

tiennent dans les mines de Saint-Pancré, ledit fourneau sera soumis, pour cette extraction, à la surveillance du garde-mine, conformément à l'arrêté du 15 pluviôse an 11, et compris, sous ce rapport, dans l'application de l'arrêté précité.

8. Il sera fait droit aux réclamations des communes et des propriétaires, contre le taux fixé pour l'indemnité acquittée en leur faveur par les maîtres de forges exploitant, en faisant procéder aux expertises prescrites par l'article 66 de la loi du 21 avril 1810, et suivant les formes tracées au titre 9 de la même loi.

Toutefois, les maîtres de forges exploitant continueront à acquitter, en outre, les vingt-cinq centimes par voiture, destinés à former le fonds de réserve, ainsi qu'il est prescrit à l'art. 7 de l'arrêté du 15 pluviôse an 11.

9. Il sera, par un règlement ultérieur, et après la formation des arrondissemens, statué, d'après l'avis de l'Administration des Mines, sur les étangs et lavoirs à assigner aux exploitans, sur le nombre des mineurs et laveurs qu'ils pourront employer, ainsi que sur l'intervention des maires des communes intéressées dans la surveillance des travaux, sur le mode de la garde des minières, le choix et le traitement du gardien, les frais de perception, et généralement tout ce qui est relatif à la conservation et exploitation des minières de Saint-Pancré.

10. Notre Ministre de l'Intérieur est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au Bulletin des Lois.

JOURNAL DES MINES.

N^o. 177. SEPTEMBRE 1811.

AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte LAUMOND, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Mines, à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

M É M O I R E

SUR L'OPACIFICATION DES CORPS VITREUX;

Par M. FOURMY.

AVERTISSEMENT.

LES recherches dont je présente ici l'exposé n'ont pas été exécutées d'un seul jet, mais à plusieurs reprises, dans des lieux et dans des circonstances différentes. Néanmoins, pour plus

Volume 30.

L

de clarté, je les ai rédigées, non pas dans l'ordre de leur exécution, mais dans celui qui m'a paru le plus propre à en faciliter l'intelligence.

Si je ne les ai pas publiées plutôt, c'est que, ne me dissimulant pas tout ce qu'elles laissent à désirer, j'aurais voulu les porter plus loin; mais, incertain si mes occupations me permettront de leur donner la suite dont je les crois susceptibles, je me suis décidé à les laisser paraître telles qu'elles sont, dans l'espoir qu'elles pourront épargner quelque travail à ceux qui se livrent à des recherches analogues.

Des expériences relatives à la pyrotechnie ne peuvent offrir de notions exactes qu'autant que les températures auxquelles elles ont été faites sont déterminées, et malheureusement, il n'existe aucun moyen de déterminer celles-ci avec la précision désirable. Cependant, comme il était indispensable d'indiquer le moins vaguement possible les températures auxquelles j'ai opéré, j'ai cru devoir adopter, pour cette indication, l'instrument le plus connu, le pyromètre de Wedgwood.

INTRODUCTION.

Les arts chimiques offrent plus d'un phénomène dont la connaissance, renfermée dans les ateliers, non-seulement ne parvient pas aux savans, mais même fixe d'autant moins l'attention des fabricans, que leur réussite commerciale n'y est pas intéressée; telles sont dans l'art de la verrerie, diverses modifications que subit le verre dans certaines circonstances, et

spécialement celle qu'il éprouve lorsqu'il est soumis à de basses températures; modifications qui n'ont pu manquer d'être connues des manipulateurs dès l'origine des fabrications vitreuses.

Dans le grand nombre d'essais entrepris par l'illustre *Réaumur*, au sujet de la cémentation du fer, ce savant fut conduit, par l'analogie, à éprouver les effets de cette opération sur le verre. Les produits opaques qu'il obtint lui parurent du verre *dévitriifié* (1), et même une véritable porcelaine à laquelle il donna les noms de *porcelaine de verre*, *porcelaine par révification*, *par transformation*, etc. (2). Depuis on a dit, *porcelaine par dévitrification*, *porcelaine de Réaumur*.

Je ne disputerai point si l'on est plus ou moins fondé à qualifier de *dévitrification* un changement d'état dans lequel la nature chimique du verre ne paraît point altérée, je me bornerai à représenter que si l'on soumet à la fusion du verre opacifié, il y reprend tous les caractères qu'il avait perdus, ainsi qu'on le verra par la suite de ce Mémoire.

Quant à la dénomination de *porcelaine*, elle manque certainement d'exactitude, puisque le verre, pour être privé de transparence, n'en diffère pas moins essentiellement de la porcelaine.

Ne doutant pas que le phénomène signalé

(1) *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*, année 1739, page 374.

(2) *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*, année 1739, page 375.

par Réaumur fût dû à l'action calcaire, Macquer entreprit de l'expliquer dans cette hypothèse (1).

Poit regarda également la conversion du verre en *porcelaine de Réaumur* comme l'effet des particules les plus fines de la terre calcaire qui pénètrent le verre pendant la cuisson.

Bosc d'Antic rejeta cette opinion, se fondant sur ce que « le verre cimenté par le sable, » du genre des cailloux, se convertit aussi bien » et aussi promptement que celui cimenté avec » la chaux et le plâtre (2) ». A en juger par certains passages de ses Mémoires (3), on pourrait croire que, s'il nie l'influence du ciment calcaire, il admet au moins celle de la cimentation; mais on voit, par d'autres passages de ces mêmes Mémoires, qu'il n'a pas ignoré l'inutilité de ce moyen (4).

Sir James Hall ayant observé que les laves et les *whinstones* (basaltes) donnent par la fusion un produit qui conserve l'apparence vitreuse lorsqu'il est refroidi *lentement*, a regardé le *refroidissement lent* (5) comme cause du dernier de ces résultats.

Une certaine analogie entre ces deux modifications et la conversion du verre en *porcelaine de Réaumur*, a fait supposer que celle-ci pouvait être aussi un effet du refroidissement lent; mais les modifications que le calorique opère sur les corps vitreux à l'état solide, diffé-

(1) *Dictionnaire de Chimie*, tom. 3, page 234.

(2) *Mémoires de Bosc d'Antic*, tom. 2, page 78.

(3) *Ibid*, tom. 1, page 242.

(4) *OEuvres de Bosc d'Antic*, tom. 1, page 177.

(5) *Biblioth. Britan.*, n°. 10, page 62.

rent essentiellement de celles qu'on remarque dans ces corps après la fusion.

Le caractère le plus prononcé des unes et des autres étant une perte plus ou moins complète de transparence, je les appellerai *opacifications*; celle qui a lieu dans le verre à l'état solide sera l'*opacification de la première espèce*; celle qui se montre dans le verre sortant de l'état liquide sera l'*opacification de la seconde espèce*: nous allons les examiner successivement.

OPACIFICATION

de la première espèce.

Dans mon *Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux*, je me suis exprimé ainsi (1): « Ni la nature du ciment, ni la lenteur du refroidissement ne sont des causes uniques et décisives. Indépendamment de la composition chimique qui entre pour beaucoup dans la manière dont le verre soutient les diverses épreuves auxquelles il est soumis, plusieurs causes favorisent ou contrarient l'action du calorique dans les changemens qu'elle imprime aux corps vitreux, et les mêmes causes opèrent des effets tout à fait différens dans des circonstances différentes; aussi la lenteur du refroidissement, de même que la cimentation, n'agit-elle pas également sur tous les corps vitreux, et dans toutes les circonstances ».

Cette opinion n'était pas alors chez moi le produit de recherches expresses, mais celui

(1) Page 14, note première.

d'un simple aperçu résultant des nombreuses observations que j'avais été à portée de faire dans le cours des travaux plus ou moins liés à l'art de la verrerie, et quand d'autres faits ne me l'auraient pas suggéré, une simple réflexion de fabricant eût suffi pour me rappeler que la lenteur du refroidissement n'agit pas également sur tous les corps vitreux, puisque, dans la grande variété des produits manufacturiers qui se rattachent à la fabrication du verre, on voit des pièces entièrement vitreuses, et des pièces enduites de vernis vitreux, subir un refroidissement lent sans en éprouver d'altérations sensibles, à moins que quelques circonstances extraordinaires ne concourent, avec ce moyen, pour l'opérer. Néanmoins, convaincu seulement que la cémentation et le refroidissement lent ne sont pas *causes uniques et décisives*, je n'avais eu ni besoin ni occasion d'approfondir jusqu'à quel point elles peuvent être *nécessaires*.

M. d'Artigues a poussé l'examen plus loin que moi, et dans un savant Mémoire qu'il a lu à la classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut, le 30 floréal an 12, il a fort bien remarqué que la *cémentation n'est pas cause nécessaire de la conversion du verre en porcelaine de Réaumur*.

Je n'ai eu besoin que de revenir sur certains faits qui m'étaient connus depuis long-tems, et qui le sont également de ceux qui dirigent et fréquentent les verreries, pour reconnaître qu'en effet l'opacification du verre a lieu dans beaucoup de circonstances où il n'existe ni cémentation ni refroidissement lent.

M. d'Artigues dit(1): « Il n'y a personne qui » ne puisse tenir une bouteille ordinaire, de » verre noir, à un feu long-tems continué, et » capable de ramollir sa pâte, bientôt elle » change de couleur, elle devient grise, et a » l'air d'une poterie de grès: voilà la porce- » laine de Réaumur; mais on voit qu'il n'y a » rien ici qui ressemble à la cémentation ».

Rien de plus exact que cette assertion. Je me permettrai seulement d'ajouter ce que l'auteur a oublié de dire, quoique ce soit son opinion comme la mienne, qu'il n'y a rien non plus qui ressemble à un *refroidissement lent*.

Il me serait facile de prouver l'inutilité du refroidissement lent pour opérer le phénomène dont il s'agit, par nombre de faits qui se présentent à chaque instant dans les grandes fabrications; mais afin de mettre la question plus à portée des personnes peu familiarisées avec les opérations manufacturières, j'ai préféré l'éclaircir par des expériences uniquement dirigées vers ce but, et je leur en soumets ici les résultats.

1. On connaît le four rond qui sert ordinairement en France à cuire la porcelaine; il est composé de deux parties superposées l'une à l'autre, l'inférieure forme le *four* proprement dit, et la supérieure, communément appelée le *globe*, ne sert qu'à une cuisson préparatoire, dite le *dégourdi*.

Lors de la cuisson, la température varie, savoir: dans le four, de 100 à 130°, et dans le globe, de 5 à 10° (pyromètre de Wedgwood).

(1) Mémoire précité, page 7.

Dans chacune de ces deux parties, j'avais choisi une place dont la température était à peu près moyenne entre les degrés ci-dessus énoncés, et je l'avais disposée de manière à pouvoir y introduire et en retirer, à volonté, des pièces destinées à mes expériences. J'appellerai, *place A*, celle que j'avais disposée dans le four; et *place B*, celle que j'avais disposée dans le globe.

2. Mon premier objet était de m'assurer si l'échauffement lent ne produisait pas le même effet que le refroidissement lent, et pour y parvenir, je n'avais pas besoin d'opérer sur plusieurs espèces de verre. Mais, désirant constater en même tems ce que j'ai avancé (1); que *la composition chimique entre pour beaucoup dans la manière dont le verre soutient les diverses épreuves auxquelles il est soumis*, je ne pouvais le faire qu'en employant des verres d'espèces différentes; c'est pourquoi je mis dans la place *A* dix petits creusets de terre remplis de verre noir provenant d'une même bouteille, et dix autres petits creusets remplis de différentes variétés de verre à vitre. Je mis également dans la place *B* vingt morceaux de verre noir provenant de deux bouteilles, et vingt morceaux de différentes variétés de verre à vitre.

Ces quatre systèmes furent placés de manière que je pouvais en retirer brusquement le nombre de pièces que je désirais, et cela, à mesure que la température s'élevait.

Le feu ayant été mis au four, j'estimai qu'il fallait au moins dix heures pour que la chaleur

(1) *Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux*, page 14, note première.

commençât à produire quelque effet, et je diffèrai jusque-là le premier tirage; deux heures après j'en fis un second auquel les autres succédèrent de deux en deux heures jusqu'au moment où la cuisson de la porcelaine était à son point, le feu fût arrêté. Tous ces tirages furent exécutés avec une promptitude qui exclut toute idée de refroidissement lent.

Première Expérience.

Place.	Tir.	Heu.	Verre à bouteilles.	Verre à vitres.
Place A.	1er.	10	Ployé; un peu terne.	Ployé; transparence un peu troublée.
	2e.	12	Presque entièrement opacifié, encore brunâtre.	Ployé; opacifié; couleur blanchâtre, grise, selon les variétés.
	3e.	14	Opacification dissipée.	Opacité; tendance à la fusion.
	4e.	16	Fusion commencée.	Fusion dans une variété; blancheur, etc.; opacité dans les autres.
	5e.	18	Fusion plus avancée.	Verre vert, presque limpide.
	6e.	20	Peu ou point de changement.	Peu ou point de changement.
	7e.	22	Fusion plus avancée; couleur plus rembrunie; transparence plus décidée.	Limpidité plus caractérisée.
	8e.	24	Fusion encore plus avancée.	Limpidité encore plus décidée.
	9e.	26	Fusion presque complète.	Accroissement de limpidité.
	10e.	28	Fusion complète; couleur ordinaire.	Limpidité à peu près complète.

Nota. Dans l'une et l'autre espèce les derniers tirages présentaient dans l'intérieur, et encore davantage à la surface, quelques petits cristaux striés d'un blanc-roux, opaques, de différentes formes, mais le plus souvent astérisques.

Suite de la première Expérience.

Plac.	Tir.	Heu.	Verre à bouteilles.	Verre à vitres.
Place B. 5 à 10.	1 ^{er} .	10	Nulle altération.	Nulle altération.
	2 ^e .	12	Idem.	Idem.
	3 ^e .	14	Idem.	Idem.
	4 ^e .	15	Commencement d'altération.	Idem.
	5 ^e .	18	Accroissement d'altération.	Altération à peine sensible.
	6 ^e .	20	Couleur, gris-verdâtre; opacification commencée.	Peu de progrès.
	7 ^e .	22	Opacification plus décidée.	Idem.
	8 ^e .	24	Peu de progrès.	Idem.
	9 ^e .	26	Accroissement d'opacification.	Idem.
	10 ^e .	28	Idem.	Idem.

Nota. Chaque variété offre une différence, soit dans le degré d'opacité, soit dans la teinte.

3. Il est évident que la progression de la température avait été trop rapide dans la place *A* pour qu'on pût saisir convenablement les progrès graduels du phénomène, puisque l'altération était à peine commencée au premier tirage, et que la fusion se manifestait dès le quatrième. Dans la place *B*, au contraire, l'effet avait été si lent, qu'à peine commençait-il à se faire sentir dans les derniers tirages sur le verre à vitres. Cependant, il est aisé de voir, 1^o. par les premiers tirages de la place *A*, que l'action ascendante de la température, quoique subitement arrêtée, imprime au verre une opacité sensible; 2^o. par la totalité des tirages de la place *B*, que l'effet est faible et lent, lorsque la température n'a pas une certaine intensité.

4. Désirant vérifier si l'action d'une température descendante serait plus énergique, je pris des mêmes verres que dans l'expérience précédente, et je les introduisis aux mêmes places au moment où la cuisson tirait à sa fin. Le feu cessa deux heures après, et les pièces restèrent dans le four jusqu'à l'ouverture qui eut lieu trente-six heures ensuite; mais comme dans les derniers momens la température était trop faible pour pouvoir être comptée, j'estime que les vingt dernières heures peuvent être regardées comme nulles; ce qui établit une certaine égalité entre la durée de cette opération, et celle de la précédente; c'est-à-dire, que si les pièces retirées les dernières dans la première expérience, ont subi l'action ascendante du calorique pendant vingt-huit heures, celles de la seconde expérience n'ont guère subi que dix-huit heures l'action descendante du même fluide.

2^e. Expérience.

Place A.	Verre à bouteilles.	Fusion complète, transparence tirant sur le glauque, cassure vitreuse mettant à découvert des précipités roussâtres disposés plus ou moins régulièrement.
	— à vitres.	Fusion complète, limpidité légèrement troublée par des précipités blancs et astérisques, surnageant la masse vitreuse.
Place B.	Verre à bouteilles.	Opacité moindre que celle du huitième tirage de la première expérience.
	— à vitres.	Opacification à peine sensible.

Peut-être y a-t-il eu dans cette action descendante du calorique, moins d'activité que dans l'action ascendante de l'expérience précédente; ce qui a détruit l'égalité qui eût dû subsister entre ces deux expériences pour rendre strictement comparatif les deux modes d'ap-

plication du calorique. On ne peut cependant s'empêcher de reconnaître que l'action descendante, quand on lui accorderait dans cette circonstance autant d'effet qu'à l'action ascendante, n'en a pas davantage, puisque non-seulement l'effet à la place *B* a été moindre dans la seconde expérience que dans la première; mais encore puisqu'à la place *A* les pièces n'ont pas recouvré le degré d'opacité par lequel elles avaient passé avant d'entrer en fusion.

5. Il était à présumer que les deux modes réunis produiraient plus d'effet que chacun d'eux séparé. Pour le constater, je pris divers morceaux des mêmes espèces qui avaient déjà figuré, et je les laissai dans le four depuis le commencement de la cuisson jusqu'à parfait refroidissement; par ce moyen, la durée de l'action devenait à peu près double de celle de chacune des deux premières opérations.

3^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Place <i>A</i> .	{	Verre à bouteilles.	{ A peu près comme dans la seconde expérience, c'est-à-dire, fusion complète.
		— à vitres.	{ Absolument comme dans la seconde expérience, fusion complète.
Place <i>B</i> .	{	Verre à bouteilles.	{ Dans une variété; opacité presque complète, cassure sensiblement terreuse. Dans l'autre variété; opacité incomplète, cassure vitreuse, intérieur peu altéré.
		— à vitres.	{ Opacité commencée; couche poudreuse à l'extérieur, nulle altération à l'intérieur.

Nota. On a vu qu'à la première opération, chacune des variétés mises à la place *B* y avait contracté une teinte et un degré d'opacité particulières; ici le même effet a eu lieu. A quoi il faut ajouter, 1^o. que l'opacification des verres à vitres a été constamment moindre que celle des verres à bouteilles; 2^o. que parmi les verres à vitres certaines variétés ont été beaucoup moins affectées que les autres.

6. Convaincu, par cette troisième expérience, qu'une basse température long-tems soutenue augmente l'opacification, et ne pouvant prolonger la durée de celle dont je faisais usage, puisque cette durée était fixée par la cuisson de la porcelaine, je pris le parti de réitérer les opérations exécutées à la basse température, c'est-à-dire, de remettre plusieurs fois les mêmes pièces à la place *B*.

4^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Pièces mises pour la seconde fois à la place B.

Verre à bouteilles.	{	Dans une variété; opacité presque complète; cassure presque entièrement terreuse. Dans l'autre variété; opacité presque complète; aspect mat et terreux aux surfaces seulement; intérieur encore vitreux et de couleur laiteuse.
		— à vitres.

5^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Pièces mises pour la troisième fois à la place B.

Verre à bouteilles.	{	Opacité et aspect terreux plus marqué dans la variété qui avait montré le plus de résistance; nul changement dans l'autre.
		— à vitres.

6^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Pièces mises pour la quatrième fois à la place B.

Verre à bouteilles.	{	Les deux variétés entièrement opaques et dénuées au dedans comme au dehors de l'apparence vitreuse.
		— à vitres.

7^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Pièces mises pour la cinquième fois à la place B.

Verre à bouteilles. Point de changement.

—— à vitres. . Aucun progrès.

8^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Pièces mises pour la sixième fois à la place B.

Nul changement dans les deux espèces.

7. Les cinq derniers résultats (4, 5, 6, 7 et 8), ajoutés au troisième, démontraient bien, 1^o. que l'action d'une faible température opère à la longue un degré d'opacification qu'elle n'avait pas opéré dans un tems plus court; 2^o. que les progrès de cette action sont limités, et qu'au-delà d'un certain terme ils deviennent insensibles; mais ils étaient loin de me satisfaire, parce que je ne me dissimulais pas que la distance entre les deux températures employées était trop considérable, et que l'une était trop élevée pendant que l'autre était trop basse. Je m'occupai donc de m'en procurer de plus convenables.

8. A cet effet, au lieu du four ordinaire à porcelaine, je me servis d'un four que j'ai fait construire à *Migette* (département du Doubs), dans les mêmes principes à peu près que certains fours à faïence, et dans lequel on cuit non-seulement la porcelaine, mais toutes espèces de fictiles. Il est composé de trois parties l'une au-dessus de l'autre, et séparées l'une de l'autre par deux diaphragmes ou voûtes percées de trous.

Lorsque c'est de la porcelaine qu'on y cuit, on ne la place que dans la partie inférieure où la température doit être comme dans tous les fours à porcelaine, de 100 à 130° (pyrom. de Wedwood); dans la partie intermédiaire, la température varie de 70 à 90°, et dans la partie supérieure (le globe), la température varie comme dans les fours à porcelaines ordinaires, de 5 à 10°.

Cette fois on n'y cuisait pas de la porcelaine, mais une poterie très-fusible; j'en profitai pour répéter les expériences précédentes à d'autres températures.

La partie inférieure, que j'appellerai place *C*, ne fut échauffée que 20 à 25°; l'intermédiaire le fut comme dans la place *B*, de 5 à 10; la température du globe fut trop faible pour être appréciée. Le feu dura de 27 à 28 heures.

J'esposai dans chacune des deux places *C* et *B* deux variétés de verre noir, et une seule variété de verre à vitres très-mince. Mon but était de retirer, comme dans la première expérience, un morceau de chaque variété de deux en deux heures, et comme le feu était beaucoup plus faible, et que par conséquent l'effet ne pouvait être sensible que plus tard, je différâi le premier tirage jusqu'à la 18^e heure.

9^e. *Expérience. Température ascendante.*

Place.	Tir.	Heu.	Verre à bouteilles.	Verre à vitres.
Place C. 20 à 25°.	1 ^{er} .	18	Nullé altération. . . .	{ Léger goût salin à la surface.
	2 ^e .	20	<i>Idem</i>	{ Le même goût plus sensible.
	3 ^e .	22	<i>Idem</i>	{ Le même goût encore plus sensible.
	4 ^e .	24	{ Commencement d'opacification dans une variété surtout.	{ Plié ; angles émoussés ; léger nuage à la surface ; très forte efflorescence saline.
	5 ^e .	26	{ Progrès sensibles ; couleur laiteuse tirant sur le glauque.	{ Quelques progrès vers l'opacification.
	6 ^e .	28	{ Opacité complète ; couleur gris-blanc dans une variété, gris-roux dans l'autre.	{ Ployé et soudé au pli ; couche opaque de l'épaisseur d'un quart de millimètre au plus à chaque surface ; intérieur intact.
Place B. 5 à 10°.	1 ^{er} .	18	{ Rien retiré vu le premier résultat ci-dessus.	{ Rien retiré.
	2 ^e .	20	<i>Idem</i> vu le second.	<i>Idem</i> .
	3 ^e .	22	<i>Idem</i> vu le troisième.	<i>Idem</i> .
	4 ^e .	24	<i>Idem</i> vu le quatrième.	<i>Idem</i> .
	5 ^e .	26	Très-légère altération.	Nullé altération.
	6 ^e .	28	Peu ou point de différence.	{ Très-faible efflorescence saline.

La température de 20 à 25° a donc opéré des effets plus marqués que celle de 5 à 10°, non-seulement dans cette expérience, mais encore dans la première.

9. Afin d'avoir un objet de comparaison avec la seconde expérience, deux heures avant la cessation, j'avais introduit deux morceaux de chaque espèce de verre dans les mêmes places d'où j'avais retiré les précédens ; ils y restèrent jusqu'au moment de l'ouverture du four, laquelle eut lieu trente-six heures après.

10^e,10^e. *Expérience. Température descendante.*

Place C.	{ Verre à bouteilles. . . .	Peu ou point d'altération.
	{ — à vitres.	<i>Idem</i> .
Place B.	{ Verre à bouteilles. . . .	Nullé altération.
	{ — à vitres.	<i>Idem</i> .

On voit ici beaucoup moins d'effet qu'à la seconde expérience avec laquelle je voulais établir une comparaison ; mais toute la différence ne doit point être mise sur le compte du mode de refroidissement, c'est-à-dire, qu'elle ne doit pas être attribuée à ce que l'action descendante est essentiellement moins puissante que l'action ascendante ; mais seulement à ce que le refroidissement a été plus prompt dans cette dernière expérience que dans la seconde ; et cela, parce que dans la seconde, le four, dont la température était parvenue au terme moyen de 115°, a conservé sa chaleur beaucoup plus long-tems que dans celle-ci, où la température moyenne n'a été que de 22° $\frac{1}{2}$.

10. Dans le dessein de compléter le parallèle commencé, tant entre les 1^{re} et 9^e qu'entre les 2^e et 10^e expériences, je voulus, comme dans la troisième, cumuler les deux modes, et après avoir mis aux deux places C et B deux morceaux de chacune des deux espèces de verre déjà employées, je les y laissai depuis le commencement de la cuisson jusqu'à la fin.

11^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Place C.	}	Verre à bouteilles.	}	Complètement opacifié, cassure encore vitreuse; affaissement; angles et vive-arêtes émoussés et relevés en bourfelets; couleur roussâtre dans une variété et gris dans l'autre.
		— à vitres.		Opacification complète; cassure striée; couleur blanchâtre; lame non opacifiée au milieu des bourfelets qui terminent les rives; ce qui prouve que l'opacification n'eût pas été complète si l'épaisseur eût été plus forte.
Place B.	}	Verre à bouteilles.	}	Nullé altération.
		— à vitres.		<i>Idem.</i>

Par cette expérience, comme par la neuvième, on voit que la température de 20 à 25° a fait plus d'effet que celle de 5 à 10 dans la seconde expérience; et que, dans celle-ci, la même température de 5 à 10 en a moins fait que dans la seconde; résultats dont la raison est donnée par la différence de durée comme par celle de température, et qui seront confirmés par la suite.

11. La seconde et la dixième expérience n'étaient pas strictement comparatives avec la première et la neuvième, vu la différence de durée; les résultats de la seconde et de la dixième ne pouvaient tout au plus être comparés qu'à ceux du dernier tirage de la première et de la neuvième. Pour obtenir une comparaison plus rigoureuse que celle qui subsiste entre la seconde et la dixième, j'introduisis, au moment de la cessation du feu, dans les places C et B quelques morceaux des deux espèces de verre déjà éprouvées. Au bout de deux heures j'en tirai un de

chaque variété, et je continuai d'en faire autant de deux en deux heures. Il me semblait qu'en prenant des pièces qui eussent été soumises pendant un tems égal, l'une au refroidissement lent, l'autre à l'échauffement lent, je devrais obtenir des résultats comparatifs. Je n'avais pas prévu que l'exactitude que je cherchais à établir ne pouvait avoir lieu, par la même raison, que dans la neuvième expérience, c'est-à-dire, parce que le refroidissement serait moins durable dans cette opération qu'il ne l'avait été dans la seconde, où la température avait été beaucoup plus élevée. Voici donc ce qui se passa.

12^e. *Expérience. Température descendante.*

Plac.	Tir.	Heu.	Verre à bouteilles.	Verre à vitres.
Place C. 20 à 25°.	1 ^{er} .	2	Nullé altération.	Nullé altération.
	2 ^e .	4	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
	3 ^e .	6	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
	4 ^e .	8	Altération presque insensible.	<i>Idem.</i>
	5 ^e .	10	Peu de progrès.	<i>Idem.</i>
	6 ^e .	12	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
	7 ^e .	14	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
Place B. 5 à 10°.	Aux sept tirages nullé altération.			Nullé altération.

D'après les différences existantes entre les circonstances qui accompagnent cette opération, la dixième et la seconde, elles ne peuvent être regardées comme servant réciproquement de contrôle l'une à l'autre. Cependant, on ne

peut disconvenir qu'elles présentent autant d'accord qu'a pu le permettre le défaut d'identité qui se trouve dans le mode d'exécution.

12. La première et la neuvième expériences offrent bien l'exemple d'un échauffement lent suivi d'un refroidissement rapide, pendant que la seconde et la dixième offrent celui d'un refroidissement lent précédé d'un échauffement rapide ; mais aucun ne présentait un échauffement rapide suivi d'un refroidissement rapide. Pour ne rien laisser à désirer sur ce point, je pris des mêmes espèces de verre que dans les opérations précédentes, et je les introduisis de deux heures en deux heures, en commençant quatorze heures et finissant deux heures avant la cessation du feu, avec l'intention de les retirer également de deux en deux heures, à partir de la seconde, pour finir à la quatorzième après cette cessation ; observant de commencer les tirages par les pièces mises les dernières, et de suivre toujours dans ces tirages l'ordre inverse des placemens. Par ce moyen, les pièces placées les dernières ne séjournèrent que quatre heures, pendant que les premières placées séjournèrent vingt-huit heures exposées à l'action mi-partie de l'échauffement et du refroidissement.

13^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Plac.	Durée du séjour.	Verre à bouteilles.	Verre à vitres.
Place C. 20 à 25°.	4 ^h .	Nullé altération. . . .	Nullé altération.
	8	Faible altération ; couleur glauque.	Opacification d'une couche très-mince ; couleur blanche ; efflorescence saline.
	12	Opacification complète ; cassure encore vitreuse.	Opacification d'une couche épaisse.
	16	Peu de différence. . . .	Opacification de presque toute l'épaisseur ; lame intacte très-mince dans le milieu.
	20	<i>Idem.</i>	Opacification complète ; cassure striée.
	24	<i>Idem.</i>	Peu de différence.
Place B. 5 à 100°.	28	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
	4	Nullé altération. . . .	Nullé altération.
	8	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
	12	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
	16	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>
	20	Faible commencement d'altération.	<i>Idem.</i>
24	Peu ou point de progrès. . . .	<i>Idem.</i>	
28	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	

Le moment de la grande chaleur du four dut être pendant les sept ou huit heures qui précédèrent et suivirent la cessation du feu ; ce qui forme un total de 14 à 16 heures, qui dûrent seules produire de l'effet. On ne doit donc pas être surpris si les pièces qui restèrent les dernières n'acquirent pas un surcroît d'opacification proportionné à la plus grande durée de leur séjour : quoi qu'il en soit, cette expérience démontre, sans réplique, que le mode, soit de l'échauffement, soit du refroidissement, n'influe en rien sur l'opacification.

13. M'étant trouvé à la manufacture de terre

blanche du Val-sous-Meudon, au moment où le manufacturier, M. Mittenhoff, se préparait à convertir, par la *cémentation*, une molette de verre noir, en porcelaine de Réaumur, il voulut bien me permettre de placer à *feu nu*, dans son four, différentes espèces de verre; ce que j'exécutai, en plaçant sur le sommet d'une file de cazettes les pièces suivantes: 1°. deux culs de bouteille en verre noir; 2°. un morceau de verre à vitres; 3°. un morceau de verre à glaces; 4°. enfin, un morceau de verre à gobletterie.

Avec l'agrément de M. Brongniart, dont on connaît le zèle pour seconder les recherches relatives aux sciences et aux arts, je vins répéter la même opération au globe d'un des fours de la Manufacture impériale de Sèvres.

La température moyenne du four à terre anglaise du Val-sous-Meudon, a été reconnue par M. Darcet fils, et depuis par moi-même, pour être d'environ 60°. J'appellerai *place D*, celle dont je fis usage dans le four où la cuisson dure soixante heures, dont douze seulement en grand feu.

La température moyenne du globe de la Manufacture impériale de Sèvres est d'environ 25°, ainsi que je m'en suis assuré. La cuisson y dure trente-six heures, dont douze en grand feu; ce globe sera désigné par le nom de *place E*.

Les culs de bouteilles employés dans ces deux places avaient été pris au hasard, et rien ne m'assurait qu'ils fussent de même composition; mais pour que les morceaux fussent identiques dans les trois autres espèces de verre, je les détachai dans les mêmes pièces.

14°. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Place D. 60°.	Verre à bouteilles.	<p>Affaissement; opacification; couleur gris-roux au dehors, fleur de pêcher au dedans avec quelques taches grises; cassure striée; les stries disposées sur deux lames appliquées l'une sur l'autre dans les parties minces (1), et en asters dans les parties épaisses.</p> <p>Ces trois espèces avaient formé ensemble un bain liquide de couleur purpurine, couvert d'un réseau formé de particules d'oxyde de manganèse, qui contenait en assez grande quantité le verre à gobletterie.</p>	
			à vitres.
			à glaces.
Place E. 25°.	Verre à bouteilles.	<p>Affaissement; opacification; l'une et l'autre variées suivant les pièces. Une variété a pris la couleur gris-foncé au dehors et gris-clair au dedans, avec cassure striée, et opacification presque complète.</p> <p>L'autre variété a pris une couleur moins foncée, l'opacification n'a eu lieu que dans les couches voisines des surfaces, lesquelles restaient séparées par une couche encore vitreuse et qui n'avait encore contracté qu'une teinte laiteuse.</p> <p>Commencement de fusion; transparence nullement altérée.</p> <p>Opacification complète dans les parties minces, interrompue dans les pièces épaisses par une lame vitreuse peu altérée; couleur blanc-verdâtre.</p> <p>Transparence légèrement troublée par une couche pulvérulente qui rend la surface rude; fusion faiblement commencée; tendance à la couleur purpurine.</p>	
			à vitres.
			à glaces.
	à gobletterie.		

(1) Cette disposition qu'on obtient ici par l'action lente d'une basse température, s'opère dans certains pâtes céramiques par un moyen diamétralement opposé. Ayant une pièce de porcelaine à cassure grenue (hygiocérame), si après l'avoir portée à l'état d'incandescence par une température de 80 à 120° on la précipite subitement dans l'eau froide, les grains de la texture en seront changés en stries opposées les unes aux autres sur deux plans parallèles, comme dans beaucoup de verres opacifiés. Seulement les stries se-

14. Ces deux dernières expériences (13^e. et 14^e.) complètent ce que les précédentes ont pu laisser d'incertitude, et toutes ensemble démontrent que ce n'est ni le refroidissement en particulier, ni l'échauffement en particulier, ni la lenteur de l'un ou de l'autre qui opèrent l'opacification, mais seulement *une certaine température* appliquée pendant *un certain tems*. Une température trop élevée entraîne la liquéfaction; une trop basse n'opacifie pas, ou presque pas; il en est de même d'une convenable si elle n'agit pas assez long-tems: l'effet dépend donc du *degré* et de la *durée* de la température.

15. Si l'effet était dû à la lenteur du refroidissement, il serait d'autant plus prononcé que les causes de cette lenteur seraient plus puissantes. Ainsi, les masses les plus considérables étant celles qui se prêtent le plus lentement comme le plus difficilement aux changemens de température, seraient nécessairement les plus faciles à opacifier, et l'intérieur de ces masses étant la partie qui subit le plus tard et le plus lentement, l'effet du refroidissement acquerrait plus d'opacité que l'extérieur. Or, si l'on prend pour exemple du verre à l'état-liquide, quelque soit le mode du refroidissement, on ne voit pas que les grosses masses s'opacifient mieux que les petites, ni que l'intérieur en soit plus affecté que l'extérieur, et si on prend pour exemple

ront un peu moins déliées et un peu moins régulières. La porcelaine ordinaire à texture lisse, soumise à la même épreuve, montre à peine une tendance vers un arrangement symétrique.

du verre à l'état solide, on trouve non-seulement que les masses s'opacifient d'autant plus difficilement qu'elles sont plus considérables, mais encore que l'effet gagnant toujours de l'extérieur à l'intérieur, c'est toujours celui-ci qui est le dernier affecté (1).

Quelques exemples pris dans les ateliers achèveront de prouver que l'opacification de la première espèce, celle dont il a été question jusqu'ici, ne doit rien au refroidissement lent.

16. Pour peu qu'on ait observé les fours et les cazettes à porcelaine, on sait qu'après un certain tems de service, la plupart ont leurs parois couvertes d'un enduit vitreux plus ou moins glacé, selon différentes circonstances étrangères à notre sujet. Quelques modifications que cet enduit éprouve par la lenteur ou par la rapidité du refroidissement, il subsiste toujours quand le coup de feu a été porté à un certain degré, et il se ternit quand la température a été inférieure à ce degré. Il disparaît complètement sur les cazettes qui, changées de destination, sont employées à la basse température du dégourdi, après avoir servi au grand feu.

17. Il se forme à certaines voûtes des fours

(1) Depuis que ce Mémoire a été présenté à la première classe de l'Institut pour y être lu, M. Guyton de Morveau a lu à la même classe un autre Mémoire sur le même sujet, et qui a été inséré dans le n^o. 218 des *Annales de Chimie*. Parmi les observations de ce savant, qui coïncident avec les miennes, se trouve celle-ci (page 134): « Tous les produits de dévitrification dont j'ai fait jusqu'ici mention, concourent à établir qu'elle commence toujours » par les surfaces ».

céramiques des stalactites vitreuses et limpides qui y restent fixées souvent très-long-tems, et qui, par conséquent, subissent un grand nombre de fois le refroidissement qui a eu lieu à toutes les fournées; elles n'en conservent pas moins leur limpidité toutes les fois que le défaut de cuisson ne la leur a pas enlevée. Il en est même qui ne la perdent point dans ce dernier cas (1).

18. On voit journellement des pièces de porcelaine maculées par des substances qui s'y sont converties en verres plus ou moins limpides, selon la nature des principes constituans. Le refroidissement lent que ces verres ont subi, comme tout le contenu du four, n'en a pas moins altéré la limpidité.

19. Enfin, on fait journellement dans les fours céramiques des vitrifications qui y séjournent plus ou moins long-tems, en attendant le défournement; il ne semble pas qu'elles aient moins d'éclat et de limpidité que celles qui sont préparées en moins de tems, lorsque quelque circonstance particulière n'intervient pas en sens contraire. Il est néanmoins telles de ces vitrifications qui restent plusieurs jours dans un four qui se refroidit graduellement, pendant que douze à seize heures ont suffi, comme on l'a vu dans les première et treizième expériences, pour opacifier des pièces exposées

(1) Ce sont en général les plus limpides. Il serait facile d'en tirer des inductions plus ou moins probables; mais elles seraient d'autant plus incertaines, que la suite de ce Mémoire présentera plusieurs espèces de verres terreux qui ne se sont pas montrés susceptibles d'opacification.

à une température convenable, soit ascendante, soit descendante.

20. Loin de contester que la lenteur soit du refroidissement, soit de l'échauffement, exerce une influence plus ou moins sensible sur certains corps vitreux, je ne suis même pas éloigné de croire que cette influence s'étend sur la plus grande partie des corps vitreux; mais ce n'est pas en tant que mode que cette lenteur agit, c'est en tant qu'elle est inhérente à une température basse et soutenue, et ce serait vainement qu'on soumettrait à un refroidissement ou à un échauffement lent le corps vitreux le plus opacifiable, si on ne l'exposait pas en même tems à la température requise pendant le tems requis. Or, rien ne dénote que cette double condition de laquelle dépend le phénomène, soit modifiée par la loi du mode d'application du calorique.

21. Je regarde comme superflu de démontrer que la cémentation est ici sans influence. Outre que *Bosc d'Antin* l'a déjà annoncé, et que *M. d'Artigues* l'a complètement établi, il n'est aucune des expériences précédentes qui ne le prouve.

22. Si le phénomène était *uniquement dû* à une cause générale quelconque, il se manifesterait dans tous les corps vitreux indistinctement. Or, on vient de voir que non-seulement différentes espèces de verre placées dans les mêmes circonstances ne se sont opacifiées ni de la même manière ni au même degré, mais même que toutes les espèces n'ont pas subi la loi de l'opacification: l'empire de cette loi est donc subordonné à certaines circonstances.

23. Quoique mes recherches céramiques m'aient souvent mis dans le cas de traiter des substances vitreuses, je ne m'étais jamais assez occupé de l'opacification pour me former une opinion sur ce qui peut la produire : je pensais bien, avec M. d'Artigues, et je l'ai dit dans mon *Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux* (note de la p. 14), que la composition chimique entre pour beaucoup dans la manière dont le verre soutient les diverses épreuves auxquelles il est soumis. Mais jusqu'à quel point etsuivant quelles lois? C'est sur quoi je n'avais aucune notion acquise ou communiquée.

24. M. d'Artigues dit bien (1) que, *plus il entre de composans dans la nature d'un verre, plus il est susceptible de se dévitrifier promptement et facilement; il donne bien à entendre (2) qu'il croit les verres terreux dans ce cas, ce qui fait que les verres à bouteilles, qui se rapprochent beaucoup des verres entièrement terreux, se dévitrifient avec facilité; pendant que les verres blancs (3), qui sont moins terreux et qui sont composés d'un moindre nombre de substances, sont très-difficiles à faire cristalliser ou à dévitrifier (4)*. Mais comme il ne développe pas les motifs de ces divers jugemens, il m'a été permis de les regarder, moins comme le fruit de recherches expresses que comme le résultat, plus ou moins conjectural, de cette somme d'observations que ne manque jamais

(1) Mémoire précité, pages 6 et 7.

(2) *Ibid*, page 7.

(3) *Ibid*, page 8.

(4) *Ibid*, page 10.

de faire tout artiste qui joint autant de lumière à autant de zèle et de capacité; observations, d'un grand poids sans doute, lorsque, comme celles de M. d'Artigues, elles sont puisées dans des travaux en grand; mais qui néanmoins, vu leur généralité, n'offrent point cette certitude que donnent des expériences directes. J'ai donc pu regarder comme encore inconnue l'influence de la composition chimique sur l'opacification; et pour la découvrir, j'ai entrepris quelques tentatives dont je vais rendre compte.

25. Les expériences précédentes ont présenté le verre à bouteilles comme plus opacifiable de beaucoup que le verre à vitres; et comme je le supposais en même tems plus réfractaire; il me paraissait possible que l'aptitude à l'opacification suivit la raison inverse de la vitrescibilité. Afin de le vérifier, je pris six espèces de verre que je savais n'être pas fusibles au même degré, mais dont cependant les degrés respectifs de fusibilité m'étaient inconnus, et pour constater ceux-ci, j'exposai les six espèces de verre à la place A. Je notai le moment auquel chacun arrivait au terme de fusion complète, et voici l'ordre qu'ils suivirent en commençant par le plus fusible.

N^o. 1. Verres plombeux de Mont-Cénis, de Munsthal et de Vonèche.

N^o. 2. — à gobletterie, de fabrique inconnue.

N^o. 3. — à vitres, *idem*.

N^o. 4. — à glaces, de Saint-Gobain.

N^o. 5. — terreux, de ma composition.

N^o. 6. — à bouteilles, de fabrique inconnue.

Nota. Les trois variétés de verres plombeux ne sont pas fusibles au même degré; mais je ne crus pas devoir cons-

tater l'ordre de leur fusibilité respective, parce qu'il suffisait, pour mon objet, que les unes et les autres fussent plus fusibles que les cinq espèces suivantes; on observera également que l'ordre de fusibilité assigné ici aux troisième, quatrième et cinquième espèces n'a rien d'absolu, et ne porte que sur les fragmens qui figurent ici.

Ayant exposé à la place *B* ces six espèces pendant toute la durée de la cuisson et du refroidissement, je les retirai ainsi qu'il suit :

15^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

- | | |
|--------------------------------------|--|
| N ^o . 1. Verre plombéux. | } Peu ou point de différence entre les trois variétés; transparence légèrement troublée par une couche poudreuse tapissant les deux surfaces de manière à leur donner l'apparence du girasol; intérieur intact. |
| N ^o . 2. — à gobletterie. | |
| N ^o . 3. — à vitres. | } Opacification. Division en lamelles mates, opaques, peu adhérentes les unes aux autres et séparables au moindre effort. |
| | |
| N ^o . 4. — à glaces. | } Opacification commencée à l'extérieur seulement; intérieur intact. |
| | |
| N ^o . 5. — terreux. | } Division en trois lames parallèles sur le sens de l'épaisseur, dont celle du milieu intacte, et les deux autres opacifiées et divisées en lamelles plus étendues que celles de la seconde espèce. Les deux lames extérieures également épaisses dans chaque morceau, et conservant, quoiqu'indépendantes les unes des autres, de l'adhérence avec la lame intermédiaire, comme on le voit dans l'émail travaillé des faïences qui, quoique partagé en lamelles, reste adhérent au biscuit. |
| N ^o . 6. — à bouteilles. | |
| | } Nulle altération. |
| | |
| | } Opacité presque complète dans les parties minces seulement. |
| | |

26. Afin de confirmer ces résultats, je plaçai une seconde fois dans les mêmes circonstances, celles des pièces qui n'avaient pas été complètement opacifiées, c'est-à-dire que je supprimai la seconde (le verre à gobletterie).

Si je n'avais eu égard qu'au degré d'opacification, j'aurais également supprimé la quatrième (le verre à glaces), dans lequel la partie opacifiée était plus considérable que toute la masse de la seconde; mais comme les deux morceaux de cette quatrième espèce conservaient dans leur milieu une lame intacte, je crus devoir les repasser.

16^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Pièces soumises pour la seconde fois à la place B. de 5 à 10°.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| N ^o . 1. Verre plombéux. | } Aucun progrès. |
| N ^o . 3. — à vitres. | |
| N ^o . 4. — à glaces. | } Opacité incomplète. |
| | |
| N ^o . 5. — terreux. | } Le morceau mince réduit complètement en lamelles mates et opaques, l'autre conservant encore une lame intermédiaire non altérée. |
| N ^o . 6. — à bouteilles. | |
| | } Apparence d'altération. |
| | |
| | } Opacification complète, cassure terreuse. |
| | |

27. Enfin, pour plus de certitude, je repassai une troisième fois la première et la cinquième espèces qui n'avaient pas montré de disposition à s'opacifier, et j'y joignis celui des morceaux de verre à glaces qui avait conservé une lame intacte.

17^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Pièces soumises pour la troisième fois à la place B. de 5 à 10°.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| N ^o . 1. Verre plombéux. | } Aucun progrès. |
| N ^o . 4. — à glaces. | |
| N ^o . 5. — terreux. | } Complètement réduit en lamelles opacifiées. |
| | |
| | } Aucun progrès. |
| | |

28. De ces trois dernières expériences il

résulte que l'ordre d'altérabilité, en partant de l'espèce la plus sensible, est celui-ci.

1. Verre à glaces (1) qui dans l'ordre de la fusibilité s'est montré le 4^e.
2. — à gobletterie. le 2^e.
3. — à bouteilles. le 6^e.
4. — à vitres. le 3^e.
5. — terreux. le 5^e.
6. — plombeux. le 1^{er}.

D'où l'on voit que les plombeux se présentent dans l'ordre inverse, les verres à gobletterie et terreux dans l'ordre direct, pendant que les trois autres ne conservent aucun ordre relatif à celui des fusibilités respectives. La conjecture que j'avais formée est donc fautive : il ne semble pas exister de rapport nécessaire entre les degrés de fusibilité et ceux d'altérabilité des différentes espèces de verre.

29. Ce qui a induit M. d'Artigues à regarder les verres blancs, au nombre desquels doit être compris le verre à gobletterie, comme très-difficile à cristalliser ou à dévitrifier, c'est la grande fusibilité de cette espèce qui arrive à l'état de fusion si rapidement, que l'opacification n'a pas le tems de s'y manifester d'une manière sensible dans les opérations ordinaires de la

(1) La manufacture dite *des Glaces*, dont les ateliers de polissage sont établis au faubourg Saint-Antoine, fait fabriquer deux espèces de glaces : les unes *soufflées*, se font à la verrerie de *Tour-la-Ville*, département de la Manche ; les autres coulées, se font à la verrerie de *Saint-Gobain*, département de l'Aisne. C'est sur du verre de celle-ci que j'ai opéré ; la matière en est plus soignée ; le produit en est plus pur, et *beaucoup plus facile à opacifier* que celui des premières.

verrerie,

verrerie, n'ayant pas eu occasion de les traiter à des températures faibles répétées ou soutenues, il n'a pu les voir opacifier.

30. J'aurais voulu répéter à *Migette* ces trois dernières expériences aux places *C* et *B*, comme j'y avais répété (expér. 9, 10 et 11) les trois premières, mais je n'avais pas les mêmes espèces de verre sur lesquelles j'avais opéré à Paris. D'abord, il me manquait du verre à glaces de l'origine duquel je fusse assuré. Heureusement c'était l'espèce sur laquelle il me restait le moins à apprendre, puisque c'était celle dont les effets s'étaient le mieux prononcés. Je ne cherchai donc point à y suppléer ; ensuite les verres à gobletterie, à vitres et à bouteilles, que je pouvais me procurer, n'étaient point des mêmes fabriques que ceux qui avaient servi aux expériences précédentes ; enfin, il me manquait du verre terreux de la composition duquel je fusse assuré. Je pourvu à cette dernière espèce par deux morceaux provenant de deux bouteilles de la verrerie de la *charbonnière* près Décize (Nièvre), dont la composition terreuse n'admet rien de salin. Il ne me restait donc rien de comparatif que les trois verres plombeux.

Persuadé néanmoins que j'en retirerais toujours quelques lumières, je résolus de profiter d'une occasion qui se présenta, d'opérer aux places *C* et *B* ; à cet effet, je me pourvus des verres à gobletterie, à vitres et à bouteilles, tels que je les trouvai ; j'y joignis le verre terreux de la *charbonnière*, et j'y ajoutai les verres plombeux ci-dessus désignés.

18^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Place C. 20 à 25°.	}	1. Verre plomboux.	}	Opacité très-faible, répandue dans la masse d'une seule variété devenue laiteuse (1), et dont l'extérieur était un peu terné et ridé; limpidité parfaite dans les deux autres; teinte purpurine dans toutes; fusion commencée.
		2. — à gobletterie.		Commencement de fusion pâteuse; opacification très-faible, tendante à la couleur purpurine; surface enduite d'une couche poudreuse. <i>Nota.</i> Il y a lieu de croire que ce verre était de l'espèce appelée <i>crystal de Bohême</i> .
		3. — à vitres.		Même résultat que dans la 11 ^e . expérience. Opacification complète.
		4. — à bouteilles ordinaires.		<i>Idem.</i>
		5. — de la charbonnière.		Dans un morceau: affaissement; angles et vive arêtes émoussés; commencement très-faible d'opacification; léger changement de teinte. Dans un autre morceau: opacification décidée, mais cependant moindre que celle des bouteilles ordinaires; couleur gris-olivâtre (2).
Place B.	}	Les cinq espèces.	}	Nul effet.

(1) Je ne connais pas laquelle des trois variétés a subi ce changement; mais depuis la rédaction de ce Mémoire je me suis assuré que celle de Vonèche en est susceptible. En effet, ayant été à même de visiter les vastes établissemens qu'a formés et qu'augmente de jour en jour M. d'Artigues à Vonèche (département de Sambre-et-Meuse) pour la fabrication, tant des verres plomboux dits *cristaux*, que des oxydes rouges de plomb, et d'où sortent les superbes flint-glass qui font le sujet d'un savant Mémoire qu'il a lu à l'Institut le 11 décembre 1809; parmi les objets intéressans que j'ai observés dans des ateliers aussi instructifs, se trouvent divers fragmens de verre plomboux parvenus à différens degrés d'opacité laiteuse par un séjour plus ou moins long dans des morceaux de braise où le hasard les avait fait tomber, et où ils sont restés jusqu'à complète incinération de ces braises.

(2) Ayant depuis exposé partie de la bouteille qui a fourni ce morceau au four du Val-sous-Mendon, où le verre à bouteilles ordinaires acquiert un très-haut degré d'opacification (14^e. expérience), il s'est manifesté un commencement de fusion; les angles se sont émoussés, et celle des surfaces qui était au-dessus s'est complètement glacée.

Je reviendrai sur la teinte purpurine qui s'est déjà manifestée dans la quatorzième expérience comme dans celle-ci, et passant sur ce que ces résultats peuvent laisser de vague, je n'insisterai que sur la cinquième; il confirme ce qu'ont présenté les quinzième, seizième et dix-septième expériences, au sujet du verre terreux; d'où naît une nouvelle preuve que cette espèce est loin d'être plus facile à opacifier que les autres.

31. Ayant eu occasion de cuire de la chaux et de la brique dans un four semblable au précédent (*voyez* §. 8), j'en profitai pour exposer quelques-unes des substances passées en revue à des épreuves différentes en température et en durée de celles qui précèdent. En conséquence, je choisis une place dans chacune des trois parties de ce four; dans la première, que j'appellerai *place F*, la température pouvait varier de 30 à 40°; dans la seconde, elle variait de 20 à 30, c'est-à-dire, qu'elle était la même que celle de la *place E*, dont elle conservera le nom, comme la troisième conservera celui de *place B* qu'elle égalait en température.

Je pris des verres à bouteilles, à vitres et à gobletterie, et du laitier de haut fourneau, dont une variété était noire et vitreuse, l'autre olivâtre et terreuse (1); un morceau de chacune de ces substances fut exposé à chacune des trois places disposées à cet effet.

Indépendamment du petit feu qui dura quarante-huit heures, le grand feu dura trente

(1) Ces deux variétés ont été prises au fourneau de *Montaine près Salins* (Jura).

heures, et le refroidissement trente-six heures; ce qui porta à cent quatorze heures la durée totale de l'opération.

19^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

Place F. 30 à 40°.	Verre à bouteilles.	— à vitres. . . .	— à gobletterie.	Affaïssement; opacification complète; cassure un peu vitreuse, couleur grise.	
				Opacification très-avancée; couleur blanc-verdâtre; cassure striée.	
	Laitier noir. . . .	— olivâtre. . . .	Verre à bouteilles.	Fusion complète en verre très-limpide; couleur blanche dans une variété, et très-purpurine dans l'autre (1).	
				Tendance à la fusion; couleur ferrugineuse au dehors, grisâtre au dedans; cassure terreuse.	
Place F. 20 à 30°.	— à vitres. . . .	— à gobletterie.	Laitier noir. . . .	Affaïssement; cassure terreuse; couleur jaunâtre au dehors, grisâtre au dedans.	
				Opacification; cassure striée; couleur gris très-foncé.	
	— olivâtre. . . .	Idem. . . .	Idem. . . .	gris-clair.	Opacification un peu moindre que dans la place F, et couleur plus verdâtre; stries plus saillantes dans la cassure.
					Transparence légèrement troublée par un dérangement dans la texture qui a été une disposition lamelleuse; couleur purpurine; cassure vitreuse.
Place B.	Les cinq substances.	Nul effet.			

(1) Il y a long-tems que j'ai observé, pour la première fois, que certains verres à gobletterie étant refondus, acquièrent une teinte plus ou moins purpurine, et que les vernis de poterie dans lesquels on introduit du manganèse ou du verre contenant de ce métal, sont sujets à contracter la même teinte. J'ai dit dans mon *Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux* (31), que les couleurs que les métaux contractent dans les composés vitreux, dépendent du degré de vitrification de ces composés, ce qui équivaut à dire que ces couleurs dépendent du degré

Cette expérience, que je n'ai pas été à portée de répéter, manque de plusieurs conditions pour être comparative; cependant, si elle n'apprend rien d'absolument nouveau, elle ne laisse pas d'appuyer les résultats des précédentes, en plusieurs points que le lecteur se rappellera aisément.

32. Dans toutes les expériences faites à de basses températures, j'avais observé que la plupart des pièces, lors même qu'elles n'avaient pas subi d'altération sensible, étaient enduites d'une poussière blanchâtre plus ou moins abondante. J'avais cru d'abord que c'était l'effet des cendres produites par le combustible; mais avec plus d'attention, je reconnus bientôt que dans certains verres, cette efflorescence était non-seulement plus marquée, mais même plus saline que dans d'autres. C'était surtout dans le blanc à gobletterie et celui à glaces qu'elle était le plus sensible. Cette observation m'engagea à faire quelques expériences que je ne rapporterai point ici, parce qu'elles s'écartent du sujet, mais dont il résulta que la plupart des verres du commerce retiennent une quantité plus ou moins considérable de sel surabondant qui se sublime lorsqu'on les refond. Ce sel n'aurait-il pas quelque influence sur l'opacification? Si cela était,

d'oxydation que les métaux acquièrent dans la vitrification. On en trouve la preuve, non-seulement ici où le verre à gobletterie a pris aux places F et E la teinte purpurine qu'il n'avait pas acquise à la place B, mais encore dans les 14^e. et 18^e. expériences, où deux verres plombés ont offert la même teinte, ne l'ayant manifesté dans aucune expérience antérieure, comme ils ne la manifesteront dans aucune expérience subséquente.

les espèces qui en retiennent le plus devraient être les plus susceptibles de s'opacifier.

33. Un moyen de s'en assurer, était de constater si dans les six espèces déjà éprouvées (quinzième, seizième et dix-septième expériences), celles qui ont montré le plus d'aptitude à l'opacification n'étaient pas aussi celles qui retiennent le plus de sel surabondant : à cette fin je pris un kilogramme de chacune des six espèces, et après les avoir fait pulvériser, je les mis en creusets couverts à la place *A*. Pendant toute la durée de la cuisson de la porcelaine, j'obtins les produits suivans :

20°. *Expérience.*

1. Verre plombeux.	Verre blanc limpide.	Sublimé très-abondant.
2. — à gobletterie	légèrement verdâtre <i>idem.</i>	très-faible.
3. — à vitres.	vert <i>idem.</i>	un peu plus abondant.
4. — à glaces.	bleuâtre <i>idem.</i>	plus abondant que dans les nos. 1 et 6 (1).
5. — terreux.	vert <i>idem.</i>	nul.
6. — à bouteilles.	glauque et laitueux.	très-abondant.

Les sublimés s'étaient attachés aux couvercles et à la partie vide des creusets, et les avaient enduits d'un vernis vitreux.

On voit ici que, si d'un côté le verre à glaces qui a montré le plus d'aptitude à l'opacification est en même tems celui qui a fourni le plus de sublimé, d'un autre côté le verre à gobletterie, dont l'aptitude à l'opacification s'est montré (quinzième expérience) presque égale à celle du verre à glaces, n'a fourni qu'un sublimé très-

(1) Ce résultat coïncide avec celui dont M. Guyton de Morveau fait mention dans son Mémoire précité. (*Annales de Chimie*, n°. 218, pag. 143.)

faible. On voit également que si le verre purement terreux, qui est un des plus difficiles à opacifier, n'a donné aucun sublimé, les verres plombeux, qui en ont donné beaucoup, ont paru encore moins opacifiables (dix-septième expériences); il n'y a donc pas lieu de croire que le plus ou le moins de sel contenu dans un verre, influe sur son aptitude à l'opacification.

34. Après avoir retiré ces différens verres de leurs creusets, je les fis piler et les remis dans d'autres creusets à la même place *A*: Il ne parut aucun sublimé, c'est-à-dire, que ni les parois, ni la partie vide des creusets ne contractèrent aucun enduit vitreux.

35. Voulant savoir si un verre ainsi privé de ses sels cessait d'être opacifiable, j'exposai à la place *B* un morceau de chacun des cinq espèces de verre salins retirés de l'opération précédente. Je crus voir un peu moins d'effet que dans les pièces non refondues; mais je dois convenir que la différence, s'il y en avait, était si peu sensible, que je n'ose la donner pour réelle, ce qui toutefois ne peut être regardé comme concluant; car dans des opérations semblables, on ne peut guère saisir que des résultats très-prononcés. Il en est qui sont si faibles qu'on ne peut les apprécier, quoiqu'ils soient susceptibles de devenir très-sensibles dans les travaux en grand. C'est ainsi que les verres plombeux, qui dans ces diverses expériences n'ont montré presque aucune aptitude à l'opacification, ne laissent pas de perdre sensiblement de leur limpidité, lorsque, soit par nécessité, soit par maladresse, l'ouvrier qui les

met en œuvre les passent et repassent trop de fois au feu pour leur conserver l'état de souplesse nécessaire à la manipulation (1).

36. Différentes observations étrangères au sujet, et qui trouveront place dans un autre Mémoire, n'ayant conduit à supposer que la proportion plus ou moins considérable de silice pouvait entrer pour quelque chose dans les causes de l'opacification, je composai différentes espèces de verre, tant salins et salino-métalliques, que purement terreux, dans lesquels les proportions de silice étaient variées. J'en soumis des fragmens à la place *B*, mais je n'en tirai pas d'éclaircissemens assez péremptoirs pour en pouvoir rien conclure. On verra cependant ci-après (trente-quatrième expérience) que le plus ou le moins de silice exerce une influence marquée sur l'opacification; mais comme il en est de même des autres terres, ce n'est qu'en les mettant toutes en jeu qu'on pourrait acquérir quelques notions précises sur cette matière.

37. Il me restait à éclaircir si, comme le suppose M. d'Artignes, *plus il entre de composans dans la nature d'un verre, plus il est susceptible de se dévitrifier promptement et facilement.*

On a pu remarquer que les résultats obtenus jusqu'ici n'appuient pas cette théorie; mais comme ce n'était pas avec des terres simples que j'avais exécuté le verre terreux qui a figuré dans les quinzième et seizième expériences, et que je ne connaissais pas les principes cons-

(1) Voyez ci-dessus, pag. 194, note première.

tituans, soit du verre de la charbonnière, soit des laitiers employés dans les dix-huit et dix-neuvième expériences, je n'avais sur la composition de ces produits d'autres lumières, sinon qu'elle n'admet rien que de purement terreux, ou pour parler plus exactement, qu'on n'y fait entrer rien de salin ni de plombeux; mais j'ignorais et l'espèce et le nombre des substances qui les constituent, ce qui ouvrait la porte à plus d'un doute.

38. Afin de les bannir, je fis prendre à la manufacture des produits chimiques de M. Vauquelin, six terres simples avec lesquelles je composai les quatre verres suivans :

A trois principes; silice, chaux, alumine.	
A quatre.	baryte.
A cinq.	magnésie.
A six.	strontiane.

De chacune des masses que formaient ces différens verres, je détachai des fragmens minces et plats, dont l'épaisseur rentrait dans celle des verres ci-dessus éprouvés, et j'exposai ces fragmens à la place *B*.

21°. , 22°. et 23°. Expériences. 5 à 10°.

Je n'observai aucune altération sensible, si ce n'est dans un fragment de verre à trois principes qui avait pris un aspect poudreux à l'extérieur; mais ce phénomène, qui ne se répéta point dans les expériences itératives, tenait sans doute à quelque accident étranger à l'objet qui nous occupe.

39. Ayant repassé les mêmes pièces deux fois à la même place, je crus reconnaître une apparence d'altération; mais elle était si peu sensible qu'elle ne mérite pas de fixer l'attention.

40. On verra ci-après (trente-unième expérience), que j'ai vitrifié des marnes (1) du Jura et des environs de Paris. On verra également (trente-cinquième expérience), que j'ai augmenté la fusibilité du verre à bouteilles opacifiés en y ajoutant du sulfate de chaux. J'ai pris des fragmens de laitier de haut fourneau d'origine inconnue et je les ai exposés au globe du four de la manufacture impériale de porcelaine de Sèvres (place *E*) pendant toute la durée de la cuisson.

24^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante. 20 à 30°.*

Verre de marne du Jura	}	Casure terreuse; couleur olivâtre.
— des environs de Paris		
— à bouteilles avec $\frac{1}{14}$ ^e . sulfate de chaux.	}	Cassure vitreuse; couleur changée; et de noire qu'elle était, devenue fauve au dehors, brun-violet au dedans.
— avec $\frac{1}{16}$ ^e . <i>id.</i>		
— avec $\frac{1}{20}$ ^e . <i>id.</i>	}	Nulle tendance à l'état terreux; commencement de fusion.
Laitier de haut fourneau remis par l'Administration des Mines.		
— de haut fourneau remis par M. Hassenfratz.	}	Idem.
	}	Masse, partie grise, partie olivâtre; la première entièrement opacifiée, la seconde conservant le lisse et la cassure du verre.
	}	Masse d'un gris-bleuâtre, dont partie restée vitreuse, et l'autre ap- prochant de l'état terreux.

41. Enfin, pour voir ce que pourraient opérer des températures un peu plus élevées, et seulement ascendantes, je mis au four de

(1) Argiles calcarifères.

M. Mittenhoff ci-dessus mentionné (13) trois seulement des substances employées dans l'expérience précédente, n'ayant pas une suffisante quantité des autres pour les y joindre. Ces trois substances furent tirées du four à deux époques différentes pendant la durée de la cuisson, l'une six heures, l'autre trois heures avant la cessation du grand feu dont la durée ordinaire est d'environ douze heures, après quarante-huit heures de petit feu; en tout soixante heures.

25^e. *Expérience. Température ascendante.*

6 heures 30°	{	Verre de marne du Jura.	}	Surface dure et ridée; intérieur intact.
		— des environs de Paris.		
9 heures 18°	{	Laitier remis par M. Hassenfratz.	}	Changement à peine sensible dans leur, nul dans la texture. Opacification complète; tendance à la fusion.
6 heures 30°	{	Verre de marne du Jura.	}	Commencement de fusion; couleur olivâtre et terreuse; textures remplies de très-grosses bulles; opacification complète.
		— des environs de Paris.		
9 heures 18°	{	Laitier remis par M. Hassenfratz.	}	Amolissement; texture toujours très-vitreuse; couleur maron vif au dehors, rouge brun au dedans. Scorie d'un gris-blanchâtre extrêmement boursoufflée.

• Les résultats des cinq dernières expériences, joints à ceux des quinziesme, seiziesme, dix-septiesme et dix-huitiesme, ne présentent aucun sujet de croire que les verres purement terreux, ou ceux dans la composition desquels il entre le plus de composans soient plus facile à opacifier que les autres; car si les laitiers et le verre de marne du Jura ont montré de la disposition à contracter l'aspect terreux, les verres que j'ai composés, soit avec des terres simples, soit avec la marne des environs de Paris, s'y sont absolument refusés. Le verre à bouteille ordinaire a perdu son aptitude à l'opacification par

une addition de sulfate de chaux ; et le verre à bouteilles de la charbonnière en a montré beaucoup moins que ceux qui ne sont pas comme lui purement terreux.

42. Mon travail n'a porté que sur trois genres de verre, savoir : ceux qui admettent les alkalis dans leur composition ; ceux qui admettent les alkalis et le plomb ; enfin, ceux qui n'admettent aucune de ces substances, mais seulement des principes terreux. Bosc d'Antic, qui en a traité un quatrième, *le verre animal de Rouelle*, a trouvé qu'il était susceptible d'opacification (1).

43. Les verres et les laitiers ne sont pas les seuls corps vitreux qui soient modifiés par une basse température ; certaines variétés de porcelaines sont dans le même cas. Celles que leur composition chimique éloigne d'une certaine texture, celles qui étant composées pour acquérir cette texture, en sont éloignées par le défaut de cuisson, sont sujetes à éprouver, lorsqu'on les expose à la faible température qu'exige la cuisson de la dorure et des couleurs, divers accidens qui ne peuvent être détaillés ici, mais qui sont bien connus de ceux qui achètent des porcelaines unies pour les décorer.

(1) « Ce que M. Rouelle, dit-il (tom. 1^{er}, p. 235), a donné pour du verre en est bien réellement. Il en a toutes les propriétés : fusion pâteuse, transparence, indissolubilité dans les acides minéraux, dureté, fragilité ; et M. Proust, apothicaire major distingué, gagnant maître à l'Hôpital général, l'a converti, à ma prière, par la cémentation avec la chaux, en porcelaine de Beau-mur ».

44. Une observation que j'ai répétée assez souvent pour pouvoir compter dessus, c'est que parmi les différentes espèces plus ou moins susceptibles d'opacification que j'ai traitées, il en est qui perdent toute leur ténacité, tels sont le verre à glaces et certains verres à gobletterie ; le verre à vitres, au contraire, ainsi que le verre à bouteilles et certains laitiers, non-seulement conservent leur ténacité, mais encore en acquiert un surcroît très-sensible.

45. En rattachant cette observation à une infinité d'autres relatives aux composés céramiques, je crois pouvoir attribuer la perte de la ténacité dans les verres blancs, à ce qu'ils n'admettent que peu de terres autres que la silice qui imprime toujours aux corps vitreux une certaine rigidité. Cette opinion est aussi elle de M. d'Artigues ; il serait trop long d'en développer ici les motifs, je le ferai dans un autre Mémoire, c'est-à-dire, quand je traiterai des poteries.

46. Si on suit la marche de l'opacification qui s'opère dans les verres à bouteilles et à vitres traités à l'état solide, on verra leur texture s'altérer par degré, et contracter diverses dispositions plus ou moins régulières et symétriques, espèces de cristallisations. A mesure que le phénomène augmente, soit par l'élévation, soit par la durée de la température, soit par ces deux causes réunies, la texture s'altère de plus en plus, et les apparences vitreuses disparaissent au point que le solide finit par ressembler à certaines pierres ; mais si on continue d'élever la température, la fusion survient et rétablit le verre dans son véritable état.

47. Il est constant que le verre qui a subi l'opacification de la première espèce est d'une fusion plus difficile que celui qui ne l'a pas subi, et même que celle du composé qui l'a produit (1). Aussi ceux qui fabriquent des verres susceptibles de cette espèce d'opacification, ne peuvent-ils faire entrer dans leurs composés qu'une certaine proportion de fragmens de verre vulgairement appelés *calcin* ou *grezin* (2). La raison en est que ces fragmens ne peuvent arriver à l'état de fusion convenable, qu'en passant par une température inférieure à celle qui opère cette fusion; d'où résulte nécessairement un certain degré d'opacification qui les rend d'autant plus difficiles à fondre, ce qui influe sur la fusibilité des composés dans lesquels ils sont admis; et la preuve que ce n'est point à l'action du refroidissement lent, mais à celle d'une basse température que le *grezin* doit cette propriété de retarder la fusion, c'est qu'il produit cet effet d'une manière plus marquée lorsqu'il a été calciné avec la fritte, que lorsqu'il ne l'a pas été (3). Or, dans la calcination qu'on lui fait subir avec la fritte, comme dans les degrés d'échauffement par lesquels il arrive à la fusion, tout est opposé à l'idée d'un refroidissement lent.

(1) Sir James Hall a observé que les laves et les basaltes qui ont subi le refroidissement lent, après avoir été fondus, exigent, pour être refondus, une température plus élevée que celle qui avait opéré la première fusion.

(2) Voyez Bosc d'Antic, tom. 1, p. 213, en observant que sa note ne porte pas sur les verres plombés dont la fabrication n'était pas introduite en France de son temps.

(3) Voyez le même, *ibid.*

48. La refonte du verre opacifié à l'état solide paraît être d'autant plus difficile, que le degré d'opacification a été porté plus loin, soit par la durée, soit par l'élévation de la température convenable à la production de ce phénomène. De là vient que les verres à bouteilles ordinaires qui avant d'être opacifiés sont presque toujours (1) moins fusibles que les autres espèces, deviennent si difficiles à fondre lorsqu'ils ont subi le plus haut degré d'opacification, que quelques personnes les ont regardés comme infusibles; ce qui n'a pas peu contribué à les faire considérer comme dévitrifiés.

49. Bosc d'Antic, entre autres, est tombé dans cette erreur au sujet du verre et du laitier convertis en porcelaine de Réaumur (2).

50. J'ai exposé à plusieurs reprises, dans des fours à porcelaine et à terre anglaise à diverses températures, depuis 60 jusqu'à 110° et au-delà, soit des verres à bouteilles ordinaires et à

(1) Ce rapport entre les degrés de fusibilité des différentes pièces de verre n'a rien de général. Certains verres à bouteilles sont autant ou même plus fusibles que certains verres à vitres.

(2) « Il est aisé, dit-il (tom. 1, p. 177), de construire » un fourneau sur cintres avec ces briques (de laitier). . . . » de tenir simplement rouge-cerise l'intérieur de ce four- » neau pendant dix jours, et ensuite de lui faire subir sans » crainte le feu le plus violent. . . . Le laitier s'est con- » verti en porcelaine de verre la plus réfractaire, la plus ca- » pable que je connaisse de résister à l'action du feu le plus » violent et le plus long-tems continué. Et plus loin (p. 242), » le verre ne devient réellement le plus fixe et le moins des- » tructible des métaux que par sa conversion en porcelaine; » mais dans cet état, il n'est plus verre, il a perdu sa fusibi- » lité, sa transparence, son élasticité, etc. »

vitres, soit des laitiers, et je les ai portés à ce degré d'opacification qu'on peut appeler *l'état pierreux*; les ayant ensuite repassés dans les fours à porcelaine à des températures plus élevées, telles que d'environ 100 à 140°, selon que les espèces étaient plus ou moins réfractaires, aucune n'a résisté à la fusion. Seulement les laitiers ont fondu à une température moins élevée que les verres à vitres, et ceux-ci, à leur tour, ont fondu à une température plus faible que les verres à bouteilles ordinaires, qui même après avoir été complètement liquéfiés, n'ont jamais repris complètement leur transparence: phénomène qui n'arrive pas dans la refonte du verre à bouteilles de la charbonnière ci-dessus citée (30), et qui sera discuté dans la seconde partie de ce Mémoire.

51. Ramenés à l'état vitreux, les verres à vitres et à bouteilles retiennent souvent en suspension de petits solides opaques de formes plus ou moins régulières, auxquels on a donné le nom de *crystallites*. Je distingue deux espèces de celles-ci, les unes ne sont que le reste de celles dont la réunion constituait *l'état pierreux* qui a précédé la fusion, et semblent provenir de certaines substances, qui étant surabondantes dans le composé, rentrent plus difficilement en dissolution que celles qui ne s'y trouvent qu'en proportion convenable; les autres sont formées par des substances absolument étrangères au composé, et qui lui ont été fournies par les briques, les creusets ou diversés causes accidentelles qui se présentent fréquemment dans la fabrication.

Les premières sont d'autant plus abondantes,
que

que la température à laquelle s'est opérée la refonte a été plus basse. Si on refond à des températures différentes plusieurs masses du même verre opacifié, on obtiendra beaucoup de cristallites dans celui qui n'aura pas subi un degré de feu suffisant; il n'en restera aucune dans celui dont la refonte sera complète.

Il en sera de même des secondes, à moins que les substances étrangères qui les ont produites ne soient trop abondantes ou trop peu solubles.

On conçoit qu'une grande vitrescibilité opérant le même effet pour la dissolution vitreuse qu'une haute température, les verres dont la composition est très-vitrescible doivent offrir moins de cristallites que ceux dont la composition est réfractaire. Aussi les verres à glaces et à gobletterie qui sont plus fusibles que ceux à vitres et à bouteilles ordinaires étant refondus aux mêmes températures que ces derniers, n'offrent point de cristallites à moins de circonstances particulières.

52. Une masse de verre contenant des cristallites de la première espèce étant donnée, si on la repasse à une température supérieure à celle qu'elle avait précédemment subie, ces cristallites disparaîtront d'autant plus complètement que la nouvelle température sera plus élevée; il en sera de même si on ajoute une suffisante quantité de fondant, ce qui est identique. Une masse de verre limpide étant donnée, si on y ajoute seulement des substances soit absolument étrangères, soit seulement surabondantes, c'est-à-dire qui, quoique de même nature que celles que forme le composé, ex-

cèdent les proportions convenables, la dissolution sera incomplète, il se formera des cristallites de la seconde espèce.

Pour démontrer ces deux proportions, j'ai pris du verre à vitres opacifié et non opacifié; j'y ai ajouté diverses substances, et je l'ai soumis à diverses températures ainsi qu'il suit:

26^e. *Expérience. Températures ascendante et descendante.*

A 80°	N ^o . 1.	Verre à vitres opacifié. 3pa. Potasse. 1	} Verre limpide.
A 100°	N ^o . 3.	Le même, seul.	} Masse, partie limpide, partie opaque.
	N ^o . 4.	Le même, seul.	} Verre entièrement limpide.
	N ^o . 5.	Verre à vitres. . . 10 Sable quartzeux. 1	} <i>Idem.</i>
	N ^o . 7.	Verre à vitres. . . 10 Sulfate de chaux. 1	} Verre dont la limpidité est troublée par des cristallites, astériques et par quelques trainées amorphes et laiteuses.
	N ^o . 9.	Verre à vitres. . . 20 Sulfate de chaux. 1	} Verre dans lequel nage un très-petit nombre de cristallites.

Ces résultats prouvent, savoir : les quatre premiers, que la présence des cristallites de la première espèce tient à ce que la dissolution

vitreuse est plus ou moins établie dans le verre opacifié par l'influence de la température et du fondant. Les six derniers, que les cristallites de la seconde espèce sont plus ou moins nombreuses dans un verre, selon que les substances étrangères y sont plus ou moins abondantes, et plus ou moins solubles. Il est tout simple que la forme des unes et des autres varie selon la nature des substances auxquelles elles sont dues (1).

53. On connaît les belles cristallites annoncées il y a quelques années par M. *Pajot-des-Charmes*, et dont M. *d'Artigues* fait mention dans son Mémoire ci-dessus cité. Quelques personnes les ont regardées comme un exemple de la disposition du verre à cristalliser. Sans rien préjuger sur la question de savoir si le verre est cristallisable, il suffit d'observer les cristallites avec quelque soin, et de réfléchir sur leur origine, pour demeurer convaincu qu'elles ne forment pas un véritable verre. Elles sont plus ou moins vitrescibles à la vérité, mais toujours plus ou moins éloignées de l'état vitreux, lors même qu'elles ne sont pas étrangères au verre dans lequel elles sont seulement suspendues; elles ne peuvent devenir parties constituantes de ce verre, qu'autant que les circonstances qui concourent à la vitrification les ramènent à l'état vitreux; autrement dit, elles ne peuvent devenir véritablement verre qu'en cessant d'être cristallites.

54. Avant d'avoir éprouvé que le verre de-

(1) Le même verre ne cristallise pas toujours de la même manière à différentes températures.

venu *pieux* par l'opacification, peut redevenir vitreux par une fusion subséquente, je le supposais chimiquement dénaturé, et j'étais d'autant plus porté vers cette opinion, que toutes les fois que j'avais refondu du verre, il avait perdu de son poids. J'ignorais encore que cette perte, due à la sublimation qui s'est manifestée dans la 20^e expérience, fût soumise à des bornes.

Les assertions de plusieurs maîtres de verreries, notamment celles de *Bosc-d'Antic* (1), avaient encore contribué à me confirmer dans cette façon de voir, en conséquence, de laquelle j'ai avancé (2), *qu'à une température plus élevée ou trop long-tems soutenue, la vitrification est outre-passée, et que le produit perd sa transparence, et est ramené à l'état terreux.*

M. d'Artigues est d'avis contraire, et comme il a formellement insisté dans nos entretiens à ce sujet, sur ce que j'étais dans l'erreur, je n'ai pu manquer de prendre en considération un avis d'un si grand poids, et je me suis mis en mesure de le constater.

55. A cet effet, j'ai pris six creusets de pla-

(1) « La plupart des savans, dit cet auteur (tom. 1, pag. 242), ont cru devoir ajouter que le verre était la substance connue la plus fixe et la plus indestructible. » Nous nous flattons d'avoir solidement prouvé que cette opinion est dénuée de tout fondement; que le verre se décompose continuellement au feu, soit pendant la fusion, soit pendant le travail, et qu'il se décompose complètement par la cémentation ».

(2) *Essai sur les Corps vitreux colorés par les métaux*, pages 13 et 14.

tine, ceux de terre m'étant suspects, et les ayant remplis des six espèces de verre employées dans la 13^e expérience, je les ai exposés plusieurs fois à la place A pendant toute la durée de la cuisson de la porcelaine.

27^e. et 28^e. *Expériences de 100 à 130°.*

Dès la première opération, le verre plombé a paru altéré dans sa transparence, qui est devenue laiteuse.

A la seconde opération, l'effet était plus prononcé, l'opacité était la même que dans un verre à bouteilles long-tems soumis à l'opacification de la première espèce. Le platine du creuset était transpercé en plusieurs endroits, surtout vers le fond dont l'extérieur était tapissé de mamelons.

Je cessai de repasser cette espèce au feu; mais y ayant exposé de nouveau les cinq autres espèces, à plusieurs reprises, je n'y remarquai aucune altération, si ce n'est dans le verre à bouteilles qui, à chaque fois, avait contracté cette opacité laiteuse qui s'y manifeste toujours quand il refroidit lentement après la fusion, et qui constitue l'opacification de la seconde espèce, laquelle fera l'objet de la seconde partie de ce Mémoire.

56. On sait que le plomb agit sur le platine; ainsi, l'altération d'un verre plombé dans un creuset de platine, à une haute température (1), est un effet tout naturel. Mais l'état

(1) Cette altération n'a point lieu à de basses températures.

d'inaltérabilité où se sont maintenues (les cinq autres espèces, milite en faveur de l'opinion de M. d'Artigues, que le verre n'est point altéré par une température trop élevée ou trop longtemps soutenue.

Dans le prochain Numéro, nous ferons connaître la suite de ce Mémoire.

Cette suite a pour objet les expériences relatives à l'opacification de la seconde espèce.

M É M O I R E

Sur la Montagne dite Taberg, près de Jönköping, dans la province de Smolande en Suède;

Par M. le Docteur HAUSMANN, Inspecteur-général des Mines, à Cassel en Westphalie.

Traduit de l'*Annuaire Minéralogique*, rédigé par C. C. LÉONHARD, cinquième année; par JEAN-JACQUES NORRGERATH DE BÖRN, Membre de la Société minéralogique de Jena, et Correspondant de celle de la Wetteravie à Hanau, etc.

LA ville de *Jönköping* est située sur une langue de terre étroite, entre le lac immense de *Wettern*, et deux autres petits lacs, ceux de *Munk* et de *Rock*, qui comparés au premier ne semblent être que des étangs. Les montagnes qui forment la vallée demi-circulaire, dans laquelle se trouvent la ville et ces lacs, sont formées; autant que j'ai pu les observer, d'un *gneiss* qui se rapproche souvent du schiste micacé et rarement du granite. Les mica gris et blanc s'y montrent le plus souvent en abondance, et forment même des couches non interrompues, ce qui est ordinaire au schiste micacé. Mais le feldspath de couleur de chair, qui n'est jamais tout-à-fait absent de la roche, caractérise ici le *gneiss*. Le mica, par sa quantité prédominante, empêche le feldspath de se répandre également dans toutes les parties de la masse, et le premier renferme