et à le calciner; puis à évaporer la liqueur à siccité, et calciner le résidu. Bruce a considéré le précipité calciné comme de l'oxide de zinc pur; mais j'ai reconnu qu'il retient toujours une quantité très-notable de manganèse, et que c'est à cause de cela qu'il est d'un jaune sale plus ou moins foncé, couleur que Bruce a remarquée sans en chercher la cause. Quant à l'oxide de manganèse, il est à très-peu près pur, et ne contient que le fer qui peut se trouver accidentellement avec le minéral, si le triage n'a pas été fait avec un grand soin. Bruce n'a donc pu obtenir, par ce

procédé, qu'une quantité de manganèse inférieure à celle qui existe réellement dans le *zinc oxidé manganésifère*.

2°. J'ai précipité les deux oxides de leur dissolution par un sous-carbonate alkalin, ayant soin de faire bouillir pour que la liqueur ne puisse en retenir; j'ai calciné le précipité avec le contact de l'air, afin que le manganèse puisse se suroxyder, et je l'ai traité ensuite, dans une première expérience, par l'acide nitrique, et, dans une autre, par l'acide acétique; j'ai fait évaporer doucement jusqu'à siccité, et j'ai repris par l'eau. Il est resté de l'oxide de manganèse parfaitement pur, mais la dissolution qui contenait le zinc renfermait aussi une quantité très-notable de manganèse, et en précipitant cette dissolution par un carbonate alkalin, le précipité calciné était d'un jaune sale plus ou moins foncé. En traitant de nouveau ce précipité par l'acide acétique, on pourrait en séparer un peu d'oxide de manganèse, mais la plus grande partie resterait toujours avec l'oxide de zinc.

3°. J'ai précipité les deux oxides par la potasse caustique en excès, que j'ai laissé digérer sur le dépôt pendant quelque temps, puis j'ai filtré. La liqueur ne contenait que de l'oxide de zinc; mais le résidu retenait encore une grande quantité de cet oxide, et il a fallu le redissoudre, le précipiter de nouveau par la potasse, et réitérer plusieurs fois la même opération, pour parvenir à une séparation complète.

4°. J'ai précipité la dissolution du minéral par un sous-carbonate alkalin, et j'ai passé à travers

le précipité délayé dans l'eau un courant de chlore en excès; j'ai obtenu une liqueur violette et un résidu noir. La liqueur ayant été évaporée à l'air s'est décolorée et a déposé de l'oxide de manganèse pur. Le résidu noir, après avoir été traité par l'acide acétique, ne consistait plus qu'en oxide de manganèse. Les deux liqueurs renfermant le zinc ont été précipitées par un sous-carbonate. Le précipité calciné avait une légère teinte jaune, et on a reconnu qu'il retenait environ un demi-centième de son poids d'oxide de manganèse. Il est probable qu'en délayant avec grand soin le précipité de zinc et de manganèse et en l'agitant long-temps avec le chlore, aucune particule de carbonate de manganèse n'échapperait à l'action de cet agent, et que les deux métaux seraient exactement séparés.

5°. M. Berzélius a bien voulu me communiquer le moyen suivant, qui m'a parfaitement réussi. J'ai précipité par un carbonate alkalin, j'ai lavé le précipité par décantation, et je l'ai fait digérer encore humide, avec de l'ammoniaque, pendant quelque temps : il a promptement bruni, et la liqueur filtrée a donné, par l'ébullition, un dépôt blanc, qui calciné était aussi parfaitement blanc : c'était de l'oxide de zinc pur; mais j'ai remarqué que le dépôt insoluble dans l'ammoniaque retenait presque toujours de l'oxide de zinc, quelquefois en assez grande quantité. Pour le lui enlever en totalité, on peut le redissoudre et réitérer la même opération; mais il vaut mieux le calciner, et le traiter par l'acide acétique qui en sépare la

plus grande partie du manganèse, et ne soumettre à l'action de l'ammoniaque que le dépôt formé dans la liqueur acétique par un carbonate alkalin. De cette manière, on sépare complètement et avec la plus grande exactitude les deux oxides.

6°. Enfin, j'ai pensé que le zinc étant très-volatil et son oxide facilement réductible, on le séparerait aisément de l'oxide de manganèse par la voie sèche. C'est effectivement ce qui est arrivé. On a mêlé les oxides avec un poids déterminé de poussière de charbon, on a placé le mélange dans un têt étroit, un peu creux, qu'on a recouvert d'un têt plus grand, percé de quelques petits trous à la partie supérieure, et on a fait chauffer au rouge blanc : il s'est dégagé une fumée blanche abondante. Dès qu'on a été assuré que ce dégagement avait cessé, on a découvert le têt, et on a fait griller la matière qu'il contenait pour brûler le charbon non consommé : on a pesé le résidu qui était brun, et, pour avoir la proportion exacte de l'oxide de manganèse, on en a retranché le poids des cendres que le charbon avait dû laisser, poids que l'on avait déterminé à l'avance par l'expérience. On a examiné l'oxide de manganèse, et on a trouvé qu'il ne contenait pas la plus petite quantité de zinc.

Toutes ces expériences s'accordent à très-peu près à donner pour résultat de l'analyse du zinc oxidé manganésifère :

Oxide de zinc. . . . .	0,88
Oxide rouge de manganèse. . . .	0,12
	<hr/>
	1,00

Il est difficile de dire à quel degré d'oxidation le manganèse se trouve dans ce minéral. La couleur de celui-ci, et les phénomènes qu'il présente avec l'acide muriatique, portent à croire qu'il y est au moins à l'état de deutoxide.

Pour m'assurer que l'union, si difficile à se détruire, de l'oxide de zinc et de l'oxide de manganèse, ne tenait point à l'intervention de quelques substances que je n'aurais pu découvrir, j'ai fait dissoudre de l'oxide de zinc pur avec un dixième de son poids d'oxide de manganèse également pur, et j'ai traité la dissolution par le procédé décrit sous le n<sup>o</sup>. 2. J'ai obtenu, comme avec le minéral d'Amérique; une dissolution acétique dans laquelle il s'est formé, par les carbonates alcalins, un précipité qui, calciné, était d'un jaune sale, et contenait du manganèse.

2<sup>o</sup>. *Minéral zincifère noir. Francklinite.*

Ce minéral est composé d'oxide de fer, d'oxide de manganèse et d'oxide de zinc. L'association de ces trois oxides n'a pas encore été observée, et il y a tout lieu de croire qu'elle constitue une véritable espèce; mais quand même il serait reconnu par la suite que ces oxides ne sont qu'à l'état de mélange, ce qui est peu probable, ce mélange serait trop remarquable pour qu'il ne fût pas toujours nécessaire de le désigner par un nom. Comme dans tous les cas la nomenclature chimique ne peut pas actuellement fournir ce nom, je propose de lui donner celui de *Francklinite*, dérivé de *Francklin*, pour rappeler qu'on l'a trouvé pour la première fois dans un lieu auquel les Américains ont consacré le nom d'un

grand homme dont la mémoire est vénérée, en Europe comme dans le Nouveau-Monde, par tous les amis des sciences et de l'humanité.

Ce minéral a beaucoup de rapports, par son aspect, avec le fer oxidulé. Il est d'un noir métalloïde, magnétique, mais non magnétopolaire : il se trouve en grains ou en masses amorphes qui présentent quelquefois des faces cristallines, mais petites, peu nombreuses, et qui ne suffisent point pour qu'on puisse déterminer la forme géométrique à laquelle elles appartiennent : sa cassure est ou inégale, ou conchoïde, ou imparfaitement lamelleuse : il n'est pas très-dur : sa poussière est d'un rouge brun foncé, ce qui le distingue du fer oxidulé, dont la poussière est noire. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 4,87. Il est peu attaqué par l'acide muriatique à froid ; aussi, au moyen de cet acide, peut-on le séparer de la chaux carbonatée et du *zinc oxidé manganésifère*, avec lesquels il est presque toujours mélangé, et l'obtenir parfaitement pur. Il se dissout très-aisément dans l'acide muriatique, à l'aide de la chaleur ; il ne se produit aucune effervescence, mais il se développe une très-légère odeur de chlore.

Pour en faire l'analyse, on l'a dissous dans l'acide muriatique, on a précipité la dissolution par un carbonate alkalin, on a traité le précipité humide par l'acide acétique en excès, on a fait évaporer jusqu'à siccité à une douce chaleur, et on a repris par l'eau les acétates de zinc et de manganèse : le résidu calciné a été reconnu pour être du tritoxide de fer pur. Quant au zinc et au manganèse, on les a séparés

l'un de l'autre par les procédés indiqués plus haut.

On a trouvé dans un échantillon venant de Francklin :

Peroxide de fer . . . . .	0,66
Oxide rouge de manganèse . . . . .	0,16
Oxide de zinc . . . . .	0,17

---

0,99

Le francklinite agissant sur le barreau aimanté, ne peut renfermer le fer à l'état de peroxide; il y a lieu de croire que ce métal y est oxidé au second degré. Quant au manganèse, on reconnaît qu'il s'y trouve au moins à l'état de deutoxide, si l'on considère que le minéral a une poussière brune, qu'il donne l'odeur de chlore avec l'acide muriatique, et que sa dissolution dans cet acide contient le fer en totalité oxidé au maximum. Il est évident que pendant la dissolution les deux oxides réagissent l'un sur l'autre, et que l'oxide de fer passe au maximum en enlevant de l'oxigène à l'oxide de manganèse, qui est au contraire ramené au minimum.

Pour vérifier le résultat de l'analyse humide, j'ai fait les expériences qui suivent :

10<sup>e</sup> de francklinite ont été chauffés dans un creuset brasqué, sans addition, à la température d'un essai de fer. On a obtenu un culot métallique auquel adhérait une très-légère scorie verdâtre; le tout pesait 5<sup>e</sup>,65: ce culot était gris de fer, dur, mais susceptible d'être mordu par la lime et de prendre un très-beau poli; il s'aplatissait sous le marteau et se rompait difficilement; sa cassure était grise et grenue, à grains crochus ou cristallins; on l'a analysé et on a reconnu que c'était un alliage de fer et de manga-

nèse, et qu'il ne contenait pas un atome de zinc; la perte dans l'essai, de 4,35, représente donc l'oxide de zinc et l'oxigène combiné dans le minéral avec le fer et avec le manganèse.

On a chauffé à la même température, dans un creuset brasqué,

10<sup>g</sup> de francklinite.  
4 de silice.  
1,50 d'alumine et  
1,40 de chaux.

TOTAL.... 16,90 On en a eu en culot total

Pesant.... 12,77

Perte..... 4,13

due à l'oxide de zinc volatilisé et à l'oxigène du fer, etc.

La fusion a été parfaite; le culot métallique pesait 4<sup>g</sup>,6: il s'aplatissait un peu sous le marteau; et sa cassure était grenue et truitée. La scorie était compacte, vitreuse, transparente et verte;

Elle pesait. . . . . 8,17

En en retranchant. . . . . 6,90

Il reste . . . . . 1,27

qui représente le protoxide de manganèse qu'elle contenait. Les 4<sup>g</sup>,6 de fonte correspondent à-peu-près exactement avec les 0,66 de peroxide de fer trouvés par l'analyse: le culot devait renfermer un peu de manganèse en alliage.

On voit encore par-là que l'alliage obtenu dans le premier essai devait être à-peu-près composé de:

Fer..... 4,60 au plus 0,814

Manganèse.. 1,05 au moins 0,186

5,65 1,000

Enfin on a fondu au creuset brasqué un mélange de peroxyde de fer, d'oxyde rouge de manganèse et d'oxyde de zinc, dans la même proportion que dans le francklinite, et on a obtenu un culot absolument semblable à celui du premier essai. On voit, par ce que nous venons de dire, qu'on peut faire l'analyse du franklinite par la voie sèche comme par la voie humide. Les résultats de la voie sèche portent à croire qu'il y a eu une perte sur le zinc dans les opérations de l'analyse par la voie humide.

On pourrait tirer un parti très-avantageux des minerais de New-Jersey de plusieurs manières. En rangeant d'une part les morceaux dans lesquels le minéral rouge serait la matière dominante, et de l'autre ceux dans lesquels le francklinite serait la partie la plus abondante, on pourrait employer les premiers comme minerais de zinc, et en extraire ce métal en les distillant avec du charbon, ou en faire du laiton en les fondant avec du cuivre et du charbon. Si l'on se bornait à en extraire le zinc, le résidu pourrait ensuite être fondu avec avantage au haut-fourneau pour en obtenir de la fonte, ou au moins il pourrait être mélangé avec les minerais riches en francklinite pour le même usage. Comme ces minerais renferment une quantité considérable de manganèse, et que leur gangue principale est la chaux carbonatée et le grenat, il est probable qu'on pourrait les traiter au haut-fourneau, sans addition, et qu'ils seraient très-fusibles. On en obtiendrait de la fonte d'excellente qualité, et vraisemblablement éminemment propre à produire de l'acier naturel comme celle qui provient des minerais de fer spathique. Il se dépo-

serait dans la cheminée des hauts-fourneaux une quantité considérable d'oxide de zinc, comme cela a lieu dans la Belgique où cette substance est connue sous le nom de *cadmie des fourneaux* ou *kiess*; c'est la matière la plus riche et la meilleure dont on puisse faire usage pour préparer le zinc et le laiton. Il serait possible que l'abondance du *kiess* dérangeât un peu la marche des hauts-fourneaux, et contraignît à adopter quelques dispositions particulières pour qu'on puisse l'extraire avec facilité; mais la valeur de cette matière indemniserait de la gêne qu'elle occasionnerait.

Enfin, avec le francklinite pur, qu'il serait très-facile de se procurer, soit par le triage, soit par le lavage, on pourrait essayer de préparer en grand l'alliage de fer et de manganèse que j'ai obtenu en petit, et voir s'il ne serait pas plus propre que la fonte ordinaire à plusieurs usages.