

FIN DU MÉMOIRE

SUR L'OPACIFICATION DES CORPS VITREUX;

PAR M. FOURMY.

OPACIFICATION

de la seconde espèce.

CETTE espèce d'opacification que les expériences précédentes ne nous ont montré que dans le verre à bouteilles ordinaire, diffère de celle dont nous avons déjà parlé, en ce qu'elle est uniformément répandue dans toute la masse; et qu'elle n'affecte point les formes cristallines qu'on remarque dans les verres à bouteilles et à vitres opacifiés, et à l'état solide.

57. J'ai observé depuis long-tems, que certains minéraux vitrescibles qui ne sont pas regardés comme dus aux volcans, étant fondus dans les fours à porcelaine, y contractent une texture plus ou moins rapprochée de celle qu'ils avaient avant la fusion (1). Mais n'ayant pas eu occasion de les retirer avant le refroidissement complet, je n'ai pas été à portée de faire sur ces substances la remarque que *sir James-Hall* a faite sur les laves et les basaltes (2), de laquelle il résulte que ces minéraux conservent l'apparence vitreuse lorsqu'on les retire brusquement de la fusion; au lieu qu'ils prennent une apparence terreuse lorsqu'on les laisse re-

(1) J'en ai fait mention dans mon *Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux*, page 9.

(2) *Biblioth. Britan.*, tom. 10, pag. 65 et 66.

froidir lentement, ou même lorsqu'on les retire brusquement après que la température a perdu un peu de son élévation (1).

58. Les expériences précédentes, spécialement la 20^e, ont fait voir que des différens verres que j'ai fondus et refondus à plusieurs reprises, le verre à bouteilles ordinaire est le seul dont la transparence reste constamment altérée après une fusion suivie de refroidissement lent, et qu'il conserve cette transparence quand il a été refroidi subitement. Il existe donc entre ce verre, les substances traitées par *sir James-Hall* et les verres produits par certains minéraux qui ne passent pas pour volcaniques, cette analogie, que tous sont susceptibles de l'opacification de la seconde espèce. Or, comme plusieurs laves et plusieurs autres substances dues aux volcans n'en sont pas susceptibles, on voit que l'observation de *sir James-Hall* ne porte ni généralement sur tous les produits volcaniques, ni exclusivement sur ces seuls produits.

59. Mais parmi les minéraux vitrescibles, non-seulement tous ceux d'un même genre, mais encore tous ceux d'une même espèce, ne sont pas soumis à la seconde espèce d'opacification. Si donc, il en est ainsi des substances volcaniques, et si le verre à bouteilles ordinaire est le seul des six verres que j'ai traités qui ait paru sujet à cette espèce d'altération (2), n'est-il pas naturel de conjecturer que les différences offertes à cet égard par des substances

(1) *Biblioth. Britan.*, tom. 10, pag. 65 et 66.

(2) Cet effet a lieu en grand comme en petit.

aussi analogues, sont dues à quelques différences entre leurs compositions chimiques ?

60. Entre autres minéraux soumis à la seconde espèce d'opacification, j'ai traité assez en grand des galets volcaniques de l'île Bonaparte (1), et des roches amphiboliques du Morbihan. J'ai observé que ces minéraux donnaient des produits très-glacés lorsque je les associais à des pâtes avec lesquelles ils se trouvaient dans un rapport convenable à la vitrification, et que quand par défaut d'harmonie avec les pâtes, ils ne prenaient pas d'eux-mêmes un glacé suffisant, je le leur faisais prendre, soit en leur appliquant une plus haute température, soit en y ajoutant une substance terreuse propre à remédier au vice de proportion qui causait le manque de fusibilité. La même chose m'est toujours arrivée dans l'emploi des marnes du Jura, ou des environs de Paris, dont la dernière, comme on l'a vu (25^e exp.), n'est pas susceptible de la seconde espèce d'opacification.

61. J'ai eu plusieurs occasions d'observer que les minéraux volcaniques ou non, dont les produits conservent l'aspect vitreux après la fusion, nonobstant la lenteur du refroidissement, sont plus fusibles que ceux des mêmes minéraux qui perdent cet aspect; et *sir James-Hall* a remarqué (2) que les basaltes qui affectent l'apparence terreuse, sont plus réfractaires que les laves qui ne l'affectent pas.

(1) Ci-devant île Bourbon, et depuis île de la Réunion.

(2) Mémoire précité, page 68 : « Les basaltes sont en général plus réfractaires que les laves ».

62. Enfin, on a vu (44) que, des différens corps vitreux que j'ai traités avec le verre à bouteilles, aucun n'a exigé une température aussi élevée pour revenir à l'état vitreux, après avoir passé par l'opacification de la première espèce.

63. Ces diverses notions, jointes à d'autres, puisées dans des travaux étrangers à l'objet des recherches actuelles, me portaient naturellement à supposer que l'aspect pierreux qui se manifeste dans certains corps vitreux, après la fusion suivie d'un refroidissement lent, pouvait tenir à ce que la vitrification n'en est pas portée au dernier point; soit parce que la composition n'en est pas assez vitrescible, soit parce que la vitrescibilité n'en est pas assez développée par la température; de sorte que, dans les verres à bouteilles ordinaires, par exemple, une portion des principes constituans qui excède la proportion convenable, n'est tenue en dissolution que par la température dont l'élévation a suppléé au défaut de vitrescibilité du mixte.

64. Quand on arrête brusquement l'action du calorique, le verre reste dans l'état où l'avait porté la haute température (1). Mais, si au-

(1) Un phénomène analogue se passe dans la fabrication des porcelaines colorées en brun par le fer. J'ai fait remarquer (*Essai sur les Corps vitreux, etc.* 46) que les variations qu'on observe dans les nuances de ces verres n'ont pas lieu dans l'intérieur qui est toujours noir. Or, ces variations sont dues à l'abaissement de la température, qui opère sur les molécules métalliques fixées à la surface, une oxydation, conséquemment une coloration différente que dans l'intérieur; et si au lieu de laisser les pièces exposées à cet abaissement, on les tire du four à l'état d'incandescence, on les trouve noires au dehors comme au dedans.

lieu de brusquer, on gradue le refroidissement, les substances dont la dissolution n'était due qu'à l'action du calorique se précipitent, et le verre perd sa transparence (1) : effet qui ne doit plus avoir lieu quand la température a été assez élevée, et assez long-tems soutenue pour suppléer complètement au défaut de vitrescibilité; parce qu'alors la vitrification est aussi parfaite que dans le cas où la température étant plus basse, la vitrescibilité se trouve au degré convenable. Ainsi, le même verre à bouteilles qui est susceptible de la seconde espèce d'opacification, lorsqu'il n'a été fondu qu'à la température strictement nécessaire à cette opération, ne doit plus en être susceptible lorsqu'il a subi une température capable de suppléer à ce qui lui manque de fusibilité.

Ces diverses suppositions me semblaient susceptibles d'être prouvées, soit par une augmentation, soit par une diminution des causes auxquelles j'attribuais le phénomène; c'est-à-dire, qu'en augmentant ou en diminuant les causes de la vitrification, l'effet devrait varier proportionnellement : c'est ce que j'ai entrepris de constater.

65. Mon premier objet était de reconnaître l'influence du changement de température sur

(1) En admettant qu'à une température très-inférieure à celle de la fusion, le verre noir ordinaire pût conserver la ductilité nécessaire à sa manipulation, les bouteilles qui en seraient faites n'auraient point la transparence que leur donne le refroidissement subit et qu'elles perdent avec facilité, lorsqu'en les repassant, ou trop souvent ou trop long-tems, au feu, l'ouvrier ralentit la marche du refroidissement.

les produits volcaniques; mais n'ayant point à ma disposition ceux sur lesquels a opéré *sir James-Hall*, j'ai cherché à les remplacer par d'autres qui leur fussent analogue. En conséquence, je me suis procuré six variétés de produits volcaniques, parmi lesquels j'espérais qu'il pourrait s'en trouver de susceptibles de la seconde espèce d'opacification.

Je pensais bien qu'une température d'environ 55° ne pourrait opérer la fusion de ces substances; mais considérant que c'était celle qu'à employée *sir James-Hall*, j'ai cru devoir commencer par m'en rapprocher, sauf à n'en obtenir que quelques indices sur les dispositions de chaque substance à entrer en fusion. J'ai donc exposé au four du Val-sous-Meudon (place D. 14° exp.), six creusets contenant, 1°. obsidienne de Vulcano, dont la texture était un peu rude; 2°. autre obsidienne des îles de Lipari, d'une texture serrée et parfaitement lisse; 3°. Rapillo de Thiesac (Puy-de-Dôme); 4°. scorie de Graveneire (*idem*); 5°. basalte de Jussat (*idem*); 6°. lave moderne de Royat (*idem*): ces substances ne furent point pilées, mais seulement concassées.

29°. *Expérience. Environ 60°.*

N°. 1. Obsidienne de Vulcano. { Masse très-bulleuse et légère; couleur marron à l'extérieur (1); noir tirant au gris à l'intérieur; fusion commencée.

(1) Cette couleur se montre dans tous les mixtes vitrescibles dans lesquels la quantité d'oxyde de fer, celle du fondant et la température, sont dans un certain rapport; c'est sur la connaissance de ce rapport qu'est fondé l'art de colorer les corps vitreux en brun. (*Voyez mon Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux*).

Suite de la 29^e. Expérience. Environ 60°.

- N^o. 2. Autre des îles de Lipari. } Peu ou point de différence.
 N^o. 3. Rapillo de Thiesac. . . } Fragmens non agglomérés parmi
 } lesquels se trouvent des cristaux
 } intacts de pyroxène.
 N^o. 4. Scorie de Graveneire. . } Fusion commencée; fragmens adhé-
 } rens aux parois du creuset et sur-
 } tout au fond où il en avait coulé
 } une petite partie.
 N^o. 5. Basalte de Jussat. . . } Fragmens soudés ensemble par
 } une petite portion de la surface
 } qui était entrée en fusion.
 N^o. 6. Lave moderne de Royat. } Fusion plus avancée que dans les
 } nos. 3, 4 et 5; culot près d'être
 } affaissé complètement et d'attein-
 } dre un parfait niveau.

66. Ces résultats n'offraient rien de concluant; la température de 60 degrés n'ayant pas, selon mon attente, été portée assez haut pour opérer la fusion. Pour en obtenir une plus complète, j'ai mis au haut du four à porcelaine de la Manufacture impériale de Sèvres, où la température atteint ordinairement 126 degrés, les mêmes substances que dans l'expérience précédente, et j'y ai ajouté d'autres minéraux vitrescibles, et non volcaniques; trois laitiers, et deux variétés de verre à bouteilles (1).

(1) Les substances volcaniques m'ont été fournies, savoir: le n^o. 1, par M. Faujas; les nos. 2, 7 et 8, par M. de Drée; et les nos. 3, 4, 5 et 6, par M. Desmarests fils.

30^e. Expérience. Environ 126°.

- N^o. 1. Obsidienne de Vulcano. } Beau verre noir (1) contenant un
 } petit nombre de bulles de dimen-
 } sions inégales et dont quelques-
 } unes sont très-grosses.
 N^o. 2. Autre de Lipari. . . . } Peu ou point de différence.
 N^o. 3. Rapillo de Thiesac. . . } Masse noire dont la partie supé-
 } rieure est sèche et terreuse, et
 } dont la partie inférieure est très-
 } vitreuse.
 N^o. 4. Scorie de Graveneire. . } Masse noire fragile, dont partie
 } offre une cassure sèche; l'autre
 } partie, une cassure lisse, mais non
 } luisante.
 N^o. 5. Basalte de Jussat. . . . } Masse vitreuse dont la cassure est
 } sèche et terne, la couleur d'un
 } noir tirant au vert cul-de-bou-
 } teille.
 N^o. 6. Lave moderne de Royat. } Masse noire, dont une portion est
 } sèche, l'autre très-vitreuse; cette
 } masse ne fait qu'une partie du con-
 } tenu du creuset, l'autre partie
 } s'étant perdue par infiltration.
 N^o. 7. Roche amphibolique des } Masse dont la couleur et la fracture
 } Pyrénées. } se rapprochent de celles de l'am-
 } phibole; une partie de quartz est
 } remontée vers la surface sans être
 } altérée.
 N^o. 8. Cornéenne variolite du } Masse noire, dont la partie supé-
 } Drac. } rieure est sèche et terreuse, l'infé-
 } rieure vitreuse, mais non luisante.
 N^o. 9. Marne verte des environs } Verre noir d'une texture aigre et
 } de Paris. } sèche, un peu bulleux, appro-
 } chant de la première obsidienne
 } ci-dessus, n^o. 1.
 N^o. 10. Marne grise du Jura. . } Verre noir d'une texture très-ser-
 } rée, d'une cassure lisse et luisante
 } approchant de la seconde obsi-
 } dienne ci-dessus, n^o. 2.
 N^o. 11. Laitier de haut fourneau } Verre semblable à celui des bou-
 } du Jura (2). } teilles.

(1) Le noir est la couleur qu'affecte le fer admis dans les corps lorsqu'il est garanti du contact de l'air extérieur par une grande quantité de fondant. (*Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux*).

(2) Trois morceaux de ce laitier que j'ai opacifiés depuis, dans des circonstances et à des températures différentes, offrent une ressemblance singulière avec certaines laves; à

Suite de la 30^e. Expérience. Environ 126°.

- | | | |
|---|---|---|
| N ^o . 12. Autre, de l'Administra-
tion des Mines. | } | Verre olivâtre opaque au pourtour,
et plus opaque au centre du creu-
set. |
| N ^o . 13. Autre, de M. Hassen-
fratz. | | |
| N ^o . 14. Verre à bouteilles ordi-
naires. | } | Masse vitreuse très-opaque, es-
pèce d'émail gris-verdâtre avec
cristallites. |
| N ^o . 15. Autre, de la Charbon-
nière. | | |

67. Quoique les quatre substances volcani-
ques n^o. 3 à 6, la cornéenne et la marne verte,
n'eussent pas contracté l'aspect terreux que
présentait la roche amphibolique, comme les
cinq premières n'avaient pas acquis le véritable
caractère vitreux, et que la dernière en était
un peu éloignée, je ne doutais pas qu'elles y
parvinssent à une température plus élevée. Il
était de même très-probable que la roche am-
phibolique, et le verre à bouteilles ordinaires
s'en rapprocheraient plus ou moins. J'ai donc
cru devoir soumettre ces huit objets à la plus
haute température qu'on puisse obtenir dans
l'intérieur du four à porcelaine de la Manufac-
ture impériale de Sèvres, celle qui a lieu au
bas des files près des alandiers, et qui s'élève
à environ 145°.

la température de 5 à 10^d, j'ai obtenu une lave lithoïde
compacte avec quelques bulles charbonnées. Cette lave,
passée à la température de 70 à 80^d, m'a donné une lave
toute boursoufflée, et celle-ci repassée une seconde fois à
la même température, a produit une lave un peu plus
serrée et tirant moins au noir que la première obtenue
à la température de 5 à 10^d, mais peu différente.

31^e. Expérience.

- | | | | | |
|--|---|---|---|--|
| N ^o . 3. Rapillo. | } | Chacune de ces sept substances a
donné un verre noir à la surface
duquel le fer se montre à nu, et
plus ou moins voisin de l'état
d'oxyde noir (1). Cette petite dif-
férence dans l'aspect de la surface,
est la seule qui soit sensible entre
les produits. L'intérieur n'en offre
aucune; la marne verte est cepen-
dant un peu plus vitreuse et n'of-
fre point d'oxyde de fer à la sur-
face. | | |
| N ^o . 4. Scorie. | | | | |
| N ^o . 5. Basalte. | | | | |
| N ^o . 6. Lave moderne. | | | | |
| N ^o . 7. Roche amphibolique. | | | | |
| N ^o . 8. Cornéenne variolite. | | | | |
| N ^o . 9. Marne verte. | | | | |
| N ^o . 14. Verre à bouteilles ordi-
naires. | | | } | Masse dont le dessus a pris la tein-
te et la limpidité du verre à bou-
teilles, mais qui devient opaque
à une petite profondeur. |
| | | | | |

Ainsi, les substances volcaniques qui étaient
restées à l'état terreux, à la température de 60°
(30^e exp.), l'ont presque entièrement quitté à
celle de 126° (31^e exp.), et ce qui leur man-
quait de vitriosité, ainsi qu'à la roche amphi-
bolique et à la cornéenne variolite, a été com-
plété par la température de 145°. Le verre à
bouteilles ordinaires a fait des progrès vers la
limpidité, et s'il ne l'a pas totalement acquise,
on concevra sans peine, que quelques degrés
de plus dans la température l'y eussent amené.

68. Le four à porcelaine de la Manufacture
impériale m'en offrait bien une plus élevée, de
10 à 15, sous les arcadons des alandiers; mais

(1) Les mixtes vitrescibles dans lesquels le fer n'est pas
défendu par une grande quantité de fondant, donnent un
verre, ou un corps vitreux, dont la surface est ternie par
une couche plus ou moins épaisse de fer, qui se trouvant
à nu, a été attaqué par l'air atmosphérique, et a contracté,
par divers degrés d'oxydation, des nuances qui varient du
noir au marron. (*Essai sur les Corps vitreux colorés par
les métaux*).

je savais par expérience qu'il est extrêmement difficile d'en tirer parti. D'abord, parce que cette place est peu accessible, et que, pour plusieurs raisons inutiles à détailler ici, on ne peut y établir que de petits creusets; ensuite, parce que le coup de feu y étant moins régularisé que dans l'intérieur du four, les creusets y sont endommagés au point qu'il est très-rare qu'on y puisse obtenir des résultats satisfaisans. Néanmoins, j'ai hasardé plusieurs tentatives pour profiter de cette place, en y exposant du verre à bouteilles ordinaires en creusets doubles et bien armés.

32°. *Expérience à 155°. et au-delà.*

Je n'ai point obtenu de produits que je puisse citer, quoiqu'ils soient plus que suffisans pour moi. Je dirai cependant que lorsque j'ai retiré les creusets entiers, ce qui n'a pas toujours eu lieu, je les ai trouvés entièrement vides, quoiqu'ils fussent restés de bout; ce qui dénote que le verre avait acquis un degré de liquidité qui ne permet pas de supposer qu'il eût conservé la moindre opacité; surtout lorsqu'on réfléchit que le même verre dans l'expérience précédente avait repris sa limpidité dans le dessus du creuset, quoique la température fût inférieure, et que la fluidité n'eût pas été aussi grande, puisque le creuset n'avait pas été attaqué. Quoi qu'il en soit, les quatre dernières expériences font voir que tel corps vitreux qui sort plus ou moins opaque d'une certaine température, perd son opacité à une température supérieure.

69. Après avoir reconnu les effets de la variation de température, il me restait à constater ce que pourrait faire l'addition de substances propres à en augmenter ou à en diminuer la vitrescibilité.

Quant à l'augmenter avec des fondans salins ou plombeux, rien n'était plus facile; mais désirant me rapprocher, autant que possible, de la composition des verres volcaniques, qui n'admettent que de petites quantités d'alkali (1), j'ai cru devoir m'en tenir aux substances terreuses, tant pour attendrir que pour durcir les composés alkalins ou purement terreux, que j'ai pris pour bases. En conséquence, j'ai pris du verre à vitres, qui, dans son état ordinaire, n'est pas susceptible de la seconde espèce d'opacification, et j'y ai ajouté, en différentes proportions, du sulfate de chaux, persuadé que cette addition le rendrait moins fusible. J'ai pris également du verre à bouteilles ordinaires, auquel j'ai de même ajouté du sulfate de chaux pour le rendre plus fusible; enfin, j'ai pris de la marne verte des environs de Paris, à laquelle j'ai joins, savoir: du sulfate de chaux, pour en

(1) On trouve dans *Spallanzani* les analyses de neuf variétés de ponces; aucune ne fait mention d'alkali; il en est ainsi de plusieurs autres analyses du même minéral, qui nous ont été fournies par différens auteurs.

Klaproth a annoncé avoir trouvé dans une variété 3 pour 100 de soude et de potasse; le docteur Kennedy (*Biblioth. Brit.*, tom. 10.) en a trouvé à peu près la même quantité.

Je n'ai jamais fait fondre de ponce du commerce sans qu'il ne s'en soit exhalé une forte odeur muriatique au moment de la rupture du creuset.

augmenter la fusibilité; du sable quartzeux (1) et de l'argile (2), pour la diminuer.

Excepté le sable qui était naturellement plus divisé que je ne l'aurais voulu, toutes ces substances ont été grossièrement pilées chacune séparément, et passées par un tamis de crin peu serré: les mélanges ont été exposés à trois températures différentes dans le four de la Manufacture impériale de porcelaine.

33^e. Expérience.

A 116°.	N ^o . 1.	Verre à vitres. 1 ^{pa} .	Sulfate de chaux. 2	Masse dont une petite portion est devenue à l'état vitreux, mais opaque et laiteux; l'autre portion réduite en cristallites très-blanches.
A 126°.	N ^o . 2.	Verre à vitres. 3	Sulfate de chaux. 1	Masse dans laquelle les cristallites sont moins nombreuses.
A 126°.	N ^o . 3.	Verre à vitres. 2	Sulfate de chaux. 1	Masse dans laquelle les cristallites sont encore abondantes, mais dont la portion vitreuse est encore moins opaque que dans le n ^o . 7.
A 126°.	N ^o . 4.	Verre à vitres. 3	Sulfate de chaux. 1	Masse dans laquelle les cristallites ont disparu, mais dont la portion vitreuse est encore très-opaque.
A 126°.	N ^o . 5.	Verre à bouteilles. 14	Sulfate de chaux. 1	Masse blanchâtre complètement opaque avec cristallites.
A 126°.	N ^o . 6.	Verre à bouteilles. 16	Sulfate de chaux. 1	<i>Idem.</i>
A 126°.	N ^o . 7.	Verre à bouteilles. 20	Sulfate de chaux. 1	<i>Idem.</i>
A 126°.	N ^o . 8.	Marne verte. 5	Sulfate de chaux. 1	Beau verre noir complètement limpide, semblable à l'obsidienne des îles de Lipari.
A 126°.	N ^o . 9.	Marne verte. 5	Sable quartzeux. 1	Corps vitreux aigre, sec, bulleux, tirant à l'état pierreux.
A 126°.	N ^o . 10.	Marne verte. 5	Argile. 1	Un peu plus près de l'état vitreux.

(1) De la butte de Picardie, près Versailles.

(2) D'Abondant, près Dreux.

Suite de la 33^e. Expérience.

A 126°.	N ^o . 11.	Verre à vitres. 2 ^{pa} .	Sulfate de chaux. 1	Masse dans laquelle les cristallites sont plus rares, et la portion vitreuse moins opaque que dans le n ^o . 3.
A 126°.	N ^o . 12.	Verre à vitres. 3	Sulfate de chaux. 1	Masse dans laquelle les cristallites ont disparu, et dont la portion vitreuse est beaucoup moins opaque que dans le n ^o . 4.

Nota. Ces deux derniers résultats, ainsi que les quatre premiers, ne diffèrent de ceux que donne le verre à bouteilles ordinaires, qu'en ce qu'ils sont plus blancs.

Ainsi le verre à vitres qui, après avoir subi l'opacification de la première espèce, revient à l'état vitreux dès qu'on lui applique une température convenable, perd cette faculté lorsqu'on le rend moins fusible par l'intervention de certaines substances, et devient aussi susceptible de l'opacification de la 2^e espèce que le verre à bouteilles ordinaires: la marne verte qui, à la température de 126° (31^e expérience) manquait d'un certain degré de vitrosité, l'a complètement acquis, soit à la même température à l'aide du sulfate de chaux, soit seule à 145°. Le quartz a produit l'effet inverse du sulfate de chaux; l'argile en a produit un moindre; mais partout le fondant a suppléé à la température où celle-ci a suppléé au fondant. L'expérience suivante fera voir que le concours des deux produit encore plus d'effet.

70. Persuadé que si le verre à bouteilles ordinaires avait resté, étant seul, à la température de 145° (32^e expérience), et à celle de 126°, étant mêlé avec le sulfate de chaux (expérience précédente), c'était parce que chacun de ces deux moyens séparés étaient insuffisants. Je les

ai réunis : j'ai mis au bas du four près des alandiers, trois creusets contenant des mélanges semblables à ceux que j'avais mis dans l'expérience précédente, sous les n^{os}. 5, 6 et 7.

34^e. *Expérience à 145°.*

N ^o . 5.	{ Verre à bouteilles. 14 ^{pa} .	{ Retour à l'état limpide. Cependant quelques petits restes encore incomplètement revenus.
	{ Sulfate de chaux. 1	
N ^o . 6.	{ Verre à bouteilles. 16	{ Peu ou point de différence en moins de limpidité.
	{ Sulfate de chaux. 1	
N ^o . 7.	{ Verre à bouteilles. 20	{ Encore un peu moins de limpidité.
	{ Sulfate de chaux. 1	

Aidé du sulfate de chaux, le verre à bouteilles ordinaires a fait plus de chemin vers la limpidité à la température de 145° qu'il n'en avait fait, à la même température, sans ce sulfate, et à celle de 126° avec ce sulfate : il suit donc de cette expérience, ainsi que de la précédente, que l'état vitreux ou pierreux qui s'observent dans les corps vitreux, tiennent autant à la composition chimique qu'à la température.

71. A une température donnée, un corps vitreux peut s'éloigner plus ou moins de l'état de verre parfait, ou parce que la composition chimique en est peu vitrescible par elle-même, ou parce qu'elle est modifiée par l'intervention de substances étrangères propres à en altérer la vitrescibilité. Si le défaut de vitrescibilité est considérable, celui de vitrosité se manifestera de quelque façon que s'opère le refroidissement ; c'est ce qui arrive dans les porcelaines, dans les frites, et autres composés analogues. Mais si le défaut de vitrescibilité est faible, celui de vitrosité ne se manifestera que dans le cas où la gradation du refroidissement permettra la précipitation des substances imparfaitement

dissoutes : tel est le cas des verres à bouteilles (1) et de ceux qu'on obtient par la fusion de certains minéraux, volcaniques ou non, lorsqu'ils n'ont subi que la température strictement nécessaire à cette fusion.

72. J'avais encore à éclaircir si les verres résultant des substances dues aux volcans, ou celles de ces substances qu'on rencontre à l'état vitreux, sont susceptibles de la première espèce d'opacification : dans cette vue, j'ai pris trois produits volcaniques, et quatre verres provenant de la fusion de produits volcaniques ; ils ont été placés dans le globe d'un four de la Manufacture impériale de porcelaine (place E).

35^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante, 25°.*

N ^o . 1. Résinite du Cantal (2).	{ Aspect moins lisse et moins vitreux qu'avant l'opération ; couleur noisette, rembrunie dans la masse où se trouvent disséminés des cristaux de feldspath peu altérés.
N ^o . 2. Obsidienne de Vulcano.	{ Texture commençant à devenir bulleuse ; couleur moins noire au dedans qu'avant l'opération, tirant au brun au dehors ; diminution sensible de poids.
N ^o . 3. ——— de Lipari. . .	{ Pellicule grise et terreuse à la surface ; couleur moins noire au dedans qu'avant l'opération ; texture bulleuse ; diminution de poids.
N ^o . 4. Verre de la même. . .	{ Peu ou point altéré.
N ^o . 5. ——— de Rapillo. . .	{ Nulle altération dans la texture ; couleur changée du noir au violet dans l'intérieur, et brun-marron à l'extérieur.
N ^o . 6. ——— de scories. . .	{ <i>Idem.</i>
N ^o . 7. ——— de laves modernes. . .	{ <i>Idem.</i>

(1) Le verre à bouteilles de la Charbonnière, qui a présenté beaucoup plus de résistance à la première espèce d'opacification, est beaucoup plus fusible.

(2) Lave résinoïde de Dolomieu.

Pour constater en même tems si une température seulement ascendante, et brusquement arrêtée, agirait sur ces huit substances comme elle a fait sur celles qui ont figuré dans les premières expériences, je les ai exposées au four du Val-sous-Meudon, comme dans la vingt-cinquième expérience.

36°. Expérience. Température ascendante.

Six heures de grand feu, 30°.	N° 1. Rétinite du Cantal. . .	}	Extérieur glacé par le feu, intérieur encore vitreux, mais moins lisse qu'avant l'opération. Couleur tirant au roux; texture un peu bulleuse approchant de celle de la ponce. Couleur marron à l'extérieur, gris foncé au dedans; massé remplie de très-petites bulles et très légères. Nulle différence (1) d'avec la précédente. Aucun effet dans la texture; couleur légèrement irisée au dehors. Peu ou point de changement. Aspect terreux, gagnant du dehors au dedans, avec cristallites, encore lisse au centre. <i>Idem.</i>
	N° 2. Obsidienne de Vulcano. . .		
	N° 3. ——— de Lipari. . .		
	N° 4. Verre de la même. . .		
	N° 5. — de Rapillo. . .		
	N° 6. — de scories. . .		
	N° 7. — de laves modernes. . .		

(1) Depuis que ce Mémoire a été lu à l'Institut, j'ai vu dans le riche et savant cabinet de M. de Drée, quatre minéraux qui coïncident avec ces produits, savoir: une variété de rétinite et deux variétés de laves des monts Enganéens; une variété de lave du Mexique.

Une des deux laves des monts Enganéens ressemble au résultat n°. 1 de la 36° expérience, et l'autre au n°. 1 de la 37°. Ce qui dénote que l'une et l'autre ont été à l'état de rétinite, d'où elles sont venues à celui de laves par l'action de deux températures différentes, ou de la même température pendant deux durées différentes.

La lave du Mexique est divisée en deux zones, dont la plus mince est à l'état d'obsidienne, et la plus épaisse à l'état d'une ponce absolument semblable aux résultats n°. 2 et n°. 3

Suite de la 36°. Expérience. Température ascendante.

Neuf heures de grand feu, 48°.	N° 1. Rétinite du Cantal. . .	}	Extérieur glacé par le feu, intérieur encore vitreux, mais moins lisse qu'avant l'opération; tendance à l'état bulleux de la ponce; couleur blanchâtre; feldspath intact (1). Couleur maron à l'extérieur; gris presque noir au dedans; bulles agrandies; diminution sensible de poids; commencement de fusion. <i>Idem.</i> Peu ou point d'altération dans la texture; couleur cuivrée très-vive à l'extérieur. Peu ou point d'altération dans la texture; couleur changée du noir au gris foncé. Aspect terreux dans toute la masse qui a cristallisée; commencement de fusion. Aspect terreux avec cristallites dans toute la masse.
	N° 2. Obsidienne de Vulcano. . .		
	N° 3. ——— de Lipari. . .		
	N° 4. Verre de la même. . .		
	N° 5. — de Rapillo. . .		
	N° 6. — de scories. . .		
	N° 7. — de laves modernes. . .		

Les trois substances volcaniques, non vitrifiées postérieurement (n°. 1, 2 et 3), ont été altérées par la température simplement ascendante comme par la descendante; les quatre verres provenant de substances volcaniques n'ont éprouvé aucune, ou presque aucune, altération à la température descendante de 25°; et, de ces quatre, deux seulement (n°. 6 et 7), ont con-

de la 37° expérience; d'où il paraît que tout le morceau a été à l'état d'obsidienne, et qu'une partie ayant été affectée par une basse température subséquemment appliquée, a passé à l'état de ponce. On sait qu'il se trouve en plusieurs endroits des laves mi-parties de ponce et d'obsidienne.

(1) Ce produit, quoique plus blanc que les deux précédens de la même substance, ne leur fait pas moins suite comme lave qui résulte de la rétinite. Il se trouve des laves blanches aux monts Enganéens. (Dolomieu. *Mém. sur les îles Ponces*, note de la page 37).

tracté l'aspect terreux avec cristallites aux températures de 30°, et de 48°, pendant que deux autres (nos. 4 et 5) n'ont été que peu altérés, et dans la couleur seulement, quoique traités dans les mêmes circonstances. Nouvelle preuve que dans les verres volcaniques, ou provenant de substances volcaniques, comme dans les autres verres, l'opacification de la première espèce est soumise à des causes variables qui ne sont pas encore connues.

73. Les expériences de *sir James-Hall* ont fait voir que l'opacification de la seconde espèce n'est pas nécessairement l'effet d'un refroidissement lent, puisqu'un simple abaissement de la température, suivi d'un refroidissement rapide, suffit pour la produire. Les expériences rapportées dans la première partie de ce Mémoire, ont également démontré que l'opacification de la première espèce n'est pas due à la lenteur du refroidissement considérée en elle-même, mais seulement à l'action d'une basse température : il existe donc entre les deux espèces d'opacification, ce rapprochement bien prononcé, qu'elles reconnaissent une seule et même cause, l'action d'une basse température. Mais il reste entre elles une différence tranchante ; c'est que, l'une présente, avec cette cause, une liaison qui ne paraît pas dans l'autre : en effet, l'action d'une basse température n'opère l'opacification de la deuxième espèce, que sur les corps vitreux qui, soit par défaut de vitrescibilité, soit par une trop faible action du calorique, n'ont pas atteint une vitrification parfaite ; mais rien ne démontre, d'une manière satisfaisante, ce qui détermine l'action de cette cause

cause dans l'opacification de la première espèce.

74. Il ne serait pas difficile de tirer des faits qui précèdent quelques moyens d'expliquer les différences que l'œil nous présente entre certaines substances vitrescibles qui ont ou n'ont pas acquis le caractère vitreux, ou qui, après l'avoir acquis, l'ont ou ne l'ont pas conservé, et qui, plus ou moins différentes aujourd'hui les unes des autres, ont pu, dans des tems antérieurs, être ou identiques ou semblables.

En effet, si d'un côté les produits de certains mixtes, après avoir été portés à l'état vitreux, le conservent quand on supprime brusquement l'action du calorique qui a opéré leur fusion pendant qu'ils contractent une apparence *pierreuse*, lorsqu'on les tient pendant quelque tems à une température inférieure (ce qui constitue la seconde espèce d'opacification) ; d'un autre côté, certains corps, doués d'une apparence très-vitreuse, en prennent une plus ou moins *pierreuse* lorsqu'on les passe, à l'état solide, par une basse température. L'apparence *pierreuse* peut donc être causée par l'une comme par l'autre espèce d'opacification.

75. A la vérité, il est difficile qu'il ne se trouve pas quelques différences entre les effets de l'un ou l'autre mode d'opacification. Mais ces différences ne sont pas tellement prononcées, elles ne sont pas tellement affectées au mode qui les a produites, qu'on puisse toujours reconnaître auquel des deux elles sont dues ; surtout lorsqu'il s'y mêle quelqu'une des nombreuses modifications résultantes, soit des

divers degrés, soit des différentes durées de l'action des températures.

76. Quoi qu'il en soit, la différence apparente qui distingue les laves des basaltes, et que *sir James-Hall* fait consister en ce que les premières n'ont pas refroidi de la même manière que les seconds, ne pourrait-elle pas être attribuée avec autant, et plus de fondement, à la diversité de leurs compositions chimiques, puisque de l'aveu de cet observateur, la lave est plus fusible que le basalte (1) ? Elle a dû, par cela seul, conserver le caractère vitreux qui a disparu dans celui-ci.

77. Pourquoi même n'irait-on pas plus loin, en disant que tel produit volcanique, qui nous présente aujourd'hui un aspect plus ou moins terreux, a pu être rejeté par le volcan, dans un état plus ou moins vitreux, et ne doit l'état où nous le voyons aujourd'hui qu'à l'action d'une basse température qu'il aurait postérieurement subie pendant un certain tems ? Explication qui ne s'éloignerait de celle de *sir James-Hall*, qu'en ce que la basse température serait substituée au refroidissement lent.

78. Réduit à profiter des différens fours usités dans les arts, j'ai été forcé de borner mes expériences aux degrés de chaleur usités dans ces fours, ce qui ne m'a pas permis de varier les températures autant que j'aurais dé-

(1) M. de Drée considère le basalte (lave lithoïde) comme ayant été liquéfié par la simple action du calorique au point de pouvoir couler, mais comme n'ayant subi aucune altération ni dans l'essence, ni dans la disposition de ses parties constituantes.

siré. Cependant, par le peu que j'ai pu faire, il m'a paru que les variations dans les composés céramiques, ainsi que dans l'élévation et dans la durée des températures, expliquent, encore mieux que tout autre système, ce qu'il est possible d'expliquer des phénomènes volcaniques, c'est-à-dire, ceux qui ne supposent pas plusieurs actions de calorique.

79. En effet, une basse température venant à affecter un minéral *neuf*, s'il est permis de s'exprimer ainsi, n'opère d'autres effets que d'affaiblir l'aggrégation des molécules, en laissant au minéral le tout, ou une grande partie de sa physionomie primitive. Une plus haute température amène des changemens plus sensibles, mais qui laissent toujours apercevoir quelques traces de l'origine (1); enfin, une température très-élevée amène la vitrification qui réduit tout en laves vitreuses; autant d'altérations variées, à l'infini, par la composition chimique des substances qui les ont éprouvées.

80. Dans cet ordre assez simple des modifications que peuvent recevoir des minéraux soumis pour la première fois à l'action des volcans, on voit à quoi se réduisent les moyens de reconnaissances. Mais la marche des métamorphoses que peuvent subir des substances exposées plusieurs fois à cette action, échappe

(1) J'ai eu souvent occasion d'observer ces faits dans les produits d'un four à chaux. Il se glissait parmi les pierres calcaires des galets granitiques, schisteux, etc., qui fournissaient des laves d'une origine plus ou moins facile à reconnaître, selon qu'elles étaient plus ou moins éloignées de l'état vitreux.

nécessairement à toutes conjectures. Après plusieurs comme après une seule modification, les substances volcaniques sont toujours susceptibles de revenir à l'état vitreux. De cet état, elles peuvent revenir à celui de laves lithoïdes, de ponces, de pouzolanes, etc. (1). Et non-seulement elles peuvent y arriver par l'effet d'une basse température; mais on ne voit pas pourquoi elles n'y viendraient pas par un moyen diamétralement opposé, c'est-à-dire, *par un refroidissement subit, succédant à une haute température* (2). Rien ne nous offre donc les moyens de juger; ni quelles modifications, ni combien de modifications a pu subir une substance volcanique quelconque, avant d'atteindre l'état où nous la voyons.

81. Mais je m'arrête, quand les moindres variations, soit dans la composition chimique des substances, soit dans le mode, l'élévation ou la durée de l'action de la température qu'on leur a fait subir, suffisent pour opérer des différences importantes dans les résultats de nos opérations; quand la même substance traitée *par l'art* de différentes manières, peut offrir des produits différens; quand enfin, des substances différentes traitées *par l'art* de cer-

(1) Certaines ponces soumises à une basse température se changent en pouzolanes.

(2) Pendant qu'une température très-basse, suivie de refroidissement lent, a converti (37 et 38^e expériences) des obsidiennes en ponces, les ouvriers des forges font une espèce de ponce très-blanche, très-légère et très-friable en jetant de l'eau froide sur un laitier incandescent, sur le même laitier qui m'a fourni les laves lithoïdes plus ou moins compactes.

taines manières peuvent offrir des produits semblables, quels raisonnemens pouvons-nous asseoir sur les procédés qu'a pu employer la nature, dont les moyens d'exécution sont sans doute aussi variés qu'ils sont supérieurs aux nôtres?

Conclusions.

De tout ce qui précède, il résulte :

1°. Que l'opacification ne paraît pas dénaturer le verre, puisqu'une fusion subséquente le rétablit dans son premier état.

2°. Que celle qui s'opère dans le verre à l'état solide (celle de la première espèce) diffère essentiellement de celle qui s'y montre après la liquéfaction (celle de la deuxième espèce).

3°. Que les deux espèces reconnaissent pour cause générale *une basse température*.

4°. Que les circonstances qui règlent l'influence de la cause générale, sur l'opacification de la première espèce, ne sont pas connues.

5°. Que l'influence de la cause générale sur l'opacification de la deuxième espèce est réglée par la composition chimique du corps vitreux.

6°. Que la présence des cristallites dans le verre limpide ne prouve point l'aptitude du verre à la cristallisation.

7°. Enfin que, sous le rapport de l'opacification, les verres volcaniques ne diffèrent point de ceux qui sont produits, ou modifiés, par l'art.

On ne saurait douter que la composition chimique influe sur la première espèce d'opacification, comme sur la seconde, lorsqu'on voit que non-seulement des espèces différentes, mais même des pièces différentes dans les

mêmes espèces, étant placées dans les mêmes circonstances, et soumises aux mêmes épreuves, offrent des différences dans les résultats. Mais il se peut que les variations qui ont eu lieu dans la composition chimique ne tiennent, ni à la nature seule, ni aux seuls principes constituans ; mais plutôt aux proportions qui, comme on sait, font tout dans les composés vitreux comme dans les composés céramiques. Or, on sent à quel point des recherches dont l'objet se réduit peut-être à de très petites différences dans les combinaisons, peuvent devenir longues, peut-être même absolument infructueuses, pour peu que ces combinaisons soient compliquées. On ne sera donc point surpris que je n'aie pas poussé celles-ci plus loin.

Cependant si elles laissent quelque chose à désirer en ce qui concerne l'opacification de la première espèce, j'ose me flatter qu'on trouvera qu'elles n'ont point été stériles sous plusieurs autres rapports, et pour me borner à ce qui intéresse immédiatement les arts de la verrerie et de la poterie, je ferai remarquer que ces recherches rendent raison de plusieurs faits connus dans les ateliers, mais dont les causes étaient ignorées ; par exemple, elles nous apprennent pourquoi les vernis de poterie, pourquoi les verres colorés que les arts emploient sans les modifier, pourquoi ceux qui s'appliquent, comme peinture, sur des excipients vitreux ; enfin, pourquoi tous les corps vitreux dont on exige de l'éclat, veulent être traités avec une célérité qui peut seule les préserver des altérations que pourrait y causer la basse température inséparable d'un refroidissement ou

d'un échauffement gradués. Elles nous apprennent aussi pourquoi les gresins de verres opacifiables durcissent les composés dans lesquels ils sont admis, et pourquoi ils opèrent cet effet avec plus d'énergie lorsqu'ils ont été calcinés, que lorsqu'ils ne l'ont pas été.

Enfin, elles viennent à l'appui de diverses prépositions que j'ai avancées dans mon *Essai sur les corps vitreux colorés par les métaux*, et que leur nouveauté avait fait regarder comme plus ou moins hasardées.

APPENDICE.

Les expériences que je viens d'exposer ne sont point les seules que j'aie entreprises pour éclaircir les questions traitées dans ce Mémoire ; mais je n'ai rapporté que celles qui m'ont paru conduire au but. Dans le nombre de celles qui m'ont offert des résultats plus ou moins étrangers, il s'en trouve une que je crois devoir placer ici, persuadé qu'elle ne sera pas sans intérêt pour les géologues.

J'ai exposé au four à porcelaine de Migette, dans une place où la température varie de 90° à 110°, deux creusets ; dans l'un, deux parties de verre à bouteilles ordinaires, et une partie de sulfate de chaux de salins (Jura) ; dans l'autre, trois parties du même verre, et une partie du même sulfate. Les deux substances ayant été pilées grossièrement, ont été mêlées autant qu'il était possible.

Dans chaque creuset, une portion de sulfate de chaux s'est combinée avec le verre à bouteilles, et il en est résulté une masse très-com-

pacte, roussâtre, opaque, contenant de petits cristaux peu caractérisés; l'autre portion s'est séparée, elle a gagné le dessus où elle a formé un lit épais de deux ou trois millimètres sur les bords du creuset, et de sept à huit millimètres vers le centre.

Ainsi réuni, le sulfate est de la plus grande blancheur; sa surface est d'un luisant nacré: il se divise en cristaux peu adhérens les uns aux autres, mais d'une forme régulière prononcée. M. Haüy a trouvé que cette forme n'est pas strictement celle des cristaux connus de sulfate de chaux, mais qu'elle ne s'en éloigne pas sensiblement. M. Chevreul, qui a fait l'analyse de ces cristaux, n'y a trouvé que du sulfate de chaux.

De retour à Paris, j'ai voulu réitérer cette expérience au four de la Manufacture impériale de porcelaine de Sèvres; mais la température y étant beaucoup plus élevée que celle à laquelle j'avois opéré, les résultats se sont trouvés trop voisins de l'état vitreux; je n'ai obtenu que des cristallites.

NOTE

Sur l'Allanite du Groënland

Par M. THOMAS THOMPSON.

Extraite des *Transactions* de la Société royale d'Edimbourg, et traduite de l'anglais par M. TONNELIER (1).

IL y a environ quatre ans qu'on amena à Leith un vaisseau pris sur les Danois; une petite collection de minéraux faisait partie des objets qui y étaient en charge. MM. Thomas Allan, écuyer, et le colonel Imbrie, tous deux membres de la Société royale d'Edimbourg, en firent l'acquisition. Aucune note écrite ne faisait connaître le pays d'où ces minéraux avaient été apportés; mais comme cette suite était abondamment pourvue de cryolite, on conjectura, avec beaucoup de probabilité, qu'elle venait du Groënland (2). Parmi les substances dont elle était composée, il s'en trouvait une qui fixa plus particulièrement l'attention de M. Allan. Elle lui parut se rapprocher beaucoup de la gadolinite, espèce décrite dans plusieurs ouvrages de minéralogie, et dont elle lui sembla n'être qu'une simple variété. Ce fut aussi l'opi-

(1) Experiments on Allanite a new mineral from Greenland by T. Thompson, M. D. F. R. S. E. Fellow, of the imperial chirurgo-medical academy of Petersburg. From the *Transactions* of the royal Society of Edimburgh.

(2) Voyez le *Journal des Mines*, tome 29, n°. 170, page 159.