

gueur, ces cristaux pourraient être d'une origine étrangère et avoir été enveloppés dans la masse, ce qui ne serait pas plus difficile à concevoir que les brèches à fragmens auguleux. Mais la troisième variété me semble prouver incontestablement, que le tout est d'une formation locale, car nous voyons dans cette modification, que les élémens du feldspath et du quartz se trouvaient dans le liquide qui a déposé la masse pierreuse, et qu'ils ont pu y éprouver les effets de l'affinité au point de prendre la texture qui leur est propre, mais pas au point de former de véritables cristaux, ni même d'éviter totalement le tissu feuilleté de la matière schisteuse. Si nous passons ensuite aux autres variétés, nous voyons que les circonstances ont successivement laissé plus de liberté aux effets de l'affinité, et nous arrivons à un terme où les cristaux de feldspath et les globules de quartz, n'ont plus aucune liaison ni aucun rapport avec la masse qui les enveloppe. Cependant ces globules de quartz dont nous avons pour ainsi dire suivi l'origine, ne présentent que des formes arrondies, et ne diffèrent pas de ceux qu'on trouve dans les brèches ou *grauwackes*; ce qui, joint à quelques autres observations, me porterait à croire qu'il ne serait point absolument impossible qu'il existât des roches dont la texture fût celle des brèches, *grauwaches* ou *poudingues*, et dont l'origine ne fût pas due à la destruction et au transport de couches préexistantes.

ESSAI DES MINÉRAUX

PAR LE MOYEN DU CHALUMEAU;

Par M. HAUSMANN, *Inspecteur général des Mines à Cassel.*

Extrait des *Tablettes minéralogiques de M. LÉONHARD*
(année 1810), par E. M. L. PATRIN.

AUCUN minéralogiste n'ignore l'utilité que la minéralogie a retirée des essais faits par le moyen du chalumeau; mais elle eût été plus grande encore, s'il se trouvait plus d'accord dans la manière dont les auteurs ont rapporté leurs expériences, ce qui provient non-seulement de la différence des procédés qu'ils ont employés, mais encore du plus ou moins d'attention qu'ils ont donnée aux petits phénomènes qui se sont présentés dans le cours de l'expérience; et enfin, du défaut d'une nomenclature précise de ces mêmes phénomènes, et des effets qui en ont été le résultat.

C'est pour remédier à ces inconvéniens, que l'auteur a cru devoir présenter la méthode suivante, avec une nomenclature relative à tous les faits qui se présentent dans le cours des essais.

Circonstances à observer dans la préparation de l'expérience.

Volume du fragment qu'on veut essayer.

Ce volume doit être proportionné à la grosseur du dard de flamme auquel on l'exposera.

Si l'ouverture du chalumeau n'a que le diamètre d'une épingle, le volume du fragment ne doit être que de la grosseur d'une lentille.

Pour support du fragment, on peut se servir :

1°. D'une pincette de platine, ou du moins dont les pointes soient de ce métal.

2°. D'un petit tube ou cylindre de verre dont on ramollit l'extrémité pour y fixer le fragment.

3°. D'un filet de saparre (ou cyanite), suivant la méthode de Saussure.

4°. D'un charbon de bonne qualité, surtout de tilleul ou d'aune, qu'on aplanit d'un côté, où l'on creuse une petite fossette pour y placer le fragment. On peut couvrir ce charbon d'un autre, et dans ce cas on pratique dans le charbon un passage pour le dard de flamme qui doit tomber sur le fragment contenu dans la fossette.

5°. L'on peut composer un support avec de la poussière de charbon pétrie, dans du mucilage de gomme adragante. On forme de cette pâte des parallépipèdes qu'on laisse sécher lentement ; au reste, on s'en sert comme du support précédent.

6°. L'on peut se servir d'une petite cuiller d'or ou d'argent pur, mais encore mieux de platine, dont la queue soit implantée dans un tuyau de pipe ou dans un manche de bois, pour préserver les doigts de la brûlure.

Quant à la manière de présenter le fragment à la flamme du chalumeau, on peut le placer, 1°. à moitié plus ou moins dans le trait de flamme ; 2°. dans la partie jaune de la flamme (qui opère l'oxydation) ; 3°. dans la partie bleue (qui opère la réduction).

Durée de l'expérience.

Elle dépend des différentes parties de la flamme où le fragment est exposé, et du degré d'intensité du dard de la flamme.

Cette intensité dépend du volume d'air que donne le chalumeau suivant la largeur de son ouverture, qu'on peut faire varier au besoin si le chalumeau est construit d'une manière convenable : le mieux est qu'il soit de métal et formé de trois pièces, d'un tube, d'un réservoir, et d'une pointe en forme de cône : le réservoir placé entre le tube et la pointe, retient l'humidité de l'haleine, et sert en même tems de modérateur au moyen de l'air comprimé qu'il contient. On peut adapter à ce réservoir des tubes de différens diamètres, et des pointes d'ouverture différente. On peut ainsi se procurer un courant d'air plus ou moins fort. L'abondance du courant d'air dépend de la puissance de l'instrument soufflant : on fournit l'air au chalumeau, ou par le moyen d'un soufflet à double vent, ou par le moyen de la bouche ; on aspire l'air par les narines, et on le comprime par les muscles des joues : cette méthode est la plus usitée et la plus commode, elle rend plus maître de l'expérience. On tient de la main gauche le support du fragment qu'on veut essayer, et le chalumeau de la droite, en appuyant les coudes sur la table. On pourrait aussi placer le fragment sur un support, soit fixe, soit mobile ; mais on conduirait moins bien l'expérience qu'en le tenant à la main.

L'intensité du trait de flamme est différente :

1°. Suivant l'état de l'air qui sort du chalumeau, il n'est pas douteux que celui que fournit un soufflet est plus pur que celui qui vient de la bouche; cependant on ne voit pas que cette différence influe beaucoup sur les résultats de l'expérience.

2°. Cette intensité est différente suivant la nature de la lumière qu'on emploie : chandelle, lampe, ou bougie. La chandelle vaut mieux que la lampe : la bougie est préférable à la chandelle. Pour le mieux, la mèche doit être plate, de même que la bougie; la mèche peut être ou simple ou composée de deux ou trois doubles; la flamme a conséquemment aussi une forme aplatie. On dirige le courant d'air contre un des côtés étroits, et de manière que le dard de flamme se porte de haut en bas sous un angle d'environ 45 degrés.

3°. Son intensité est différente suivant les différentes parties de la flamme où l'on expose le fragment. L'endroit où cette intensité est la plus forte, est l'extrémité de la pointe bleue de la flamme. On rencontre ce point en ramenant insensiblement le fragment qu'on tient au bout de la pince, depuis l'extrémité de la flamme contre la pointe bleue, jusqu'à ce qu'on trouve le point où il rougit le plus vivement.

Dans le cours de l'expérience, on doit observer, à l'égard des fragmens qu'on essaye (sans addition), les divers phénomènes qu'ils présentent.

⁹ Dans ceux qui n'offrent aucun changement considérable, on remarque les différentes teintes qu'ils

qu'ils prennent en rougissant, depuis le rouge faible jusqu'au blanc.

La phosphorescence, quand elle a lieu, présente aussi diverses couleurs qui changent quelquefois, comme on le voit dans l'apatite et le spath-fluor.

On remarque aussi la couleur que prend la flamme elle-même; le sulfate de strontiane, par exemple, donne à la partie bleue de la flamme une teinte rougeâtre.

Quant aux changemens qu'éprouve le minéral, ils peuvent avoir lieu sans que la forme du fragment soit altérée, tel què le changement ou la perte de la couleur.

Celle de la surface peut devenir plus forte, soit uniformément, soit par places, comme cela arrive aux pyrites.

Le changement de couleur peut s'étendre sur la totalité du fragment, comme dans l'oxyde jaune de fer qui devient totalement rouge, les fleurs de cobalte qui deviennent entièrement bleues, l'anhracite qui perd totalement sa couleur, etc.

Il y a changement ou perte de l'éclat, comme dans le mica blanc, le gypse lamelleux, etc.

Il y a changement ou perte de la transparence, comme dans le mica blanc, etc.

Il y a changement dans la qualité réfringente, quand les molécules d'un fragment qui était diaphane, viennent à s'écarter les unes des autres par la perte de l'eau de cristallisation, ou

par l'agrandissement de leurs interstices, ce qui donne souvent l'occasion de connaître la texture de diverses substances, telles que le spath pesant, etc.

Il y a changement dans la consistance : elle augmente dans quelques substances qui durcissent au feu, comme l'argile à potier; elle diminue dans d'autres, comme dans la chaux que l'action du feu rend poreuse.

Il y a quelquefois développement d'odeur, comme dans le pyrosmalithe, qui rend une odeur d'acide muriatique oxygéné, etc.

Le minéral peut acquérir aussi quelques saveurs : la chaux prend le goût alcalin, la baryte le goût hépatique, le sulfate de strontiane, un goût acide, etc.

Il peut y avoir changement de forme sans altération essentielle de la substance, comme dans la liquéfaction par l'eau de cristallisation de l'alun, du borax, etc.

Décrépitation : quand un minéral éclate en fragmens plus ou moins menus, et avec plus ou moins de force et de bruit, ce qui provient, soit de l'eau de cristallisation réduite en vapeurs, soit de la dilatation de l'air contenu dans les interstices des molécules. On distingue la décrépitation qui se fait avec un bruit assez fort, et en fragmens assez gros, comme dans la galène, ou avec pétilllement, comme dans le sel marin, etc.

Évaporation : quand les molécules d'une substance s'en détachent sous la forme d'une vapeur,

sans altération dans leur substance, comme l'eau, le mercure, etc.

Nota. Cette évaporation, qui a lieu sans altération de la substance du minéral, est fort différente de celle où le minéral se dissipe en fumée (*verrauchen*); nous n'avons pas en français de mot technique pour exprimer ce dernier genre de volatilisation.

Exfoliation (das aufblättern). Séparation ou écartement des lames d'un minéral, d'où résulte une augmentation de volume, comme dans le gypse lamelleux, l'apophyllite, la stilbite, le triphane, etc.

Efflorescence (das ausblühen). Formation de petites houppes mousseuses sur les bords ou les faces du fragment, phénomène produit probablement par quelque dégagement de gaz.

Formation de bulles (das blasenwerfen). Quand il se forme des bulles solitaires sur les bords ou les faces du minéral, comme dans le pyrophyssalite, probablement par le dégagement du gaz fluorique.

Boursouffure (das aufschäumen). Quand le minéral augmente de volume par la formation d'une multitude de petites bulles qui lui donnent l'apparence d'une écume : est-ce par un dégagement de gaz ou un développement de vapeurs? c'est ce qu'on ne sait pas bien. On remarque ce fait dans la méionite, la lépidolite, etc.

Bouillonnement : quand un minéral entrant en fusion, prend un mouvement d'ébullition, comme le borax, la hornblende basaltique, etc.

Végétation (das aufblühen). Quand le miné-

ral présente des formes de buissons, des rameaux, des dentelures, comme le borax, la mésotype, la gadolinite, la préhnite, etc.

Arrondissement (das zurunden). Quand les bords et les angles se fondent et s'émousent, comme dans quelques variétés de talc, etc.

Vernis (das glasuren). Quand il n'y a que la surface du minéral qui entre en fusion, de manière que le morceau paraît couvert d'un vernis, comme dans quelques staurolites, etc.

Fritte : quand il n'y a que quelques molécules du minéral qui entrent en fusion, tandis que les autres y résistent, comme dans la roche composée de quartz et de feldspath compacte intimement unis (*hallelinta* des Suédois). La fritte offre ainsi un moyen de reconnaître un mélange qui ne serait d'ailleurs nullement apparent.

Scorification (das verschlacken). Quand toute la masse passe à une fusion imparfaite, de manière à ne pouvoir former un globule, comme certaines chlorites.

Fusion complète (das schmelzen). Quand toute la masse devient nettement fluide, et forme des globules ou des perles.

Cristallisation : quand un minéral fondu prend, en se refroidissant, une forme régulière, comme le phosphore de plomb, le carbonate de soude, etc.

Changemens qui attaquent la forme et la substance elle-même.

Combustion ou *oxydation*, quand toutes les parties d'un minéral, ou quelques-unes, se

combinent avec l'oxygène, d'où résultent les phénomènes suivans :

Consomption (das verglimmen). Combustion lente et volatilisation des parties combustibles, sans flamme ni fumée, comme l'antracite.

Inflammation : combustion rapide avec flamme (dont il faut observer la couleur), comme la houille.

Dissipation en fumée (das verrauchten). Volatilisation des parties combustibles, avec fumée visible, qui se condense et s'attache sur les corps froids et sur le support, comme la houille, l'antimoine natif, etc.

Calcination : conversion d'un minéral en oxyde métallique sous forme terreuse : ce changement peut être complet, ou seulement à la surface.

Vitrification : conversion d'un minéral en oxyde métallique vitreux.

Carbonisation : conversion d'un minéral en matière charbonneuse, comme la houille.

Incinération : conversion d'un minéral en cendres, par l'effet de la combustion. Elle peut se manifester ou seulement à la surface, comme dans le kohleblende, au commencement de l'expérience, ou dans toute la masse, comme dans le braunkohle.

Réduction, elle s'opère par la privation de l'oxygène ou d'un acide, ou autre minéralisateur, comme le carbonate de plomb, la mine d'étain, le cinabre, etc.

Il faut encore observer les circonstances des

autres phénomènes qui se présentent dans le cours de l'expérience.

S'ils sont plus ou moins faciles et rapides, plus ou moins lents et difficiles.

S'ils sont simples ou composés; simples, quand il ne s'en présente qu'un seul, comme la fusion du feldspath compacte; composés, quand il s'en manifeste plusieurs; ceux-ci peuvent être ou simultanés, comme l'odeur, la flamme, la fumée et la carbonisation de la houille; ou successifs, comme la division, le gonflement, la la boursofflure, et enfin, la fusion du borax.

Le changement qu'éprouve le minéral est ou fort ou faible.

Il est fort quand il affecte la majeure partie de la substance.

Il est faible quand il n'en affecte que la moindre partie.

Il est universel ou partiel: universel, quand il affecte toutes les parties du minéral, comme dans l'antimoine natif, qui est totalement converti en fumée. Il est partiel, quand il n'en affecte que quelques-unes, comme dans l'argent antimoniaux, où l'antimoine est réduit en fumée, tandis que l'argent demeure fixe.

La manière dont se comportent les minéraux varie suivant les moyens qu'on emploie.

Quand l'essai se fait *avec addition*, il faut considérer la nature de la substance qu'on ajoute pour faciliter la fusion du minéral qu'on essaie. Parmi les fondans, il y en a qui, dans certaines circonstances, opèrent la réduction, et dans d'autres, l'oxydation, comme le nitre.

Les fondans s'emploient ou à sec, en les mêlant avec le minéral, après les avoir l'un et l'autre réduits en poudre; ou bien on humecte ce mélange, et l'on en fait une pâte qu'on expose à l'action de la flamme. Avant d'employer les fondans, il convient de priver de leur eau de cristallisation ceux qui en contiennent.

Les fondans les plus usités sont, 1°. le *minium* pour les substances terreuses. 2°. Le *spath fluor*, qui est un très-bon fondant pour le gypse avec lequel il forme un émail. 3°. Le *gypse* est réciproquement un excellent fondant pour le spath-fluor. 4°. Le *borax*, qui est fréquemment employé, soit pour les substances terreuses, soit pour les substances métalliques, et qui souvent agit comme flux réductif; mais avant de l'employer, on doit avoir soin de le réduire en verre. 5°. Le *borax nitré*, c'est-à-dire, dont on a saturé la soude surabondante avec l'acide nitrique: c'est un des meilleurs fondans, surtout pour les substances métallifères. 6°. Le *carbonate de soude*, qu'on emploie avantageusement avec les matières siliceuses. 7°. Le *carbonate de potasse*. 8°. Le *sel microscopique*, qui est d'un emploi fréquent et très-efficace. 9°. Le *verre de phosphore*, c'est-à-dire, l'acide phosphorique réduit à l'état vitreux. 10°. Le *nitre*, qui est un excellent moyen d'essai pour les substances inflammables, et un puissant fondant pour les substances métalliques.

A l'exception du nitre et du borax, on peut employer les divers fondans sur toutes sortes de supports, mais avec ces deux-là, qui ont la propriété de détonner avec le charbon, il faut

se servir, pour support, de la petite cuiller de platine.

Les flux réductifs sont ceux qui enlèvent l'oxygène aux minéraux, ou qui l'empêchent de s'y combiner.

Le charbon même qui sert de support remplit cet objet; mais pour augmenter cet effet, on réduit du charbon en poussière, qu'on mêle avec le minéral pulvérisé, et l'on expose ce mélange à l'action du chalumeau, soit à sec, soit après en avoir fait une boulette avec du mucilage de gomme adraganthe.

L'huile est encore un très-bon moyen réductif quand on en imbibe le minéral réduit en poudre.

Dans les essais avec addition, on observe la manière dont se comporte le minéral avec le flux, s'il y est fusible ou s'il résiste à la fusion.

S'il est fusible, on observe, 1°. si c'est tranquillement. 2°. Si c'est avec dégagement de gaz, comme dans la fusion du manganèse gris avec le borax. 3°. Si c'est sous la forme d'écume.

On observe quel est le tems nécessaire pour opérer la fusion, si elle est plus ou moins vive et prompte, ou plus ou moins lente et difficile.

On observe la couleur que prend le flux: par exemple, le borax est coloré en bleu de smalt par la mine de cobalt; en couleur d'hyacinthe ou en violet bleu, et même en noir, par le manganèse gris, suivant la quantité de ce minéral.

On observe si la couleur est permanente, comme celle que donne le cobalt, ou si elle est fugace et disparaît en refroidissant, comme il arrive au verre de borax fondu avec un minéral

ferrugineux, qui paraît vert tant qu'il est chaud, et perd cette couleur par le refroidissement.

La couleur peut aussi changer lorsqu'on tient le minéral dans différentes parties de la flamme: par exemple, le verre de borax, avec une légère addition de manganèse, est coloré en violet-bleu, tant qu'on le tient dans la partie oxydante de la flamme, et il perd cette couleur quand on le fait passer dans la partie réductive.

On observe si le minéral a la faculté de se réduire, ou s'il ne l'a pas: sa réduction peut être complète, c'est-à-dire, que toutes ses parties sont réduites; ou incomplète, quand elle n'a lieu que pour quelques parties; comme dans la mine rouge de cuivre traitée avec le borax.

On observe s'il y a détonation dans la combustion des corps inflammables, et si elle est vive et forte, ou si elle est faible comme dans le kohle blende et la houille traitée avec le nitre.

Les produits des essais peuvent être :

1°. Un *verre*, c'est-à-dire, un corps transparent ou du moins translucide, avec une surface lisse, une cassure conchoïde et un éclat vitreux. On observe s'il est *compacte*, ou *bulleux*, ou *écumeux*, comme dans l'obsidienne et le pechstein; s'il est net et *transparent*, s'il a des *nuages* ou des places peu transparentes, s'il est *coloré* ou *incolore*.

2°. Un *émail*, c'est-à-dire, un corps opaque à cassure conchoïde, surface lisse, éclat vitreux, qui souvent se rapproche de l'éclat de la cire. On observe s'il est compacte comme celui que

donne le gypse, s'il est bulleux, ou écumeux, comme celui de la mésotype; s'il est sans couleur, comme celui du gypse, de la mésotype, de la stilbite, etc. ou s'il est coloré comme l'émail verdâtre que donne le jade néphrétique.

3°. Une *scorie*, c'est-à-dire, un corps ordinairement opaque ou tout au plus translucide, à surface criblée de trous: on observe si elle est compacte, bulleuse ou écumeuse; on observe son éclat qui est ou mat, ou vitreux, ou métallique; sa couleur qui est ou noire ou brune, etc. On observe si elle est attirable à l'aimant, comme celle de la chlorite, de quelques micas, etc. ou si elle n'est point attirable.

4°. Une *fritte*, c'est-à-dire, un corps dont la cassure offre des parties vitreuses, et d'autres non vitreuses: on observe la couleur de la fritte.

5°. Un *régule*, c'est-à-dire, un globule métallique.

6°. Une *ochre*, ou substance terreuse, contenant un oxyde métallique: on observe sa couleur.

7°. Un *koack*, résidu charbonneux et bulleux de la houille, ayant assez de consistance après la combustion de sa partie bitumineuse.

8°. Un *charbon*, substance noire, légère, friable, ayant quelque éclat, composé d'hydrogène et de carbone oxydulé.

9°. De la *cen dre*, matière terreuse, pulvérulente, alcaline, contenant des molécules d'oxydes métalliques; c'est le résidu de la combustion de divers corps; sa couleur est grise ou blanche, ou jaune, ou rougeâtre.

10°. Des *fleurs* (*beschlag*), dépôt pulvérulent très-fin, produit par la volatilisation de certaines substances, et qui s'attache au support même ou à quelque corps froid placé au-dessus. Cette matière déposée est tantôt une suie comme dans la combustion de la houille, tantôt du soufre, tantôt un oxyde métallique: ce dernier est de diverses couleurs; celui de l'arsenic et de l'antimoine est blanc, celui du plomb est jaune. La couleur est permanente comme dans les fleurs d'antimoine, ou variable suivant la température qu'éprouve l'oxyde, comme on le voit dans l'oxyde de bismuth, qui est jaune aussi long-tems qu'il est exposé à la flamme du chalumeau, et qui devient blanc dès qu'il se refroidit.

Enfin, l'on observe les changemens qui arrivent aux produits des expériences, quelque tems après qu'elles sont terminées, comme dans l'émail produit par la fusion de la baryte, qui se délite en petits fragmens, quelques heures après l'expérience.