

2^E ÉDITION

LES
LIVRES D'OR
DE LA
SCIENCE

SECTION INDUSTRIELLE

Paul FRICK
LE VERRE

PETITE
ENCYCLOPÉDIE
POPULAIRE
ILLUSTRÉE
DES SCIENCES, DES LETTRES & DES ARTS.

PARIS
LIBRAIRIE C REINWALD
CHLEICHER FRÈRES, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS PÈRES, 15

24

1^{fr} 50 net

1901



Le Verre

LES LIVRES D'OR DE LA SCIENCE

MUSEE COMMERCIAL & COLONIAL
11 JUIN 1947
N. 76

Le Verre

PAR

P. FRICK

Ingénieur des Constructions Civiles

Avec Figures dans le texte

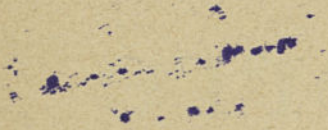


PARIS

LIBRAIRIE C. REINWALD
SCHLEICHER FRÈRES, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

1901

Droits de traduction et de reproduction réservés pour tous les pays,
y compris la Suède et la Norvège.



LE VERRE

I

Histoire du Verre.

« La tradition rapporte que des marchands de natron (1) qui abordèrent un jour à l'embouchure du Bélus (Phénicie) voulurent faire cuire leurs aliments et, ne trouvant aucune pierre qui pût servir de support à leur chaudière, y suppléèrent avec des blocs de natron qu'ils tirèrent de leur vaisseau. Le natron entrant en fusion sous l'action du feu et s'étant mêlé au sable de la plage, ces hommes virent couler un liquide nouveau et transparent : d'où vient, dit-on, l'origine du verre. » — Ces lignes sont de Pline lui-même qui, dans son *Histoire naturelle*, nous raconte cette anecdote (2).

Est-ce un fait historique ou une légende ? la seconde hypothèse nous paraît plus probable : il nous semble difficile d'admettre que la chaleur du foyer de ces marchands ait été assez puissante

(1) Carbonate de soude.

(2) Livre XXXVI, § 26.

pour donner naissance à du verre, dont la production exige une température excessivement élevée. Quoi qu'il en soit, la légende n'a pu s'établir d'elle-même, sans cause réelle. D'ailleurs le sable du Bélus a, grâce à sa pureté, joui durant tout l'antiquité d'une très grande réputation : dès le IV^e siècle avant Jésus-Christ, Théophraste citait des verreries phéniciennes établies sur les bords de ce fleuve; plus tard Josèphe, Tacite, Strabon parlent à leur tour de cette région favorisée.

A quelle époque précise remonterait l'origine du verre, nul ne le saurait dire; mais ce qu'on peut affirmer, c'est qu'elle est excessivement reculée. Il est fait mention du verre en deux passages d'un des plus anciens monuments de la pensée humaine, la Bible :

On n'égalera à la sagesse ni l'or ni le cristal; on ne la donnera pas en échange pour des vases d'or (*Job*, chapitre XXVIII, verset 17).

Ne regardez point le vin lorsqu'il paraît clair, lorsque sa couleur brille dans le verre (1), (*Proverbes*, chapitre XXII, verset 31).

(1) Peut-être ne peut-on en toute rigueur considérer le passage du livre de Job comme un argument irréfutable en faveur de l'ancienneté du verre. Le texte de la leçon grecque contient le mot *ύαλος* qui signifie aussi bien *cristal de roche* (quartz hyalin) que *verre, cristal fabriqué*. Il semble même que, la comparaison ait en vue le cristal de roche seul, encore aujourd'hui matière d'une certaine valeur, pour bien appuyer sur tout le prix de la sagesse, et ce qui confirme cette hypothèse, c'est que l'or est également cité. Mais l'objection ne saurait s'appliquer au verset des Proverbes. Ici la figure comporte des termes moins élevés; l'auteur, pour bien faire ressortir sa pensée, a soin de ne choisir que des choses ordinaires et le même mot *ύαλος* ne peut que signifier *verre*: il n'y a aucun doute à cet égard.

Il est démontré, soit par les résultats des fouilles, soit par la lecture des ouvrages, que les peuples antiques, Perses, Mèdes, Assyriens, possédaient des fabriques de verre dont les produits étaient exportés au loin par les flottes de Tyr. Ici comme ailleurs, l'Égypte, ce berceau d'une des civilisations les plus étonnantes du monde, est pour nous une mine de trésors incomparables.

Les fouilles y mettent constamment à jour des vases de verre entourés de papyrus, des *damedjan* comme on



Verriers égyptiens. (D'après les peintures de la nécropole de Beni-Hassan-Thèbes.)

les appelle encore dans le pays, ori-

gine de notre mot *dame-jeanne*. Les hypogées égyptiennes ne cessent de nous révéler des flacons où l'enchevêtrement des pâtes vitreuses de couleurs différentes est un témoin de fabrication savante. Les artistes de Thèbes imitaient les gemmes avec du verre, et M. Magne nous a montré des fragments de véritables émaux découpés, représentant des tiges de lotus, des ailes d'oiseaux, avec leurs couleurs propres, et qui servaient à orner les métopes polychromes de ces temples fameux des bords du Nil. Après des milliers d'années, ces fragments nous ont manifesté

leurs teintes éclatantes sur lesquelles le temps n'avait pu agir!

Pour arriver à un tel degré de perfection, il faut non seulement être artiste comme les anciens savaient l'être, mais encore réunir toutes les qualités que comporte le vocable d'*industriel*. En ce qui concerne Rome, on se plaît souvent à considérer sa civilisation comme étant avant tout spéculative et nombreux sont ceux qui



Verreries égyptiennes.

se refusent à concevoir un « industriel romain ». Pline se charge de dessiller les yeux quand, en quelques lignes, il nous fait un cours complet sur la fabrication du verre à cette époque.

C'était à Cumès, au nord de la baie de Naples, qu'on trouvait le meilleur sable : on le broyait au pilon ou à la meule, on y mélangeait trois parties de nitre et on le mettait en fusion pour obtenir de l'*ammonitron*. L'*ammonitron* fondu une seconde fois produisait du verre blanc en masse auquel le soufflage, après une troisième fusion, donnait toutes sortes de formes. Les Romains

étaient donc des verriers consommés. Sans doute, s'ils suivaient des recettes qui nous semblent bien naïves, comme de mélanger au verre de l'aimant « parce que, dit Pline, l'aimant attire la liqueur du verre autant que le fer (1) », s'ils croyaient obtenir une plus grande pureté par l'adjonction d'écaillés de poisson, ils avaient, par contre, fait des remarques des plus importantes. Ils constataient, par exemple, que le meilleur



Verreries romaines.

combustible était le bois menu et bien sec « parce que la fumée obscurcissait la matière », écueil contre lequel la verrerie moderne n'a pas toujours lutté avec succès.

Toutes les applications du verre, qui nous semblent être un monopole des temps modernes,

(1) Et pourtant sous cette naïveté se cache peut-être une idée vraiment géniale. Comme nous le verrons plus loin, on combat la formation de bulles dans la masse en fusion par des brassages énergiques ou par l'adjonction d'arsenic qui les fait remonter à la surface. Les Romains n'ont-ils pas voulu les éviter en essayant de concentrer, d'agréger mutuellement par un moyen physique les molécules de verre fluide? Frappés de l'action de l'aimant sur la limaille de fer, ils ont été conduits, par déduction, à en essayer l'application au verre fondu et ont peut-être cru réussir dans leur tentative.

pièces coulées et moulées avec ou sans reliefs, verres colorés, les Romains les connaissaient déjà et l'Histoire naturelle ajoute textuellement : « on trouva aussi le moyen de faire des miroirs ». Ces simples mots sont pour nous une révélation. Nous connaissions bien les antiques miroirs métalliques, un des premiers produits de l'industrie humaine, car sans miroirs la coquetterie pourrait-elle exister? Nous savions que les anciens étaient parvenus à vaincre dans leur fabrication toutes les difficultés : n'était-ce pas à l'aide d'énormes calottes métalliques réfléchissantes qu'Archimède était arrivé à incendier la flotte romaine qui bloquait Syracuse? Mais Pline est le premier auteur qui nous cite les miroirs en verre sans, malheureusement, nous donner, lui parfois si prolix, d'autre indication que cette simple phrase de son traité.

Pour augmenter le pouvoir réfléchissant du verre, on collait sur sa face postérieure de minces feuilles d'argent. Jusqu'à ces derniers temps on considérait ce procédé comme seul connu des anciens, mais aujourd'hui la question se trouve élargie. Le musée Guimet possède depuis peu des miroirs trouvés à Aptinoë (Égypte) et datant de l'époque romaine. Ils sont carrés à angles arrondis et ont des dimensions minimales, 50 millimètres de côté au maximum. M. Berthelot, à qui ils furent soumis, remarqua qu'ils étaient convexes et d'une minceur extrême et reconnut qu'ils avaient été découpés dans des sphères soufflées (de la même manière que nous obtenons les verres de montres) dans lesquelles on avait au préalable

versé du *plomb fondu* : la minceur du verre, en facilitant sa dilatation, l'avait empêché d'éclater sous l'action de la chaleur (1). Quel horizon cette découverte nous ouvre sur le talent des ouvriers anciens !

Les miroirs de verre n'étaient pas très répandus, sans doute à cause de leurs petites dimensions et de leur bombement qui déformait les images. D'ailleurs, les Romains, essentiellement pratiques, ne pouvaient que reprocher vivement au verre la facilité avec laquelle il se brise, de sorte que cette substance était pour ce peuple symboliste l'image de la fragilité même. « *Fortuna vitrea est, tum quum splendet, frangitur* (2) », s'écriait avec mélancolie Publius Syrus. Il semble, de même, que l'usage des vitres n'ait pas été général chez les Romains. Et pourtant ils les connaissaient. Nous savons par Pline que Marcellus Scaurus en avait installé dans son fameux théâtre qui pouvait contenir quatre-vingt mille spectateurs (3); les fouilles de Pompéi ont mis à jour des vitres soufflées suivant une méthode analogue à celle d'Angleterre, d'autres encore coulées comme nos glaces modernes que nous croyions avoir in-

(1) Académie des sciences; séances des 4 octobre 1897 et 1^{er} août 1898.

(2) « La fortune est de verre; comme elle brille elle se brise. » Qui ne connaît la fameuse paraphrase de Godeau? (Ode au Roy) reproduite dans *Polyeucte* (IV, 2).

Mais leur gloire tombe à terre,
Et, comme elle a l'éclat du verre,
Elle en a la fragilité.

(3) *Histoire Naturelle*, XXXVI, 15.

ventées. Mais, en général, la douceur du climat permettait facilement de se passer de vitres. M. Dezobry, dans son savant ouvrage *Rome au siècle d'Auguste*, suppose que devant les fenêtres on faisait tomber des toiles transparentes, et ajoute, en se rapportant à l'autorité de Pline, que ce ne serait qu'après Jésus-Christ qu'on aurait employé la pierre spéculaire qui devait être le mica.

La verrerie romaine devait donc plutôt s'appliquer à créer de menus objets, des *bibelots* comme nous dirions. Martial parle de pions en verre pour jouer aux échecs (*vitreus hostis*). Macrobe nous rapporte une amusante application du verre : les marchands de comestibles disposaient des boules de verre pleines d'eau sur leurs étaalages, en avant de ceux de leurs produits dont ils voulaient forcer la vente. Les foies gras, les oursins et autres bonnes choses paraissaient ainsi plus gros qu'ils étaient en réalité et acquéraient des proportions dignes d'attirer sur eux le regard le plus bienveillant du plus raffiné des gastronomes. Mais voici qui est plus sérieux. A l'époque de Tibère un verrier trouva, rapporte Pline, le moyen de rendre le verre *malléable*; malheureusement son invention ne put être mise en pratique devant la crainte de l'empereur de voir du coup diminuer le crédit dont jouissaient l'or, l'argent et le bronze. Enfin Sénèque parle dans ses *Questions naturelles* (Liv. I), en termes malheureusement fort vagues, « de lingots de verre étroits qui décomposent la lumière ». Il connaissait donc la propriété des prismes...

Le nombre des verriers s'accroît de jour en jour : sous Alexandre Sévère (III^e siècle), ils sont si nombreux à Rome qu'ils forment un quartier spécial. C'est de cette époque que date le splendide vase connu sous le nom de Barberini, et que possède le British Museum. Strasbourg comptait au nombre de ses richesses un magnifique exemplaire de vase *réti-culé*, c'est-à-dire recouvert d'un véritable filet à jour constitué par une pâte autre que celle du corps proprement dit. Il avait appartenu à Maximilien. Il a fallu que le bombardement de la ville par les Allemands en 1870 anéantit ce véritable joyau.



Vase Barberini.

Malgré leur nombre et la réputation de leur produits, ce n'est qu'en 336 qu'une loi de Constantin mentionne pour la première fois la profession des verriers. Elle leur octroie d'importants privilèges ; en particulier elle les exempte d'impôts. Byzance devient dès lors le grand centre de la verrerie. Sans toutefois la monopoliser tout à fait, car on trouve un peu partout des miroirs en verre revêtus de métal datant de cette époque, aussi bien à Reims qu'à Sofia. C'est encore le plomb qu'on emploie, mais bientôt l'étain va le

remplacer si on en juge d'après cette phrase des *Problèmes* d'Alexandre d'Aphrodisie (III^e siècle) :

Διὰ τί τὰ ὕελινα κάτοπτρα λάμπουσιν ἄγαν; ὅτι ἐνδοθεν αὐτὰ κρῖουσι ΚΑΣΣΙΤΕΡΩ.

« Par quel moyen donne-t-on au verre un brillant éclat? en le revêtant d'étain à l'intérieur (1) ». Ce ne sera qu'au XIII^e siècle qu'un texte parlera à nouveau du plomb : des miroirs de verre recouverts de plomb, « *specula vitrea plumbo subducta* » (Vincent de Beauvais, *Speculum naturale*).

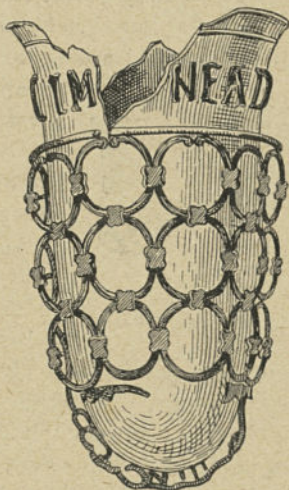
Il faut dire toutefois que les miroirs de verre n'ont jamais été bien prisés ; on fabrique surtout ces petits objets, flacons, plateaux, aiguières qui permettent au goût de l'artiste de se jouer en toute liberté. Au VI^e siècle apparaît une application nouvelle du verre, les vitres colorées dont font mention saint Jean Chrysostome et, après lui, Lactance et saint Jérôme.

Dans ces pays baignés de soleil qui formaient le foyer de la civilisation aux premiers siècles de l'ère chrétienne, le principe — le *substratum*, oserions-nous dire — de l'art, c'est la couleur. Déjà les Egyptiens nous avaient initiés à la décoration polychrome, mais rien n'approche de la richesse déployée à cette époque de la décadence. Partout la couleur vive, les tons chauds, la dorure à pro-

(1) Texte cité par Beckmann, *Geschichte der Erfindung*, et Blummer, *Gewerbe und Kunst in Alterthum*, et rappelé dans les communications de M. Berthelot dont nous avons précédemment parlé.

fusion. Ajoutons que les ouvertures, avec une atmosphère toujours sereine, ne sont pas obligées d'avoir de bien grandes dimensions pour apporter la lumière dans les moindres recoins de la salle la plus vaste. Dès lors, la vitre colorée de petit échantillon doit apparaître : elle est nécessaire, non pas tant pour servir de clôture que pour adoucir le jour trop vif et ne pas apporter de perturbation dans l'ordonnance générale du décor. C'est à l'église Sainte-Sophie qu'est faite, en 537, la première application de ces vitres colorées « qui brillent comme les prairies ornées de fleurs printanières » (Aurélius Prudence).

En Orient, sous l'influence de Constantinople, c'est, dans l'industrie du verre, le côté artistique qui domine, tandis qu'en Occident c'est plutôt le côté utilitaire. Les objets que nous ont légués les tombeaux mérovingiens sont principalement des objets de ménage très sobres en ornementation, comme ces vases à boire sans pied, terminés en pointe, trouvés à Envermeu (Normandie). En 664, l'usage des vitres nues est importé par



Vase réticulé du musée de Strasbourg.

le moine Béralt de France en Angleterre, d'où il s'introduit plus tard en Allemagne (1).

Il faut le reconnaître : pendant tout le Moyen Age le verre, ou *vouarre*, est plutôt un objet de luxe qu'on ne rencontre que chez les grands. Pourtant, à cause sans doute de sa fragilité, il occupe un rang plutôt inférieur dans le dénombrement de leurs richesses. Les inventaires appuient complaisamment sur la magnificence des



Verreries
mérovingiennes.

joyaux de l'orfèvrerie, et ce n'est qu'en passant, en quelque sorte par acquit de conscience, qu'ils parlent de verre : « un petit creuzequin de voirre blanc, à couvescle d'or et le pié aussi » (*Inventaire de Charles V, 1380*).

Mais on ne doit pas dire pour cela que le verre ait été peu employé : presque toujours des pièces de verre figurent dans les festins. Chaque fois que saint Louis invitait ses officiers à dîner avec lui, le plus grand plaisir du comte d'Eu, frère du roi, consistait à bombarder la table au moyen de projectiles de toute sorte lancés par une petite catapulte (*catapult*) qu'il avait construite lui-même spécialement dans ce but. Il visait tout particulièrement les « pos »

(1) En 1091, l'abbé Cosbut, prieur du monastère de Tegernsee en Bavière, écrivait au comte Arnold : « Jusqu'à présent les fenêtres de notre église n'étaient fermées qu'avec de vieilles toiles ; grâce à vous, pour la première fois, le soleil promène ses rayons sur le pavé de notre basilique... » (*Figuier, Merveilles de l'Industrie*).

et les « vouerres », au grand désespoir de l'excellent Joinville que moult affligeaient les mauvaises facéties du royal casseur d'assiettes.

Le Moyen Age voit paraître une foule de petits objets en verre qui font l'ornement de nos musées par leur grâce délicate et qui parfois présentent un caractère de touchante poésie : comme ces lacrymatoires auxquels les châtelaines éplorées confiaient leurs larmes à l'évocation de leurs nobles époux partis pour la Terre Sainte. Mais on fabrique surtout des vases à boire. La transparence du verre, qui permet d'admirer dans toute sa pureté la couleur du vin, qui même la rend plus belle encore, fait la renommée du verre. Peu à peu, le mot « verre » arrive ainsi par catachrèse à désigner le vase à boire, quelle que soit sa nature : « vairre d'argent doré à coste » (*Inventaire de Clémence de Hongrie, 1328*). La forme est toujours celle de la coupe; elle ne disparaîtra qu'au xvi^e siècle pour céder la place au « verre » tel que nous le connaissons aujourd'hui.

La bouteille fait à son tour apparition au xiii^e siècle : il est certain qu'en 1290 une verrerie spéciale pour les bouteilles fut établie à Quiquengrogne, près de la Capelle (Aisne) (1). Cette usine

(1) Si c'est la première *fabrique de bouteilles*, ce n'est certainement pas la plus ancienne *verrerie* dans le sens général du mot. Quant à indiquer pour celle-ci une date tant soit peu précise on ne saurait le faire avec assurance. Toutefois on sait que déjà en 1207 une fabrique était exploitée à la Roche-Guyon (ou Corbon), par Guillaume Guérard et Simon de Joui.

acquit bientôt une importance considérable et fut dotée de nombreux privilèges par plusieurs rois.

Les vitres, bien que connues depuis longtemps, ne jouissent pas encore d'une bien grande vogue. Les manoirs féodaux du Moyen Age, véritables forteresses, présentent un mélange de luxe inouï et de grossière rusticité. Leurs immenses salles, nues et froides, n'ont pour s'éclairer que des fenêtres garnies de lamelles de corne. Parfois un volet de bois obture la baie et n'est percé que de quelques ouvertures d'assez petites dimensions, fermées par des boudines ou assemblages de culots de verre enserrés dans du plomb. Mais encore cette riche installation ne se rencontre-t-elle que dans certains châteaux princiers, et souvent on prend la précaution de retirer les vitres des fenêtres pendant l'absence du maître pour ne les remettre en place qu'à son retour... Et les bourgeois des villes, moins heureux, n'auront pendant longtemps encore à leur usage que des vitres en corne; « les fenêtres doivent être bien closes de toile cirée ou autre, ou de parchemin ou autre chose ». (*Ménagier de Paris*, 1393). Jusqu'au xvii^e siècle, les vitres en verre seront rares, et les « chassissiers » seront chargés de garnir les fenêtres de papier huilé.

Depuis quelque temps se déroule un spectacle nouveau. L'an mil est passé et le monde n'a pas disparu. La foi se revivifie, de toutes parts s'élèvent ces cathédrales dont les flèches élancées semblent vouloir atteindre l'infini du ciel. Ce

ne sont plus des temples richement décorés, comme Sainte-Sophie, mais qui restent froids malgré leurs richesses. La nouvelle basilique parle à l'âme; l'homme veut, dans l'aspiration de sa foi, y éprouver, comme dit Châteaubriand, une sorte de frissonnement et de sentiment vague de la Divinité. De là ces voûtes majestueuses, découpées en dentelles, qui écrasent par leur légèreté, mais dont l'effet sera rendu plus saisissant encore par une lumière sombre, teintée seulement de lueurs nacrées. C'est alors que l'art produit une de ses plus brillantes créations : le vitrail. En réalité, le vitrail est plus ancien encore; les antiques chroniques des ix^e et x^e siècles mentionnent déjà des verrières qui résultent de l'assemblage de fragments de verres diversement colorés. Mais ce n'est qu'aux XII^e et XIII^e siècles que s'épanouit cet art vraiment français qui consiste à exécuter sur une feuille de verre une véritable peinture transparente faisant corps avec elle. Nous possédons encore des vitraux de cette époque qui sont parvenus jusqu'à nous, après avoir résisté aux injures du temps et surtout des hommes. Citer les vitraux de la Sainte-Chapelle, Bourges, Saint-Denis, c'est tout dire... visitez ces vénérables basiliques, contemplez-en les verrières, admirez sans réserves; ce sont de purs chefs-d'œuvre que vous avez devant les yeux.

Le peu qui nous reste de cette époque nous fait vivement regretter ce qui a disparu. Or dès 1292, quatorze maîtres s'adonnaient à cet art, établis dans la rue de la *Verrerie* (registre de la taille).

Le moine Théophile nous a laissé à ce sujet un manuel complet, *diversarum artium schedula*, où il décrit avec un tel soin tous les détails de la fabrication des vitraux qu'on sent en lui non pas seulement un historien érudit, mais un praticien des plus consommés. Ses recettes lui ont survécu, et aujourd'hui encore on n'a qu'à les suivre littéralement.

Les XIV^e et XV^e siècles voient apparaître une révolution dans l'art du vitrail. Le plomb, qui, à l'époque précédente, entourait chaque morceau de verre et augmentait ainsi la puissance des teintes, s'efface dans les parties claires et se dissimule dans les ombres; la raideur, qui faisait la poésie naïve des anciens vitraux, disparaît pour faire place au modelé. Qu'on nous pardonne l'expression : au « bonhomme » a succédé un « personnage ».

Au XIV^e siècle, Jean de Bruges trouve le moyen de colorer le verre en jaune par l'adjonction de sels d'argent; le vitrail produit ainsi des tons d'or du plus gracieux effet. Mais le grand siècle fut le XVI^e : l'illustre Palissy, sans connaissances spéciales, se met à « chercher les esmaus comme un homme qui taste en ténèbres », et son génie rencontre le succès. Le Sénonais Jean Cousin exécute les chefs-d'œuvre de Sainte-Eutrope à Sens et de Vincennes. Le bon Pinaigrier nous lègue les vitraux de Chartres et l'histoire de la Vierge à Saint-Gervais. Partout se fondent des écoles; à Paris, à Beauvais, Rouen, Auch. Les plus grands peintres ne dédaignent pas de composer des « cartons », Raphaël et Albert Durer.

C'est de cette époque que datent les merveilles de Montmorency.

L'art du verrier atteint alors des hauteurs telles qu'il ne peut plus que descendre. L'abus des tons clairs, introduits par Pinaigrier, tend à faire disparaître ce qui faisait la belle unité des vitraux des XII^e et XIII^e siècles, la vivacité des couleurs. « Puis, lorsque le goût du dessin s'est répandu et que la verrière n'a plus été une œuvre de décoration faite pour une place, mais plutôt la reproduction d'un tableau célèbre, on est arrivé à négliger la composition, à trouver gênante cette distribution des plombs qui était non seulement une garantie de durée pour l'œuvre, mais aussi une nécessité de construction et de décora-



Chronologie du Vitrail au Moyen Age.

XI ^e siècle.....	Quelques vitraux de la cathédrale de Reims.	Personnages petits, à gestes raides, dessins incorrects, cartouches en trèfle, fonds bleus en mosaïque, encadrements rouges.
XII ^e siècle.....	Cathédrale de Reims; basilique de St-Denis.	Mêmes caractères généraux qu'à l'époque précédente, mais les personnages sont de grandeur naturelle.
XIII ^e siècle.....	Cathédrales de Chartres, Paris, Rouen; Sainte-Chapelle, Saint-Germain-des-Prés, à Paris; Saint-Étienne, à Bourges.....	Plus grande correction dans le dessin, apparition des demi-teintes et des ombres où se cachent les plombs, fonds unis, cartouches à clochetons gothiques.
XIV ^e siècle.....	Cathédrales de Chartres, Noyon; Saint-Séverin, à Paris.....	Fonds or, draperies riches, disposition des encadrements.
XV ^e siècle.....	Cathédrale de Clermont; palais de justice de Reims.....	Fonds en grisaille, les plombs deviennent rares, apparition des émaux.
XVI ^e siècle.....	Saint-Gervais, Saint-Étienne-du-Mont, à Paris; chapelles de Vincennes, d'Ecouen; église de Montmorency.....	

(Décadence.)

tion; on a abusé des émaux... De décadence en décadence, on a composé des vitraux à l'aide de gravures, et, lorsque j'ai étudié les œuvres du xvi^e siècle, j'ai pu démontrer que pour les verrières des églises d'Ecouen, de Gisors, de Conches, réputées originales, on avait emprunté, ici aux gravures du *maître au dé*, là aux gravures du *maître à l'étoile*, des figures et des scènes entières en les démarquant. Dès la fin du xvi^e siècle, le vitrail avait cessé d'exister. Sa renaissance ne date pas de cinquante années (1) », avec Maréchal, Didron, Géroente, Coffetier et Champigneulle.

Pendant que notre attention se portait sur l'industrie verrière dans notre France, un fait nouveau se passait à l'étranger. Une ville perdue dans les lagunes d'une région marécageuse se voyait conférer par le pape Alexandre III le titre de puissance. Alors l'orgueil de Venise n'a plus de bornes; elle veut être la reine du monde et son doge se marie avec l'Adriatique. Ses marins, habiles commerçants, deviennent les maîtres de la Méditerranée chrétienne, et ce sont ses navires qui doivent transporter en Palestine les armées de la quatrième croisade.

Le but du voyage, qui devait être Jérusalem, devint Byzance : la croisade échouait, mais tout n'est pas perdu pour Venise. Elle apprend à connaître la prospérité de la vieille cité byzantine et forme le projet de devenir à sa place le foyer de

(1) Magne, *Conférence sur l'art dans les industries de la terre et du verre*, au 26^e congrès des Architectes français (juin 1898).

l'industrie verrière. Par de larges promesses elle arrive à attirer à elle les meilleurs ouvriers du Bosphore, et son rêve est réalisé (xii^e siècle).

Venise constituait une république, mais quel singulier contraste avec nos idées modernes à cet égard ! Egalité bien mesquine quand un doge avait le pouvoir le plus absolu, quand le Conseil des Dix formait un tribunal sans appel. Fraternité : oh ! combien vaine alors que les inquisiteurs accomplissaient leurs fonctions haineuses au delà même des frontières de l'État et que le poignard ou le poison les aidaient dans leur vengeance. Liberté : néant complet. Le socialisme d'État est poussé à son maximum. L'industrie du verre doit faire la grandeur de la république ; elle ne passera pas à l'étranger. Le Conseil le veut : il poursuivra son but contre le monde entier, contre Dieu s'il le faut, contre le diable. Ainsi les verriers formeront un quartier à part, nul ne pourra les voir, ils ne se marieront qu'entre eux et leurs enfants seront verriers. Et cela ne suffit pas. En 1291, le Conseil leur assigne comme résidence l'île de Murano ; il les surveillera alors plus facilement tandis qu'il leur fera croire que la mesure est provoquée par la crainte de l'incendie. Pour donner le change à cette captivité il les nomme citoyens de l'État, leur confère le droit de prétendre aux plus hautes charges ; bientôt même, en 1383, il les déclarera nobles. En même temps il s'empresse de tempérer cette libéralité, fait comprendre que les verriers restent quand même asservis à son bon vouloir et édicte à leur égard les mesures les plus

rigoureuses. Défense de divulguer un secret à qui que ce soit : toutes les dispositions sont prises pour enlever du monde, *togliere del mundo*, le délinquant. « Si quelque ouvrier ou artiste transporte son art en pays étranger, il lui sera envoyé l'ordre de revenir. S'il n'obéit pas, on mettra en prison les personnes qui lui appartiennent de plus près afin de le déterminer à l'obéissance par l'intérêt qu'il leur porte. S'il revient, le passé lui sera pardonné... Si, malgré l'emprisonnement de ses parents, il s'obstine à vouloir demeurer à l'étranger, on chargera quelque émissaire de le tuer et, après sa mort, ses parents seront mis en liberté (1). » La terreur règne, la délation triomphe : à Venise, chantez, mais ne parlez pas...

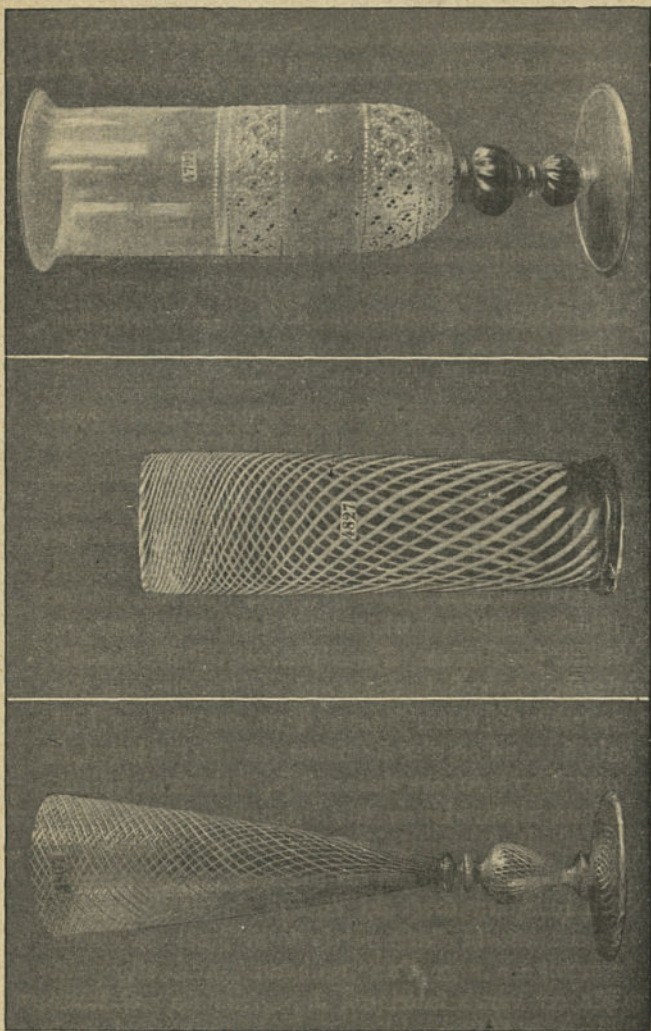
On reste confondu devant les chefs-d'œuvre de ces habiles ouvriers. Jamais personne n'a su créer de choses aussi exquises ni se jouer avec tant de succès des difficultés. Entre les mains des verriers vénitiens, les pâtes colorées se mélangent harmonieusement et revêtent les formes les plus gracieuses. Les admirables pièces qui font l'ornement de nos musées sont sorties de cette île de Murano dont les habitants, isolés de toute part, n'étaient que de véritables prisonniers dont l'imagination ne pouvait s'épanouir au souffle de la liberté. Leurs produits ont une réputation universelle ; on les achète à prix d'or ; en 1477 le roi René débourse cinquante florins « pour trois grandes coupes et un plat de cristal de Venise ouvrez

(1) Statuts de l'Inquisition d'État. — Voir, à ce sujet, Daru, *Histoire de la République de Venise*.

à personnaiges à la mode d'Ytalie » (Registre de la Cour des Comptes de Provence). Quand il le faut pour la renommée de l'industrie de la république, le farouche Conseil des Dix sait faire fléchir sa sévérité. En 1317, trois verriers sont autorisés à s'associer « avec un maître allemand qui savait exécuter des miroirs en verre », *cum quodam magistro de Allemania, qui vitram a speculis laborare sciebat* (1).

Voilà l'origine de la grande spécialité de la verrerie vénitienne. Pendant de longues années Venise détint le monopole de la fabrication des miroirs qu'elle fournit au monde entier. Leurs dimensions restent toujours petites, car le soufflage est seul connu, mais par contre leur pureté et leur blancheur atteignent la perfection. Leur éclat est accru par des encadrements en mosaïque de verre découpé, et le biseutage l'augmente encore. Leur valeur est telle que, seuls, les riches peuvent prétendre posséder un de ces miroirs dont l'acquisition fait événement dans la vie d'un homme. Ainsi en 1532, François I^{er} lui-même ne peut satisfaire ce désir et force lui est de se contenter de « mirouers » d'acier. Quelque temps après, en 1538, il achète à « Crespin, marchand joyaullier, un grent mirouer de cristal de roche », sans que l'état de sa cassette lui ait permis cette fois encore de s'adresser à Venise. Par contre, quand plus tard, en 1574, Henri III, avec ses mignons, ses petits chiens et ses perroquets, quitte la Pologne pour monter sur le trône de France, un des prin-

(1) Décret cité par Cerchotti.



Verrres de Venise. (Musée de Cluny.)

cipaux cadeaux qui l'attendent est un miroir que lui adresse le doge et que le Musée de Cluny a la bonne fortune de posséder.

Est-ce à dire qu'en dehors de Venise l'industrie du verre n'existe pas ? Non. Sans sortir de France, nous savons déjà que dès 1207 Guérard et Simon de Joui exploitaient une verrerie ; qu'en 1290 Quiquengrogne fabriquait des bouteilles. Peu à peu des usines s'installent un peu partout, en Dauphiné, en Champagne, en Poitou, en Lorraine, mais surtout en Normandie et en particulier à Lyons-la-Forêt.

Chose remarquable : nulle part on ne rencontre de réglemens sévères et draconiens comme ceux de Murano et cependant la verrerie constitue une industrie fermée : les nombreuses usines de Normandie n'appartiennent qu'à quatre familles. Point n'est besoin de chercher bien loin l'explication du fait ; il n'y a à cela que des raisons d'ordre tout naturel. Les verriers, dont les produits jouissaient d'une réputation universelle, étaient fiers de leur art qui attirait sur eux l'attention de tous ; ils ne voulaient pas qu'il fût abandonné en des mains autres que les leurs, ou que des étrangers vinssent s'installer à côté d'eux. D'eux-mêmes ils constituent une sorte de caste à part, qui n'a rien de virtuel : elle est reconnue des rois et seigneurs qui lui octroient des privilèges. En 1338, Humbert de Vienne donne à Guionnet la concession d'une partie de la forêt de Chamborant à charge d'une redevance annuelle payable en verre fabriqué. Jean, fils du roi René, signe en 1448 un édit qui permet aux verriers du

royaume de couper du bois dans ses forêts. Charles VI accorde une charte à Philippon Bertrand maître de la voirerie de Mulchamp, et déclare que les verriers « à cause dudit mestier *sont et doivent estre tenuz et réputéz nobles* ». Pour bien comprendre toute la portée de cette déclaration, il faut se rappeler combien, dans cette société féodale où le travail n'est rien, les industriels, qui aujourd'hui sont entourés de l'estime de leurs concitoyens et font l'orgueil de leur pays, sont des manants qui ne comptent pas, avec qui un personnage de distinction qui se respecte ne saurait, sans déchoir, avoir le moindre contact. Les verriers seuls, restent en dehors de cette mise à l'index : « Il n'y a que des gentilshommes qui puissent souffler et fabriquer le verre », dit Savary.

L'ordonnance de 1629, en son article 152, donne plus tard droit absolu de cité à la noblesse des maîtres verriers. Ils auront droit de porter épée et chapeau à plume, et c'est sous ce brillant uniforme qu'ils surveilleront le feu de leurs fours.

Il semble même que toutes les professions qui se rattachent au verre jouissent par cela même d'un certain caractère de noblesse. Les artistes qui travaillent et décorent le verre brut appartiennent à cette confrérie des orfèvres et lapidaires de la rue de la Calandre, l'une des quatre grandes confréries, sinon la plus grande, qui soutient, le jour de la Fête-Dieu, le dais au-dessus du Saint-Sacrement (1).

(1) Ils ne se séparent des orfèvres qu'en 1600 et ont alors leurs statuts propres qui sont révisés en 1658. En 1706, ils portent le nom de « marchands verriers, couvreurs de fla-

Il faut reconnaître que, malgré leurs talents réels, nos verriers sont toujours surpassés par ceux de Venise qui ne cessent de détenir la première place. La réputation de la République s'accroît encore, lorsque, à la chute de Constantinople, les derniers artistes byzantins viennent se réfugier dans ses usines. Sous l'influence de la Renaissance, elle crée des chefs-d'œuvre d'un cachet incomparable. Ses vaisseaux, maîtres des mers, exportent partout ses produits en Provence, en Espagne, en Terre-Sainte. En Chine, Venise fournit les boutons de verre des mandarins (1).

L'étranger, jaloux de cette supériorité contre laquelle il ne peut combattre, tente chaque jour d'arracher des ouvriers aux verreries de Murano, mais se heurte constamment à une résistance

cons et bouteilles et autres marchandises de verre. » Quant aux marchands de miroirs, ils sont réunis aux lunetiers à qui Henri III adjoint, en 1581, les bimbetotiers et, plus tard, Louis XIV, les doreurs sur cuir. Plusieurs fois ils ont à défendre leurs privilèges contre les maîtres de verreries et des édits de 1716 et 1758 mentionnent leur jouissance de vendre tous miroirs, sauf ceux destinés aux châteaux royaux ou à l'exportation. En 1776, ils sont réunis aux tapissiers et fripiers en meubles; mais peu après apparaissent, pour la première fois, les *miroitiers* qui constituent une des quarante-quatre communautés nouvellement créées. Quant aux vitriers, ils sont incorporés aux potiers de terre.

(1) Il est aujourd'hui démontré d'une façon péremptoire que les Chinois, ce peuple dont la science étincela un moment d'un si vif éclat, et qui découvrit bien avant nous les prétendues nouveautés dont nous sommes si fiers, connaissait depuis longtemps le verre, *po-li* ou *liéou-li*. Il est cité par plusieurs textes anciens; on lit en particulier dans les *Annales*: « Vers le commencement du III^e siècle le roi de Ta-Tsin adressa à Tai-Tsou, de la dynastie des Ouei, de nombreux présents en verres de toutes les couleurs... Un peu plus tard, un artisan qui savait changer, par l'action du feu, des cail-

invincible. Henri II, pourtant, paraît être plus heureux : il établit à Saint-Germain un certain Theseo, dont le nom, à désinence bien italienne, prouverait que le roi a enfin réussi dans ses desseins.

C'est surtout en Allemagne, et principalement en Bohême, qu'on met le plus d'ardeur à essayer de surprendre les

secrets des Vénitiens. Les verriers de Bohême s'efforcent de produire un verre d'une blancheur incomparable, inaugurent enfin la gravure et la taille qui leur permettent d'obtenir de charmants motifs de décoration. Au xvi^e siècle, un



Fabrication d'un vitrail d'après une vieille estampe.

ouvrier de Murano nommé Valoch, parvient à s'échapper et va s'installer à Vienne où les inquisiteurs ne peuvent l'atteindre. Il y introduit les principes de fabrication de

loux en cristal, en révéla le secret à ses disciples. » On peut donc hardiment faire remonter très loin l'industrie du verre en Chine, mais il semble qu'elle n'ait jamais été bien en honneur dans ce pays qui a toujours rencontré dans la porcelaine un vaste sujet d'application pour ses goûts artistiques et à qui les Vénitiens prenaient la peine d'apporter les rares objets en verre dont il pouvait avoir besoin.

l'Italie, indique des tours de main à ses nouveaux compagnons et leur permet de joindre à l'originalité des produits allemands le cachet de légèreté de ceux de Venise.

L'usage du verre se répand de plus en plus (1). Cardan, dans son traité *De subtilitate* propose d'adapter à la chambre noire la loupe que vient



Un peintre sur verre.. d'après une
vieille estampe.

d'inventer Léonard de Vinci, Rabelais prévoit nos grandes glaces modernes, tandis que Palissy, plus morose, se plaint d'entendre les verres « vendus et criés par les villages par ceux-mêmes qui crient les vieux chapeaux et les vieilles ferrailles ». Plus on avance et plus la

mode est au verre ; certains originaux ne peuvent s'en passer, tel ce parent du cardinal de Retz « lequel dînant chez un de ses amis, à cinq lieues de Saint-Cloud, où il n'y avait point de verre, dit à un de ses gens : Va m'en quérir un à Saint-Cloud et ne te soucie de crever mon cheval. Il

(1) Rappelons-nous cependant que l'emploi du verre pour la confection des vitres ne devint guère général que dans le courant du xvii^e siècle.



Vidrecome allemand. (Musée du Louvre.)

y va, le cheval crève en arrivant et le valet, en descendant, casse le verre. » (Talleyrand des Réaux.) D'autres, plus raffinés encore, ne sauraient se servir que de coupes en verre de Fougère lequel manque totalement de pureté, mais il y a une raison pour qu'il soit préféré : à son contact, le vin paraît meilleur.

L'époque de Louis XIV nous rend témoins d'un des faits principaux de l'histoire du verre. Venise, par suite de la concurrence de la Bohême, ne détient plus la suprématie que dans la fabrication des miroirs. Colbert, de son côté, veut la lui ravir. Il envoie dans ce sens des instructions secrètes à son ambassadeur, de Bouzy; mais ce dernier fait longtemps la sourde oreille, et répond enfin au ministre que, s'il essaye de débaucher des ouvriers, il se fera sûrement jeter à la mer. Colbert insiste, de Bouzy finit par s'exécuter et réussit dans ses négociations (1665). Dix-huit ouvriers répondent à une argumentation présentée sous une forme irrésistible et viennent en France. En même temps, Louis XIV accorde à du Noyer, receveur des tailles à Orléans, le privilège de fabriquer au faubourg Saint-Antoine, des miroirs dans le genre de ceux de Venise, « tant pour servir à l'ornement de nos maisons royales que pour la commodité publique, le tout par les ouvriers vénitiens qui ont été conduits en notre royaume, et pour faire connaître publiquement la protection que Nous donnons à ladite manufacture, Nous avons permis et permettons audit du Noyer de faire mettre aux principales portes des maisons, magasins et bureaux, servant à

ladite manufacture, un tableau de nos armes avec cette inscription : MANUFACTURE ROYALE DE GLACES DE MIROIRS, et d'avoir des portiers vêtus de nos livrées ».

Du Noyer ne tarda pas à se plaindre de ses ouvriers italiens « qui ne veulent rien enseigner aux Français et quand celui qui les mène est malade, tout s'arrête ». De leur côté, ceux-ci se plaignent de leur directeur et font cette amère constatation que parfois promettre et tenir sont deux. Pourtant, si les espérances qu'on avait fondées sur eux s'évanouissent, on a obtenu, d'après leur manière de faire, des indications bonnes à retenir et qu'il s'agit d'appliquer en grand. La Société Royale se met en relations avec un maître verrier normand établi à Tour-la-Ville, près de Cherbourg, d'une grande réputation d'habileté, Richard Lucas de Nehou, lequel arrive à obtenir des glaces aussi pures que celles de Murano. La Société, avec ses deux usines du faubourg Saint-Antoine et de Tour-la-Ville, fournit les glaces de tous les châteaux, et son succès dément ce que peu auparavant écrivait Colbert au comte d'Avaux : « Il n'y a que le roi qui puisse en avoir besoin » (de grandes glaces). En 1691, Louis Lucas de Nehou, neveu de Richard, qui lui succède, révolutionne l'industrie des glaces : il invente le procédé du coulage qui permet d'obtenir une planimétrie à laquelle le soufflage ne pouvait prétendre. En possession de ce procédé, la Manufacture Royale se voit ouvrir tous les débouchés ; des lettres patentes la dotent de nouveaux privilèges ; trop à l'étroit à Paris, elle s'installe à Saint-Gobain,

nom qui actuellement encore fait le plus grand honneur à l'industrie française.

L'importation dans notre pays de la fabrication des glaces porta un coup formidable à Venise. Déjà vivement atteinte par la concurrence de la Bohême, l'orgueilleuse république ne put supporter ce dernier choc. Ses succès étayés sur des réglemens féroces et draconiens, s'évanouirent complètement et quand, en 1798, les armées françaises entrèrent dans la ville, celle-ci était déjà la cité endormie qui, de sa gloire passée, ne conservait plus qu'un lointain souvenir.

Dès que la houille fut découverte, vers 1635, les Anglais essayèrent aussitôt de la substituer au bois pour le chauffage de leurs fours. Aux premières tentatives, l'expérience trompa leur attente : la fumée produite, en passant au-dessus des creusets pleins de matière fondue, donnait naissance à des réactions chimiques et à une coloration assez puissante pour enlever toute limpidité au verre. Le perfectionnement sur lequel on comptait n'en était pas un. Un remède se présentait à l'idée ; c'était de couvrir les creusets de façon à leur donner la forme d'une cornue dont le col s'ouvrît à l'extérieur. Nouvelle difficulté ; par suite de la présence de ce col la fusion était d'une lenteur désespérante presque même impossible : il fallait, comme conséquence, augmenter la dose de potasse qui, ainsi que nous le verrons plus loin, joue le rôle de fondant. Tenait-on enfin le résultat tant désiré ? Non. Le verre produit était

alors de qualité trop médiocre pour pouvoir être utilisé. On allait, de guerre lasse, abandonner la houille, quand l'idée vint de faire une dernière tentative et de remplacer la potasse par l'oxyde de plomb ou minium. Le but tant désiré était atteint, mais cette petite modification devait avoir les plus importantes conséquences; cette fois ce fut la souris qui accoucha d'une montagne. L'espèce nouvelle de verre avait plus d'éclat que le verre ordinaire, se polissait encore mieux, se travaillait avec la plus grande facilité et décomposait la lumière aussi bien que le diamant. Dès son apparition ses remarquables propriétés lui attirèrent la faveur de tous : l'ère du *flint-glass* et du *crystal* commençait.

Jusqu'en 1780 ce remarquable produit était exclusivement fabriqué en Angleterre; à cette époque Lambert monte une cristallerie à Saint-Cloud. Vers 1785 une verrerie, installée dès 1767 à Saint-Louis près de Bitche (1), introduit en France les procédés anglais. En 1815, l'usine de Baccarat qui, déjà fondée en 1765, était alors une verrerie, se met à fabriquer du cristal au bois et devient bientôt une des manufactures les plus importantes du monde dans cette industrie. Elle ne remplace définitivement le bois par le charbon qu'en 1866, époque à laquelle sa rivale arrive, grâce à l'emploi de gazogènes, à chauffer à la houille des creusets découverts. Peu à peu, à côté de ces premières usines s'en établissent d'autres;

(1) Depuis les événements de 1870-71, cette usine est située en pays allemand.

l'une, celle de Pantin, a su retrouver cette aventurine, dont la fabrication était un secret des Vénitiens et dont l'éclat chatoyant est dû à un enchevêtrement de cristaux de cuivre dans la masse vitreuse.

L'apparition du flint-glass permit à Dollond de résoudre complètement le problème de l'achromatisme posé dès 1747 par Euler : la réunion de deux lentilles l'une de flint-glass, l'autre de verre ordinaire, avec des courbures convenables, donne des images absolument pures, sans aucune coloration. Seulement, dès qu'on voulut abandonner les dimensions ordinaires pour fabriquer des lentilles de flint avec des diamètres considérables, on se heurta à une difficulté : impossible d'obtenir des masses vitreuses homogènes, incapables de déformer les images. L'Académie propose un prix sur cette question, les savants unirent leurs efforts, mais en vain. « Ce que n'avaient pu découvrir ni les physiciens, ni les manufacturiers, ni les opticiens de toute l'Europe fut trouvé, au fond de la Suisse, par un ouvrier sans instruction, étranger aux progrès de la science comme aux grands travaux de l'industrie, et seulement doué d'une volonté à toute épreuve et d'une faculté d'invention toute particulière (1). » Guinand arriva, à l'aide d'un tour de main spécial, à donner à la matière, par brassage, l'homogénéité nécessaire pour atteindre le but proposé.

Grâce à Guinand, la préparation industrielle du flint-glass en grandes masses devient réelle-

(1) Figuié, *Merveilles de l'industrie*.

ment pratique, et on peut obtenir ces immenses pièces lenticulaires pour phares, imaginées par Fresnel en 1821. En même temps les diverses applications des verres plombeux prennent une importance considérable qui s'accroît encore lorsque Strass découvre le verre qui porte son nom. Son invention révolutionne la joaillerie, les diamants véritables sont laissés dans leurs écrins et les femmes du monde leur substituent les fameux « cailloux de Munich ». D'autres, qui n'avaient jamais possédé une seule pierre précieuse, se hâtent de faire appel au strass qui leur permet, sans trop de dépenses, de se mettre sur le même rang que les princesses les plus authentiquement titrées.

Cette mode, cette manie plutôt, sévit de plus en plus au commencement du XIX^e siècle et atteint bientôt une telle intensité que se produit une réaction. On s'en joue sur les tréteaux de la foire ; elle constitue le thème de la parade *Brillancour et le roi Pétard*, le plus pur triomphe de Bobèche. Le pauvre roi, assez embarrassé, cherche partout de l'argent, et il pense à mettre en gage les bijoux de la couronne. Et son ministre des finances, Brillancour, se trouve contraint de lui avouer la triste vérité :

— Ah ! Sire roi ! les bijoux de la couronne... c'est tout en cristal... Le feu roi votre père — Dieu ait son âme ! — a fait sauter les vraies pierres, les a vendues à des juifs et les a remplacées par du strass....

— Sérieusement ? interromp le roi inquiet.

— Très sérieusement.

— Alors... mes... diamants... de Bonne-Espérance ?...

— Sont des diamants de mauvaise foi.

— Et quand je croyais me coiffer d'un diadème de pierres précieuses ?

— Vous n'aviez sur la tête que des bouchons de carafe !

Nous touchons ici de trop près à la période moderne de l'industrie du verre pour ne pas terminer le présent exposé sur cet aveu de Brillancour. Nous nous proposons, dans les pages qui suivent, d'examiner les propriétés et le travail de cette substance si favorisée qui a eu le bonheur d'attirer sur elle l'attention de tant de personnages divers : savants, poètes, peintres, philosophes et bateleurs.

Physiologie du verre.

Le verre n'est pas une substance naturelle, mais un produit « fabriqué » par l'industrie humaine : son âge, qui est presque celui de l'homme même, suffit à indiquer quelle doit être son importance. Importance qui n'est pas usurpée, car il nous serait difficile de rencontrer autour de nous un autre corps qui réunit autant de qualités diverses.

Le verre est *transparent* et *limpide*. Un bloc de verre placé devant nos yeux ne saurait être pour notre vue un obstacle infranchissable. Les objets disposés au delà se présentent à nous comme si l'écran n'existait pas. Propriété admirable, apanage de bien peu de solides naturels et que le verre, parmi les produits de l'industrie, est seul à posséder (1).

(1) Il est juste, toutefois, de faire remarquer que la transparence du verre n'est pas indéfinie : elle diminue quand l'épaisseur augmente, au point de s'éteindre rapidement. D'autre part, malgré sa limpidité, le verre n'est pas absolument incolore. Mais il en est de même pour tous les corps transparents. Dès qu'un ruisseau a une certaine profondeur, nous ne pouvons, quelque pure que soit l'eau, apercevoir le fond, et la couleur bleue du ciel est celle de cette atmosphère qui nous baigne de toutes parts et que nous ne voyons pas.

Le verre est *réfringent* : il brise la direction des rayons lumineux au moment où ils pénètrent en lui ; mais il ne les empêche pas d'entraîner avec eux leur calorique : il est transparent pour la chaleur comme il l'est pour la lumière, c'est-à-dire *diathermane*.

Mais par contre, il présente une barrière infranchissable à la chaleur quand elle veut se propager dans sa masse ; le verre n'est pas *bon conducteur*. De même il ne conduit pas l'électricité : c'est un *isolant* (1).

Si on chauffe le verre, il obéira, comme tous les corps, à la loi générale de la fusion, mais il ne se résoudra pas immédiatement en liquide. Il passera par tous les intermédiaires, prendra *l'état pâteux* et aura alors la plasticité de la cire. En se refroidissant, il redeviendra le même corps solide qu'il était auparavant.

Le verre est *dur* : ce n'est que par un artifice qu'on arrive à le couper : il ne se laisse pas toujours rayer facilement, et il résiste souvent à l'acier même. Sa surface a un *poli* incomparable qui lui donne son *éclat* particulier.

Sa *résistance* et son *élasticité* (2) ne sont pas négligeables : c'est ainsi qu'on peut comprimer dans des tubes en verre des gaz à des pressions excessivement élevées. Sans aller aux exemples que nous pourrions rencontrer dans les laboratoi-

(1) Pourtant le verre *pilé* est un *peu* conducteur de l'électricité.

(2) « En général, le verre a du ressort et peut plier, sans se casser, d'environ un pouce par pied, surtout quand il est mince. » Buffon, *Hist. nat.* Introd. T. 7.

res (1), nous citerons celui plus modeste des récipients destinés aux boissons gazeuses. Les bouteilles à vin de Champagne doivent résister à des pressions de 7 à 12 atmosphères au moins, et les vigneronns d'Ay se font un jeu de casser avec elles des bâtons de chaise aussi facilement que s'ils avaient une massue entre les mains. Le verre résiste victorieusement de même à la compression; aussi ne nous étonnons-nous pas qu'on ait songé à l'utiliser pour obtenir des... traverses et coussinets de voies ferrées.

Malgré sa complexité, il est assez *stable* et presque totalement inaltérable. Sans doute, nous verrons par la suite qu'il subit, sous l'action de causes extérieures, des modifications de tout genre et d'intensités diverses, souvent même profondes, mais ces modifications ont un caractère de spécialité qui n'affecte en rien l'ensemble de ses propriétés fondamentales. Les autres corps qui nous entourent sont souvent le siège d'altérations qui les touchent dans leur essence même; le fer se rouille, le bois se pourrit, la pierre s'effrite. Le verre, lui, subsiste toujours.

Mais le verre ne peut supporter les chocs : il est *fragile*. Le moindre heurt suffit souvent pour réduire en morceaux épars la plus riche pièce, mais ce défaut, le verre ne l'a pas seul; on le constate dans tous les produits du feu. Il est d'ailleurs aujourd'hui largement atténué dans les créations de l'industrie moderne et, somme toute, n'est-il pas compensé — et au delà — par

(1) Dans les expériences sur la liquéfaction des gaz, on atteint couramment des pressions de 100 à 150 atmosphères.

les remarquables propriétés que nous avons énumérées plus haut? Il existe, c'est vrai, mais il ne nous semble pas qu'il faille outre mesure s'appesantir sur lui. Il faut savoir prendre toute chose avec ses qualités et ses défauts. Un verre incassable serait l'idéal... et l'idéal n'est pas de ce monde.

Il nous est facile maintenant de concevoir les services que l'homme pourra demander à cette admirable substance.

S'il ne considère que la transparence, il utilisera le verre pour obtenir des vitres qui, tout en résistant aux intempéries et clôturant les habitations, y laissent pénétrer la lumière, adjuvant indispensable de la vie. Le soleil pourra entrer dans la salle la plus profonde et y apporter la gaieté de ses rayons bienfaisants. La transparence et la résistance réunies permettront d'établir des planches solides qui seront capables de supporter, sans fléchir, les plus fortes charges et que traverseront les rayons du soleil pour aller éclairer les salles disposées au-dessous. Quand la nuit sera venue, nos pâles lumières artificielles, si précaires que le moindre souffle suffit pour les anéantir, s'abriteront derrière des feuilles de verre pour nous aider à vaincre l'obscurité.

Sur la réfrangibilité repose le principe des lentilles qui nous permettent de remédier à l'infirmité de notre vue. Grâce à des lentilles de verre le naturaliste, penché sur un microscope, étudie la vie dans ses mystères les plus cachés et recule de jour en jour la barrière au delà de laquelle

commence le néant; l'astronome parvient à dévoiler les merveilles des mondes qui se balancent dans l'immensité de l'infini. Quand, pendant la tempête, les matelots affolés craignent à chaque instant de voir leur navire s'abîmer sous le choc des vagues furieuses, une lumière brille à leurs yeux et leur indique le chemin du port. A sa vue leur espoir renaît : leur âme reconnaissante bénit cette apparition tutélaire, et c'est une lentille de verre qui la leur envoie.

Nous choisirons le verre pour confectionner les récipients qui doivent contenir les liquides dont nous voulons étudier la structure intime. Connaîtrions-nous beaucoup de réactions, si elles se produisaient derrière des parois opaques qui borneraient notre vue? Bien plus! la limpidité du verre est parfois un facteur important qui rend plus belle encore la coloration du contenu. Dégusterait-on un vin du meilleur cru dans une coupe en métal d'un riche travail avec le même plaisir qu'un autre tout ordinaire dans un simple gobelet en verre? Au moment psychologique des toasts, plus d'un orateur ne trouvera la source de son éloquence entraînante que dans la vue de ce cristal qu'il tient à la main et dont la limpidité exalte les reflets dorés d'un vin pétillant.

La plasticité du verre à chaud sera une source d'applications sans nombre et des plus variées : objets de ménage et objets d'ornementation désignés sous le nom de verroterie, perles fausses, fleurs artificielles, jouets, bibelots de tout genre dont le goût fait la renommée universelle de l'article de Paris.

L'électricien, profitant de la non-conductibilité du verre, confectionnera des supports isolants, des vases pour piles, des bacs pour accumulateurs. L'hygiène, qui prend dans la vie la place de plus en plus importante qui lui est due, ne cesse d'avoir recours au verre dont la surface, exempte de rugosité, reste constamment propre et inaccessible à l'action des germes morbides. Nous emploierons le verre pour des cuves destinées aux liquides sujets à la décomposition, pour des revêtements de murs; nous en fabriquerons des briques qui nous serviront à élever des maisons toujours saines, et, après l'avoir réduit en fils grâce à sa malléabilité, nous obtiendrons avec ces fils des tissus imputrescibles.

Le poli admirable du verre nous permettra de fabriquer des miroirs qui atteindront la perfection et qui constitueront le plus bel ornement de nos salons et magasins modernes. Nous apprendrons même à le tailler pour augmenter son éclat et obtenir des effets de lumière incomparables.

La cassure du verre est d'une netteté extrême : rien ne « coupe » plus que lui; le rasoir le mieux affilé, ne saurait sous ce rapport lui être comparé, et, dans les ateliers, les ouvriers s'en aperçoivent souvent à leurs dépens. Le verre nous fournirait donc les instruments tranchants les plus fins, s'il n'était malheureusement sujet à s'émousser. Pourtant cette propriété ne saurait être laissée de côté; elle est mise à profit sous une autre forme. C'est au moyen de fragments de verre collés sur un papier que l'ébéniste arrive à dou-

cir le bois le plus dur et lui donner le lustre qui en augmente la beauté.

Enfin, nous saurons colorer le verre *sans lui enlever ni sa transparence ni sa limpidité* et obtenir ainsi ces admirables vitraux qui joignent aux nuances vives de la tapisserie le chatoiment aérien de l'arc-en-ciel.

Partout, donc, nous rencontrons des applications du verre; nous le retrouvons prêt à mettre à notre disposition ses remarquables propriétés; dans les sciences, les arts, la construction, l'ornementation, le luxe, l'hygiène. C'est une des substances dont l'homme fait le plus usage et dans les circonstances les plus diverses et les plus inattendues : le verre pilé constitue l'arme la plus efficace de la ménagère contre la gent trotte-menu; les plumes de verre, auxquelles la corrosion et l'usure sont inconnues, se substituent avec avantage aux plumes métalliques; le modeste savetier se sert d'un fragment de verre pour polir son cuir, et ces diamants que vous admirez sur ces blanches épaules ne sont parfois que des morceaux de verre taillés...

Mais qu'est donc cette substance si universelle? Ce n'est pas un produit naturel; d'où la tire-t-on alors? Où trouve-t-on ses éléments constitutifs?

On connaît les *silicates* — combinaisons ignées de l'acide silicique et de bases — qui constituent la plupart des roches les plus répandues à la surface de la terre : granits, porphyres, sables. Quant à l'*acide silicique*, ou *silice*, il se présente dans la nature sous un aspect de pierre terreuse,

comme le tripoli et la meulière, ou de masse cristalline comme la calcédoine, l'agate et le jaspe. La silice est la matière vitrifiable par excellence; quelquefois même on la rencontre toute vitrifiée sous l'action des phénomènes géologiques qui ont bouleversé notre globe : ainsi une de ses variétés, le *quartz hyalin* n'est autre que le cristal de roche qu'on pourrait appeler un verre naturel. C'est le cristal de roche taillé à grand-peine qui permettait d'obtenir ces pièces artistiques dont les siècles passés décoraient les palais seigneuriaux, mais il a aujourd'hui perdu considérablement de son importance, depuis qu'on est parvenu à fabriquer de toutes pièces une substance artificielle qui en a tous les caractères et à laquelle on a donné son nom.

Nous obtiendrons des silicates artificiels si, imitant la nature, nous pouvons soumettre à l'action du feu un mélange de silice et d'oxyde. Pour recueillir des produits incolores et limpides, nous choisirons des oxydes particuliers : la première place reviendra à la *chaux* (oxyde de *calcium*) et au minium (oxyde de *plomb*). Une difficulté se présente : la silice appartient à la classe des corps les plus infusibles ; mais nous arriverons à tourner cette difficulté par l'adjonction d'autres corps qui augmenteront la fusibilité : ces *fondants* seront la *soude* et la *potasse*.

Ces diverses substances si communes et si répandues, se combineront entre elles sous l'action de la chaleur pour produire cet admirable composé qui sera le *verre*. Nous pouvons donc dire que le verre est constitué par des silicates.

Abstraction faite du cristal, c'est un mélange de silicate de potasse (ou de soude) et de silicate de chaux, le cristal est un mélange de silicate de potasse (ou de soude) et de silicate de plomb.

On n'emploiera pas toujours les bases à l'état naturel, mais aussi à l'état de sels dont les acides disparaissent par la chaleur ou par suite de réactions qui n'ont aucune influence sur le verre produit. La silice est introduite à l'état de silex pulvérisé, mais surtout sous forme de sable siliceux comme celui de Champagne, de la Meuse, de Pont-Sainte-Maxence, de Nemours. Dans la fabrication de verres communs, on se contente de faire usage de roches feldspathiques (silicate d'alumine) broyées. La chaux est fournie par des calcaires naturels : pour les verres de choix, on utilise de préférence la craie blanche; pour les produits de toute première qualité, on a recours au marbre blanc (carbonate de chaux). Les déchets des carrières de Carrare sont très prisés par les glaceries. La potasse vient de Hongrie ou d'Amérique, mais son prix élevé lui fait préférer la soude employée à l'état de chlorure de sodium (sel marin) ou plutôt sous forme de sulfate ou de carbonate. Au point de vue du résultat final, il n'y a pas de différence sensible entre les deux fondants : ce sont des considérations de prix qui guident dans chaque cas particulier. Pourtant nous dirons qu'à poids égal, la soude augmente la malléabilité, la potasse donne plus d'éclat.

Quant au minium qui sert à fabriquer le cristal, les usines le préparent elles-mêmes, car celui du

commerce est toujours souillé par un peu de cuivre qui donnerait naissance à une teinte vert d'émeraude.

En dehors de ces éléments constitutifs, nous constatons la présence dans le verre d'autres bases qui s'y sont introduites d'elles-mêmes ou qui y ont été apportées par le verrier dans un but voulu d'avance. En laissant de côté, pour y revenir plus tard, les oxydes colorants, nous rencontrons : l'*alumine* et la *magnésie*, que le sable contient toujours en certaine quantité, surtout celui d'origine feldspathique, et qui ont l'avantage de combattre les inconvénients d'un excès de chaux et d'augmenter un peu la fusibilité du mélange; la *lithine*, qui est un bon fondant et pourrait remplacer la soude et la potasse; la *baryte*, qui produit un verre se rapprochant beaucoup du cristal et se travaillant avec la plus grande facilité; le *fer*, parasite des plus nuisibles qui se rencontre dans tous les sables communs et qui donne une couleur verte caractéristique aux produits où le bon marché doit être le principal objectif du fabricant, comme les bouteilles. On arrive à combattre ses effets désastreux par l'adjonction, en petite quantité, de bioxyde de manganèse que les ouvriers appellent pour ce motif le « savon » (1).

(1) En grande quantité, le bioxyde de manganèse donnerait à la masse une teinte bleue violacée.

L'action décolorante du « savon » n'est pas toujours de longue durée par suite de réactions chimiques; aussi les verriers ont-ils une tendance à renoncer à son emploi. Ils préfèrent obtenir la blancheur par l'usage de matières pures.

La présence simultanée de plusieurs bases n'est pas un inconvénient; au contraire, il a été reconnu qu'elle augmente la fusibilité du verre et lui apporte une plus grande fixité.

Nous indiquons la composition de plusieurs sortes de verre dans le tableau suivant où nous faisons ressortir en italique les éléments relatifs aux bases étrangères entraînées par les autres. Nous nous hâtons d'ajouter que les chiffres consignés dans ce tableau ne sont que des moyennes autour desquelles oscillent, dans chaque espèce, les proportions usitées d'après les résultats de l'expérience. Toutefois, la composition ne peut varier qu'entre des limites très rapprochées : c'est ainsi qu'un excès de potasse donnerait au verre une coloration verdâtre; la soude en trop grande quantité le teinterait en jaune, et la chaux le rendrait laiteux.



	SILICE	CHAUX	POTASSE	SOUDE	OXYDE de PLOMB	MAGNÉSIE	ALUMINE	OXYDE de manganèse	OXYDE de fer
Verre à bouteilles.....	62	27	"	6,5	"	"	2	"	2,5
Verre à vitres.....	69,5	14,4	"	15	"	"	0,8	"	0,3
Glace.....	72	16	"	11	"	traces	1	traces	"
Verre de Bohême.....	74	8	15,5	"	"	2	0,3	0,2	"
Cristal.....	52	"	12	"	36	"	"	"	"
Flint glass.....	42	0,5	12	"	44,5	"	1	"	"
Strass.....	33,5	"	12,5	"	53	"	1	"	"

Il nous est facile maintenant de comprendre comment une matière aussi complexe que le verre subit, malgré la grande inaltérabilité que nous avons signalée, des modifications souvent profondes sous l'influence des agents extérieurs.

C'est ainsi que depuis longtemps on a constaté que, par l'action de la lumière, la plupart des verres se colorent en *jaune*.

Cette modification ne se produit que dans les verres à base de sulfate de soude, et elle augmente d'intensité avec la teneur en fer. Elle est due justement à une réaction, provoquée par la lumière, du fer sur le sulfate de soude. Les verres ordinaires du commerce, pour lesquels, par raison d'économie, on fait usage de sable commun, sont plus sujets que tous les autres à jaunir. Pour le cristal, au contraire, où la question de prix ne saurait limiter dans le choix des matières premières, et où la silice est introduite à l'état de quartz pur, on ne remarque jamais de changement de teinte.

Il y a lieu d'ajouter, du reste, que la coloration jaune disparaît, si le verre est porté quelque temps à la température du rouge sombre.

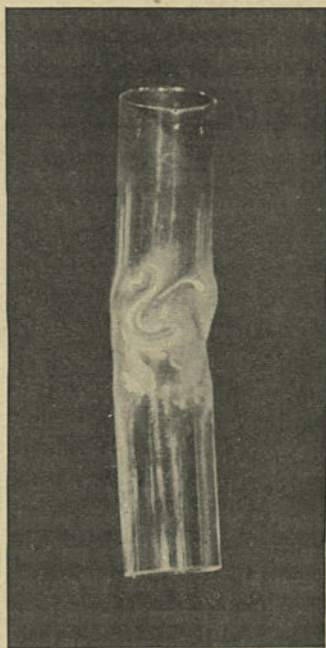
Cette action de la lumière sur la teinte du verre est souvent cause de fâcheuses mésaventures. Les glaces qui constituent les devantures de magasins sont aujourd'hui presque partout munies d'inscriptions en caractères opaques. Que, pour une raison ou une autre, l'une de ces glaces devienne à un certain moment inutile, il suffit d'en détacher ces inscriptions, opération facile, pour qu'elle ait l'apparence d'une glace neuve. Elle ne

restera pas longtemps sans trouver une autre utilisation : grâce surtout au bas prix auquel elle sera offerte, un amateur se présentera aussitôt. Il cherchait justement le moyen de s'offrir sans trop de frais un miroir qui ornât dignement la cheminée de son salon. L'occasion est trop tentante pour y résister... Voilà le miroir installé; il fait excellente figure. Mais, que signifient ces lettres indélébiles qui viennent d'apparaître : « Bock, 30 centimes. English spoken... »? C'est que les caractères autrefois adhérents avaient joué le même rôle qu'un cliché sur un papier photographique. Tout le restant, alors soumis à l'action directe du soleil, avait seul été modifié; l'inscription était restée blanche, et toujours une différence constante de teinte avec les régions avoisinantes l'accusera aux yeux ahuris de l'infortuné propriétaire!

Si on chauffe le verre pendant un certain temps à une température voisine de son point de ramollissement, il perd sa transparence et devient laiteux; il se *dévitrifie*. Il conserve cet état en se refroidissant. Sa dureté et sa résistance ont alors augmenté. Si la dévitrification a été complète, la cassure est granuleuse comme celle du marbre et on a ce qu'on appelle la *porcelaine de Réaumur*. Si on chauffe assez le verre dévitrifié pour le rendre fluide, il reprend sa transparence.

L'examen au microscope permet de reconnaître que la dévitrification, d'abord superficielle, n'atteint que successivement la masse entière. Elle est due à la formation de petits cristaux disposés

pendiculairement à la surface, dont la nature varie avec la composition du verre mais qui appartiennent, en général, à la famille des feldspaths. Tous les verres sont sujets à la dévitrification, le cristal même; elle est plus accentuée dans ceux à base de soude. Elle se produit d'autant plus facilement que le verre contient plus de chaux ou de silice en excès, ce qui vient corroborer ce que nous avons dit plus haut sur la nécessité de ne pas trop s'écarter des proportions admises par la pratique. Ce phénomène si singulier est dû à la formation d'un silicate de chaux qui se sépare des autres silicates.



Photographie d'un verre de lampe, ramolli par l'action d'une flamme trop vive et dévitrifié en partie.

Le verre étant mauvais conducteur de la chaleur, il est nécessaire, pour que le retrait dû au refroidissement ne subisse aucune gêne, que ce refroidissement s'opère avec la plus extrême lenteur. Voilà pourquoi on *recuit*, dans un four dont

on laisse la température s'abaisser graduellement, les objets en verre qui viennent d'être fabriqués. Par contre, si le refroidissement est instantané, la dureté et l'élasticité du verre augmentent. Mais aussi la fragilité : les molécules, en quelque sorte surprises par le refroidissement, n'ont pas eu le temps de reprendre leur groupement définitif; la position d'équilibre à laquelle elles se trouvent arrêtées est éminemment instable et, si cet équilibre vient à être rompu pour une cause ou une autre, la pièce se pulvérise.



Larme
batavique.

Les larmes bataviques en sont un exemple frappant. Ce sont de petites poires qu'on obtient en faisant tomber dans de l'eau froide des gouttes de verre fondu. La surface en contact avec l'eau se solidifie instantanément, tandis que les couches internes ne se refroidissent que l'une après l'autre. On peut frapper avec un marteau la partie renflée d'une larme batavique, aucune fêlure ne se produira; mais si l'on casse la pointe ou qu'on scie le culot, immédiatement la larme se résout en poussière impalpable. En effet, on supprime ainsi *à la fois* la continuité de chaque couche, et la ruine de l'équilibre s'ensuit aussitôt; si, au contraire, on parvient à éliminer *successivement* les couches, avec l'aide, par exemple, de cet acide fluorhydrique qui, ainsi que nous le verrons, a la propriété de ronger le verre, on peut faire disparaître totalement la larme sans qu'à un moment quelconque il se produise d'explosion. Les *fioles de Bologne* sont

de petits flacons également refroidis instantanément qui volent en éclats dès qu'on y introduit la plus petite parcelle d'un corps susceptible de les rayer.

L'eau froide est sans action sur le verre à l'état ordinaire ou du moins son action, toujours très faible, s'opère avec la plus extrême lenteur. L'eau bouillante, elle, est plus énergique. Mais si le verre est pulvérisé, on constate une attaque rapide de la part de l'eau froide et même de l'air humide. On remarque qu'une notable quantité de silicate de soude se sépare, par un phénomène dit *d'impression*, du restant de la masse ; l'acide carbonique de l'air vient agir sur ce silicate pour former du carbonate de soude et mettre la silice en liberté. C'est à une action analogue, mais incomparablement plus lente, de l'humidité atmosphérique qu'est due l'*irisation* de tous les verres anciens dont les reflets sont produits par une couche infiniment mince de silice qui se dépose à la surface.



Flacon
de Bologne.

Le verre étant un mélange de sels, nous ne pouvons nous étonner de voir certaines solutions salines, particulièrement les alcalis, agir sur lui en le décomposant : c'est une loi chimique universelle. La soude est, de tous les alcalis, le plus corrosif et ses composés les plus énergiques sont ceux, comme le sulfate, dont l'acide donne avec la chaux du verre des sels insolubles. Les acides doivent également avoir une action sur le verre, et elle

augmente avec sa teneur en soude ou potasse et en chaux.

Cet effet de décomposition présente souvent un très grand intérêt. Les boissons fermentées sont chargées de sels ou d'acides qui ne sont pas toujours sans influence sur les silicates du verre des récipients. Souvent, il ne faut pas chercher ailleurs la cause de modifications subies par un vin de prix qu'on est tout étonné de ne pas voir se bonifier en bouteille, au contraire (1).

Nous arrivons maintenant à un corps qui attaque le verre avec la plus extrême violence : l'acide fluorhydrique. Cet acide donne presque immédiatement avec la silice naissance à un composé soluble, le fluorure de silicium ; aussi ne peut-on le conserver dans des flacons en verre qui seraient percés à bref délai. Qu'il agisse à l'état liquide ou à l'état gazeux, son énergie est la même, mais les effets produits sont tout différents. L'acide fluorhydrique liquide ronge le verre sans lui enlever sa transparence ; gazeux, il le corrode en le rendant mat. Cette propriété est utilisée pour graver le verre et permet d'obtenir des motifs de décoration.

Nous venons d'esquisser en quelques lignes la

(1) Pour terminer ce rapide exposé des divers phénomènes que présente le verre, nous dirons qu'il est poreux. Des expériences de MM. Warburg et Tegetincier ont été, à cet égard, des plus affirmatives. D'ailleurs, cette porosité se manifeste tous les jours à nos regards : qui n'a pas remarqué que le pétrole contenu dans une lampe en verre en traverse la paroi avec la plus grande facilité pour venir ressuer à la surface ?

physiologie du verre ; mais cette ébauche, si informe qu'elle soit, suffit pour nous convaincre de la haute valeur de cette incomparable substance.

Si nous donnons au verre une des places d'honneur au premier rang des choses qui nous entourent, il nous est impossible de ne pas reconnaître qu'en toute justice, il le mérite.



Larme de verre.

III

LA FABRICATION DU VERRE

L'usine. — La halle de soufflage. — Les fours. — La fusion.
— La fabrication d'une bouteille. — La fabrication du verre à vitre.

Des toits sombres surmontés de hautes cheminées qui vomissent des torrents de fumées épaisses; un ciel parfois voilé d'un rideau noir sur lequel s'élancent de temps en temps des fusées de paillettes enflammées; et, dans la nuit, l'obscurité par instants embrasée de lueurs rougeâtres qui communiquent aux choses environnantes des apparences fantastiques et présentent la vision sinistre de l'incendie... Voilà l'aspect sous lequel s'offre aux regards frappés d'étonnement une usine qui donne naissance à cette matière incomparable : le verre. Une verrerie constitue une des manifestations les plus saisissantes du génie humain qui veut asservir la matière brute et force son obéissance. Des substances les plus vulgaires viennent s'y transformer en une autre pure et limpide qui prend les aspects de vitres transparentes, de bouteilles robustes, d'aiguères aux sveltes profils ou de ces flacons délicats auxquels la femme se plaît à confier son parfum favori... Et ces métamorphoses merveilleuses, dignes des fées ou des dieux de l'Olympe, sont simplement obtenues par le concours d'opérations

sans pompe et sans appareil, dont l'ensemble forme cette puissance désignée sous le nom d'*industrie du verre*.

Le sable, la chaux, la potasse et la soude, qui sont destinés à se changer en un verre étincelant, sont reçus à l'usine séparément. Le mélange le plus convenable se fait suivant des proportions déterminées une fois pour toutes. Dans un but d'économie, ou pour *enverrer* les creusets neufs, on ajoutera du *calcin* ou *groisil*, c'est-à-dire des débris de travail ou de vieux verres spécialement achetés dans ce but.

Qui de nous, surpris au milieu d'une promenade matinale, ne s'est pas retourné, redoutant un malheur, sur un cliquetis strident de verre cassé ? C'était un chiffonnier vidant dans une petite voiture des sacs entiers de débris d'objets en verre qu'il avait recueillis sur les tas d'ordures où étaient venues s'échouer ces innocentes victimes de maladresses un peu trop brusques. Singulière manie, pense-t-on, que collectionner des tessons de bouteilles ! A quel usage peuvent-ils servir ? Si rien ne se crée, rien ne se perd non plus : ces richesses, drainées de tous les recoins de la ville, retournent bientôt à l'usine qui leur a donné le jour. Mais à leur arrivée une épreuve de réception est nécessaire ; il faut faire un triage consciencieux, séparer l'ivraie du bon grain. Des femmes sont employées à cette besogne : elles examinent l'un après l'autre tous ces débris de provenances si diverses, et les classent avec une précision infailible, de manière à ne réunir ensemble que des morceaux de même nature.

Ces morceaux sont plus loin concassés, lavés, débarrassés de toute souillure, et on peut alors les incorporer en toute confiance au mélange de potasse, chaux et sable qui vient d'être préparé.

D'autre part, on façonne les creusets ou *pots*, destinés à contenir le verre en fusion. Ils seront soumis à une température d'une extrême intensité, aussi ne peuvent-ils être constitués qu'avec une matière réfractaire au plus haut point, l'argile.

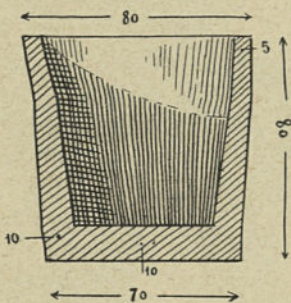
L'argile, à l'état naturel, serait trop grasse; quoi qu'on fit, elle retiendrait une trop grande quantité d'eau qui s'échapperait plus tard sous l'action de la chaleur et donnerait naissance à des fissures. Aussi la *dégraisse-t-on* par l'adjonction de matières non plastiques comme le sable légèrement siliceux ou la même argile préalablement calcinée. Mais il faut un pétrissage assez énergique pour que l'incorporation du dégraissant dans la masse se fasse complètement et que l'homogénéité soit parfaite. Nous avons là un exemple du peu de succès que rencontre parfois la machine : on a inventé toutes sortes de pétrins mécaniques plus ou moins compliqués ; jamais ils n'ont donné de résultat bien remarquable. Les plus parfaits des malaxeurs sont encore... les pieds humains. Un homme se promène à petits pas, nu-pieds, dans une grande auge, en se tenant à une corde attachée au plafond. Ce *marcheur* sans cesse piétine le mélange d'argile et de dégraissant et, après plusieurs kilomètres parcourus sur place, arrive à donner à cette pâte glissante l'état qui lui convient le mieux.



Le mélange des matières vitrifiables. (Document pris aux Cristalleries de Pantin, par A. Collombar.)

La pâte, suffisamment « marchée », est débitée en mottes et déposée pendant plusieurs mois dans un endroit frais où elle se *pourrit*. Sa plasticité s'accroît encore; les matières étrangères qu'elle pourrait contenir se décomposent. Quand le pourrissage sera complet, la terre sera enfin bonne pour l'emploi.

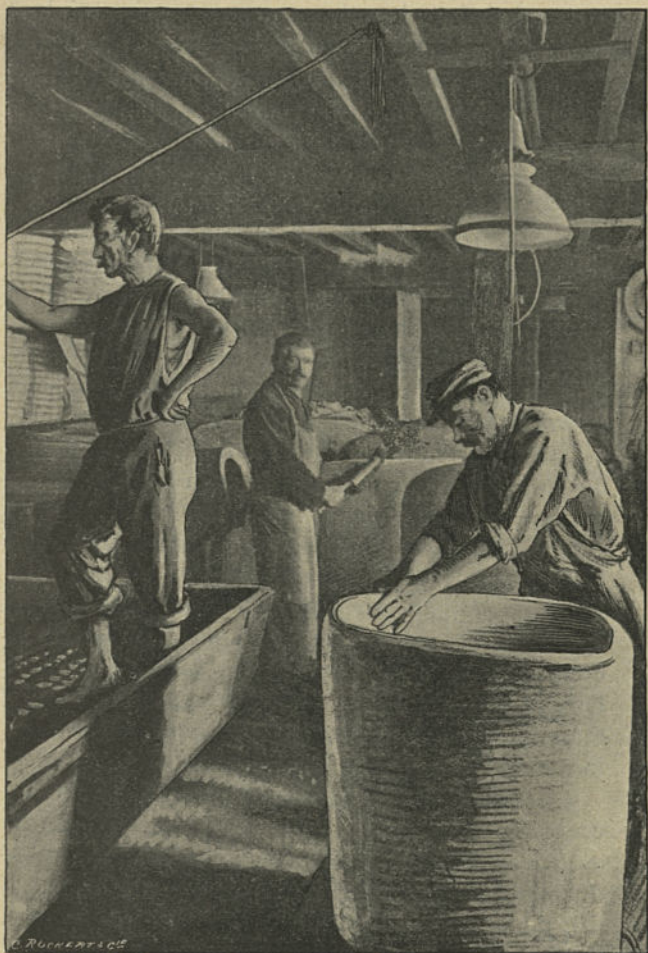
La fabrication du creuset est une opération des plus faciles à saisir mais aussi des plus délicates



Creuset ou pot.

à exécuter. Le creuset a la forme d'un tronc de cône, circulaire ou ovale, d'une contenance d'un demi-mètre cube environ. Le potier continue son œuvre avec une lenteur calculée; il a soin de ne procéder que par couches de quelques millimètres d'épaisseur en visant surtout à une

bonne soudure de ces couches entre elles et en évitant avant tout les stratifications. Il faut, en effet, veiller à ce que l'ensemble ne fasse qu'un tout, sinon des fissures pourraient se produire et justement au moment où elles seraient le plus néfastes. C'est dans le même dessein que la dessiccation est l'objet des soins les plus attentifs. On laisse d'abord sécher les pots dans l'atelier à l'endroit même où ils ont été façonnés; puis quand, au bout de nombreux jours, ils seront assez durs pour pouvoir être transportés,



Atelier de poterie (à gauche, un marcheur).
(Document pris aux Cristalleries de Pantin, par A. Collombar.)

on les chauffera dans des étuves ou arches où la température ira en augmentant de plus en plus, jusqu'à devenir égale et même supérieure à celle du four lui-même.

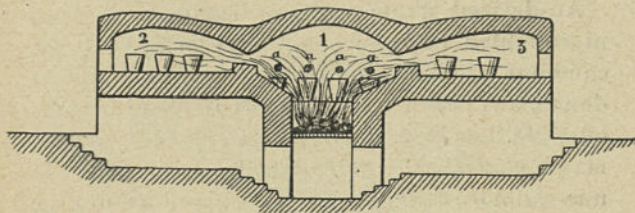
Dans la fabrication des pots, la lenteur est donc une condition *sine qua non* de succès. Entre le moment où l'argile arrive à la verrerie et celui où le pot sera enfourné, il se passera de longs mois, une année peut-être, et quand ce creuset aura pu, sans accident, servir vingt-cinq jours consécutifs, son rôle sera rempli et il aura bien mérité de l'usinier.

Le four est constitué par une chambre voûtée ou *arche* construite en matériaux éminemment réfractaires, où les pots sont rangés les uns à côté des autres, soit sur le plancher même ou *sole*, soit sur une sorte de siège, appelé *autel*, qui suit, à l'intérieur, tout le pourtour du massif. Devant chaque pot, la paroi du four est percée d'une ouverture, désignée sous le terme d'*ouvreau*, par laquelle on introduit le pot, puis qu'on bouche en partie au moyen de briques lutées avec de l'argile, de manière à ne garder qu'une petite ouverture ou pigeonnier qui permet de surveiller la fusion et de cueillir le verre produit.

Un four est généralement circulaire en plan ; on a soin de disposer, selon un diamètre, deux arches auxiliaires, et on profite des flammes perdues pour y chauffer des pots neufs destinés à remplacer ceux qui, en cours de travail, seraient mis hors d'usage.

Tant qu'on ne connaissait pas les avantages admirables que l'industrie peut tirer de la

houille, le seul combustible employé en verrerie, comme partout ailleurs, était le bois. En somme, piètre combustible : il fallait en user une quantité considérable pour obtenir une température suffisamment élevée. La houille n'a pas eu de peine à le supplanter ; et pourtant... le bois présente pour le verrier un avantage de premier ordre : s'il est bien sec, il ne produit en brûlant aucune fumée. Or, la fumée est un ennemi contre lequel on ne saurait trop se prémunir, et les



Four ordinaire (coupe).

1, arche de travail ; 2-3, arches auxiliaires ; a, pigeonnier.

Romains, comme nous avons eu l'occasion de le dire, redoutaient déjà ses effets funestes. Car elle est constituée de particules de charbon entraînées en pure perte, et le charbon est un des corps les plus avides d'oxygène que l'on connaisse. Elle n'agit donc pas tant par les souillures qu'elle pourrait apporter au sein de la masse fluide que par des réactions chimiques qui donnent naissance à une teinte foncée, surtout quand la matière contient du fer, ce qui est, comme nous savons, le cas presque général du verre ordinaire, ou du plomb, comme dans le cristal. L'usage du charbon exige donc des précautions spéciales ;

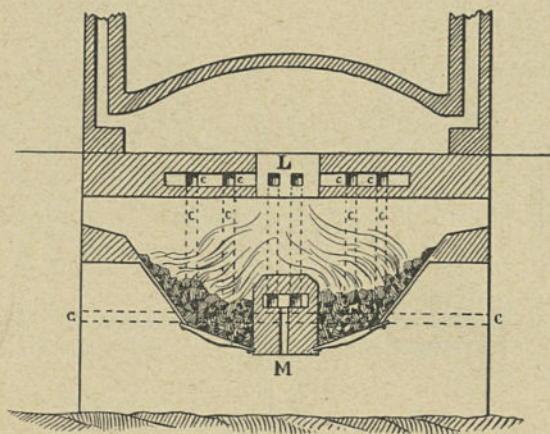
néanmoins il est répandu à peu près partout. Ce n'est guère qu'en Bohême qu'on rencontre actuellement encore des fours chauffés au bois.

La question d'économie dans la production a conduit peu à peu à rechercher le moyen d'utiliser intégralement la chaleur produite par la combustion sans en laisser la majeure partie disparaître par la cheminée : problème auquel la disposition Boétius a donné une solution presque complète. Voici, en quelques mots, en quoi elle consiste :

Au-dessous d'une arche ordinaire, mais à un niveau bien inférieur, se trouve le foyer. Il est constitué par deux grilles en pente, prolongeant deux plans inclinés sur lesquels on étend le combustible. Les deux grilles sont séparées par un massif central réfractaire dans lequel est ménagée une *chambre à air*, cavité en communication avec l'extérieur. Les pots reposent directement sur la sole. Celle-ci est percée d'une ouverture, ou *lanette*, que traversent les gaz de la combustion. Mais en même temps ces derniers rencontrent l'air venant de la chambre à air qui, après avoir suivi des couloirs ménagés dans les parois du foyer, parcourt un damier de carreaux disposés dans l'épaisseur de la sole. Le mélange intime d'air et de gaz vient envelopper les pots et s'échappe ensuite par les cheminées d'appel disposées entre les ouvreaux. L'air refroidit par son contact les maçonneries du foyer et les empêche de se dégrader sous l'influence de la chaleur ; mais en même temps il s'échauffe et sa présence augmente considérablement la température des gaz de la combustion.

Le système Boétius procure ainsi une très forte économie sur le charbon et l'entretien du four, tout en donnant des températures plus élevées que le chauffage direct, et il est aujourd'hui presque universellement adopté.

Dans le procédé des frères Siemens, le com-



Four Boétius.

L, lunette; M, chambre à air; C, carnaux.

bustible n'est plus du charbon, mais un fluide gazeux produit à part qu'on fait brûler, en présence d'un jet d'air, dans le four même, à l'endroit précis où la chaleur doit être utilisée.

On obtient ce fluide gazeux par la combustion incomplète du charbon dans un *gazogène* souvent très éloigné du four proprement dit. Le charbon soumis à une combustion incomplète donne naissance à de l'oxyde de carbone et à des carbures

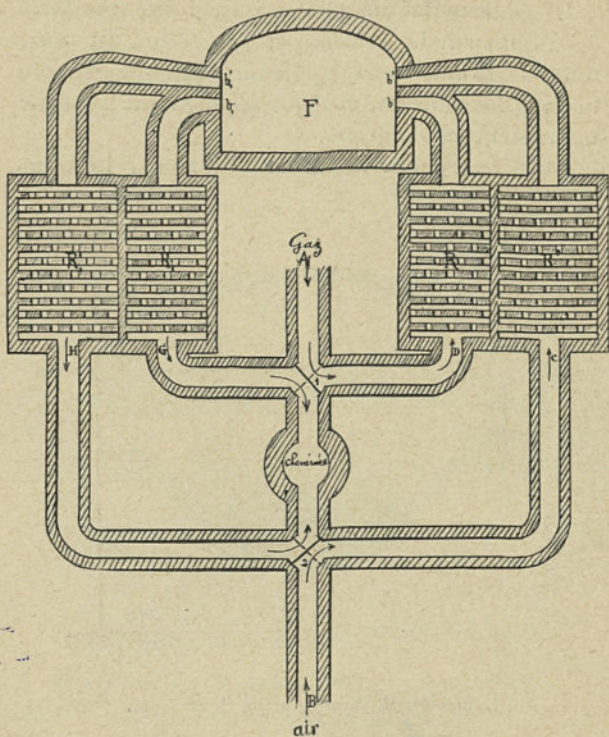


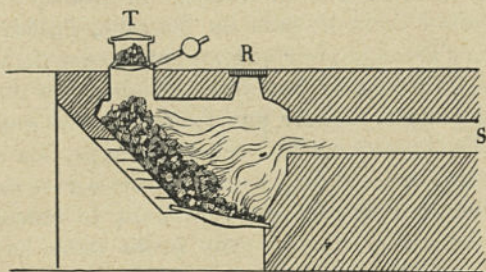
Schéma d'un four Siemens.

Dans la disposition représentée, les gaz issus du gazogène suivent le chemin A, 1, D, R et pénètrent dans le four F par le brûleur b , où ils s'enflamment au contact de l'air qui passe par B, 2, C, R', b' . Les produits de la combustion s'échappent par b_1 , b'_1 , R, R', H, G, 1, 2 et A, et abandonnent leur chaleur aux empilages R_1 , R'_1 .

On effectue une inversion en manœuvrant les valves 1 et 2 auxquelles on donne les positions indiquées en pointillé. Les gaz et l'air passent alors par R_1 , R'_1 , où ils rencontrent les empilages qui ont été échauffés dans la période précédente; ils s'échauffent à leur tour avant de pénétrer dans le four en reprenant la chaleur abandonnée antérieurement par les produits de la combustion.

Une nouvelle inversion replace les valves dans la position figurée en traits pleins et les mêmes phénomènes se reproduisent.

d'hydrogène gazeux qui sont éminemment combustibles. Ce foyer est recouvert d'une voûte munie d'une trémie à bascule par où on introduit le charbon. Celui-ci doit former une couche épaisse et il est nécessaire que l'air soit amené par la grille en quantité juste suffisante, sinon on n'aurait plus combustion incomplète, mais totale, et le résultat serait la formation non d'oxyde de



Gazogène.

R, regard; S, carneau d'aménée des gaz au four;
T, trémie de chargement.

carbone et de carbures d'hydrogène, mais d'acide carbonique.

Les gaz sont dirigés vers les *régénérateurs*, qui servent à récupérer la chaleur sur le point de se perdre. Ce sont des chambres en maçonnerie où l'on dispose par étages superposés un empilage de briques entre lesquelles on laisse des vides que l'on contrarie en tous sens. Les filets gazeux rencontrent ainsi partout des obstacles; ils se divisent, et, grâce à tous leurs contacts avec les briques, ils leur cèdent leur cha-

leur. Les régénérateurs sont généralement groupés par deux et chaque four comporte deux groupes.

Les gaz combustibles sont enflammés dans le four; les produits de la combustion, avant de se rendre à la cheminée, traversent les deux régénérateurs d'un même groupe et se dépouillent de leur calorique en échauffant les empilages. Au bout d'un certain temps, on pratique une inversion dans le sens du courant, c'est-à-dire qu'on s'arrange pour que les gaz venant du gazogène passent par l'un des régénérateurs du second groupe et l'air par l'autre, tandis que les fumées traversent le premier groupe. En rencontrant les empilages chauds, cet air et ce gaz s'échauffent encore en reprenant le calorique qui se serait dissipé sans profit dans l'atmosphère : il y a donc récupération. Une heure après, nouvelle inversion, récupération par le second groupe, et ainsi de suite. Économie considérable sur le charbon (1), grande pureté dans la flamme, réglage de la chaleur, absence totale de fumée, diminution de la place occupée par les fours qui peuvent être très ramassés, tels sont les principaux avantages qu'on peut inscrire à l'actif du procédé Siemens. Les faits ont confirmé les prévisions de ces hardis inventeurs, et il n'est pas une usine tant soit peu importante qui n'applique leur procédé plus ou moins modifié par des perfectionnements divers jusqu'au jour, pro-

(1) Le dispositif Siemens permet de ne dépenser que 7 à 800 grammes de charbon pour 1 kilogramme de verre, tandis que le four ordinaire exige souvent 2 kilogr.

chain peut-être, où l'on aura recours au chauffage électrique.

Quel que soit le procédé de chauffage, l'opération de la fusion du verre dans les pots s'effectue en quatre temps. Pendant le premier temps, on verse dans chacun d'eux, déjà chauffé au rouge, la composition qui subit alors un commencement de fusion; c'est le *frittage* (1). Son volume diminue et à mesure qu'elle s'affaisse on charge de nouveau, de sorte que, lorsque le frittage est terminé, chaque pot contient de 5 à 600 kilogr. de matière. C'est pendant cette première période que le pot est le plus sujet à se détériorer par suite de l'action corrosive des sels froids sur ses parois chaudes.

Quand les pots sont complètement chargés, on active le feu : c'est le deuxième temps ; la *fusion proprement dite* s'opère, la silice se dissout dans le fondant ; en même temps se forment dans la masse de petites bulles gazeuses qui tendent à venir crever à la surface. Pour les aider à se dégager, on pousse plus activement le feu dans le but d'augmenter la fluidité. C'est le troisième temps ou *affinage*. Dans quelques usines on a l'habitude, pour faciliter l'affinage, d'agiter le liquide avec une tige de bois ; mais cette méthode bien primitive est souvent remplacée par une autre plus savante : on jette dans le creuset une gousse d'acide arsénieux qui, en se volatilisant, brasse la matière et donne aux bulles plus

(1) On profite souvent des flammes perdues pour opérer le frittage qui s'effectue alors dans ces arches auxiliaires dont nous avons parlé.

de liberté (1). Peu à peu ces dernières augmentent de volume et deviennent plus rares; le verre est produit, mais serait trop fluide pour être travaillé. Il faut donc abaisser sa température afin de le rendre plus pâteux : c'est le quatrième temps, *tise-froid* ou *braise*, ainsi dénommé parce que les anciens verriers refroidissaient leur foyer en étouffant sous de la braise le bois enflammé.

Ces quatre temps s'effectuent simultanément pour tous les pots d'un même four. Leur durée varie selon la qualité du combustible, les proportions du mélange, la capacité des pots, les dimensions du four. En général, on peut dire que le cycle complet exige douze heures pendant lesquelles on travaille le verre produit par les autres fours de la halle.

Il y a donc dans la production d'un four des intermittences dues au procédé même, auxquelles viennent s'ajouter des interruptions partielles qui proviennent de causes fortuites comme la casse d'un pot. Somme toute, cette production est très restreinte ; elle demande, en outre, beaucoup d'attention dans la conduite du feu et oblige le four à subir des variations continuelles de température qui tendent à disloquer le massif et sont pour lui une source de fatigues excessives.

Frappé de ces inconvénients, Fr. Siemens a essayé d'y porter remède par l'emploi de creusets spéciaux : des cloisons intérieures les divisent en

(1) Nous avons déjà dit deux mots de cette action de l'acide arsénieux dans la partie historique. Nous rappelons que les Romains avaient eu l'intuition du procédé en mélangeant un fragment d'aimant naturel au verre en fusion.

trois compartiments qui communiquent entre eux par des ouvertures ménagées à la partie inférieure des cloisons. On verse la composition dans le premier compartiment dans lequel ont lieu le frittage et la fusion; dans le second, s'opère l'affinage; le verre affiné se rend dans le troisième où il est prêt à être cueilli. La production est alors continue; à mesure qu'on cueille, on enfourne de nouvelle composition qui rencontre du verre déjà fondu et non plus les parois du creuset, de sorte que celui-ci n'est plus exposé à être attaqué. En même temps, le four est maintenu uniformément à la température de l'affinage, qui n'a pas à subir ces variations si redoutables par leurs effets nuisibles.

Siemens alla plus loin encore et eut l'idée de remplacer tous les pots à compartiments d'un four par trois cuves communiquant entre elles et composant par leur ensemble une sorte de creuset unique, non plus moulé comme les pots ordinaires, mais construit en maçonnerie de briques réfractaires, et entouré d'une gaine où l'air circule pour refroidir ces dernières. C'était une hardiesse d'oser constituer en maçonnerie à joints des cuves destinées à contenir du verre fondu à température élevée, mais l'expérience a démontré que les craintes exprimées à l'apparition de cette nouveauté n'étaient pas fondées. Une fissure se produit-elle : aussitôt, il est vrai, un filet de verre s'écoule, mais se refroidit suffisamment, sous l'action du courant d'air, pour se solidifier et donner à la fissure l'étanchéité la plus absolue.

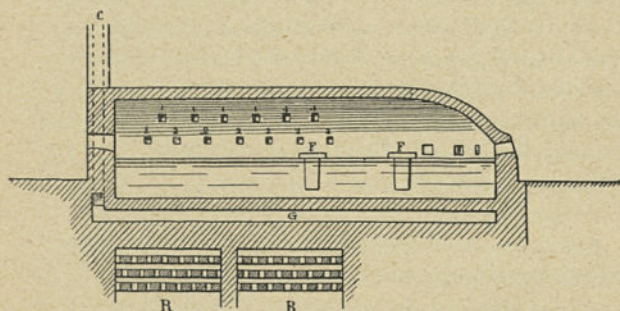
Peu à peu l'inventeur a été conduit à supprimer

les cloisons intermédiaires et obtint ainsi un bassin unique où toutes les périodes de la fabrication se succèdent d'elles-mêmes, sans interruption. L'enfournement se fait à une extrémité, l'autre est réservée au cueillage. Il y a avantage à donner au four de très grandes dimensions : avec un bassin de surface étendue les gaz sont mieux utilisés ; une grande profondeur permet d'éviter, grâce à la faible conductibilité du verre, que leur température chauffe assez les couches inférieures pour que la masse liquide puisse percer le four, et pourtant elle n'empêche pas le verre de subir en tous points l'action de la chaleur. Ainsi arrive-t-on à donner aux bassins des longueurs de 20 mètres, des largeurs de 3 à 4 mètres, tandis que leur profondeur atteint 2 mètres. Ils contiennent donc des centaines de mètres cubes de verre en fusion, et dans de telles masses l'homogénéité se produit d'elle-même. D'ailleurs on prend la précaution de faire surnager à la surface des flotteurs réfractaires qui forment vanages, et empêchent les impuretés de s'approcher des ouvreaux de cueillage.

Le feu ne s'éteint, pour ainsi dire, jamais : une fois par an, deux au maximum, le temps strictement nécessaire pour les réparations urgentes. En dehors de ces chômages périodiques, l'extinction d'un four a des conséquences si graves que l'usinier, à qui elle cause un très grand dommage, quand ce n'est pas la ruine, n'y procède qu'à la dernière extrémité.

Le spectacle de la halle des fours, même pour des yeux prévenus, cause toujours une certaine

surprise. Sous les charpentes noircies une atmosphère brûlante étroit le visiteur. Ses regards sont attirés sur les masses étranges des fours, véritables volcans chauffés à blanc, aux ronflements graves, dont les flammes, éblouissantes à travers les ouvreaux, aveuglent l'œil qui ose les regarder en face. Des hommes deminus y plongent d'immenses cannes et en reti-



Four à bassin.

R, régénérateurs; 1, 2, brûleurs; G, carneau; C, cheminée;
F, F, flotteurs.

rent des globes incandescents. D'autres reprennent ces cannes, en portent l'extrémité à leur bouche et y insufflent l'air de leurs poumons, tandis que ces globes de feu tournent sur eux-mêmes, décrivent des orbites circulaires en se balançant comme des battants de cloches invisibles. Leurs formes changent d'instant en instant : elles s'allongent, s'étirent d'un côté, se dilatent d'un autre. Sur un signe, de jeunes garçons, des enfants presque, agiles et lestes, les emportent en courant pour revenir à leur poste aussitôt après.

Le décor est grandiose et saisissant. Ces mouvements, tantôt lents, tantôt plus saccadés, ne s'accomplissent pas au hasard; ils suivent un rythme, mais ce rythme est silencieux. Jamais d'acoups: les ouvriers semblent vraiment jongler avec ces énormes bulles lumineuses qui traversent l'espace... Et pourtant y a-t-il de nombreux métiers aussi pénibles que le leur? Toujours debout, sans repos, à côté d'un four surchauffé à 1800°, sous une halle ouverte à toutes les intempéries, ils doivent joindre la force à l'adresse, en dépensant leur souffle à modeler à bout de bras un corps incandescent duquel ils ne peuvent approcher les mains. Tous sont des hommes solides, et avant l'âge de cinquante ans ils sont usés.

Un four est affecté à une seule fabrication correspondant à la nature du verre qu'il fournit et qui, par suite, a ses conditions spéciales de travail (1).

S'agit-il, par exemple, de fabriquer des bouteilles: devant chaque ouvreau est installée une estrade élevée à un mètre environ au-dessus du sol et un peu en contre-bas du niveau du verre fondu. L'estrade constitue la *place* correspondant à l'ouveau, c'est-à-dire l'emplacement de l'équipe qui y est affectée. Cette équipe comprend trois ouvriers: le *gamin*, le *grand garçon* et le *souffleur*; elle est desservie par un enfant, le *porteur*. Les outils ont encore toute la simplicité des pre-

(1) Et même cette spécialisation est poussée encore plus loin. En général, chaque usine ne fabrique qu'un très petit nombre de variétés de produits, souvent même une seule.

miers âges : ce sont des pinces ; c'est la *canne*, long tube en fer de 1 m. 80, dont une extrémité, le *mors* ou *nez*, est renflée, dont l'autre se termine par une embouchure entourée d'un manchon de bois ; c'est le *pontil*, simple tige de fer ; le *marbre*, bloc de bois percé de cavités sphériques de différents diamètres ; le *moule*, en terre, qui permettra de donner au ventre de la bouteille une forme bien cylindrique. Tous les outils d'une place sont rangés à portée des ouvriers, les cannes et les pontils à un râtelier, le marbre et le moule à terre, au pied de l'estrade, à côté d'un bac d'eau froide.

Le gamin prend une canne au râtelier, en porte le mors au rouge et le plonge, par l'ouvreau, dans le pot ou dans le bassin de manière à cueillir une certaine quantité de verre fondu. Il la répartit également à l'extrémité de la canne en faisant reposer cette dernière horizontalement sur le bord de l'ouvreau et en lui communiquant un rapide mouvement de rotation. Son rôle s'arrête là : il passe la canne au grand garçon qui, à son tour, fait une seconde et même une troisième cueillette et constitue la *paraison*, c'est-à-dire qu'il munit le mors de la quantité de verre nécessaire pour fabriquer une bouteille. Quand il reconnaît la paraison en état, il lui donne la forme d'une poire en soufflant sans interruption dans la canne. Peu à peu la masse vitreuse se gonfle en forme de sphère ; l'ouvrier la balance dans l'espace de manière à l'allonger ; puis, en soufflant toujours, il la moule dans les cavités du marbre. Pendant toutes ces opérations le verre se refroidit

et sa plasticité diminue; un réchauffage à l'ouveau est nécessaire. Du grand garçon, le verre passe au souffleur qui introduit immédiatement la paraison dans le moule placé à terre et souffle énergiquement en tirant la canne à lui; la paraison s'allonge et le col se dessine. Pour terminer la bouteille il reste à en faire le fond ou, comme on dit, à procéder à la *piqûre*. Le souffleur cueille avec le pontil chaud une petite masse de verre grâce à laquelle il soude le pontil sous la



Phases successives de la fabrication d'une bouteille.

bouteille; il détache la canne à l'aide de ses pinces et maintient verticalement la bouteille par le pontil seul: la piqure se forme d'elle-même. La bouteille piquée, le souffleur entoure le

col d'un petit filet de verre chaud qui constitue la *bague*. Parfois il fait usage d'une sorte de pincette qui alèse l'intérieur du goulot en même temps qu'elle étire les couches superficielles: la bague se trouve alors produite dans la masse sans être rapportée.

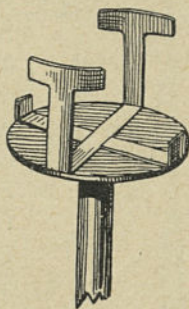
La bouteille achevée, on la détache au moyen d'un fer mouillé; le porteur, qui l'attend, posté au pied de l'estrade, la reçoit dans un *sabot* fixé au bout d'une perche, et l'emporte en courant au four à recuire (1).

(1) Pour donner une idée de la rapidité prodigieuse avec laquelle s'exécutent toutes ces opérations, il nous suffira de dire qu'il n'est pas rare qu'une place produise plus de

On fait de plus en plus usage de bouteilles *calibrées* au moyen de moules spéciaux, qui permettent d'obtenir à la fois le corps et le goulot. Un des plus anciens modèles de ces moules est celui de M. Carillion, constitué par deux flasques à poignées, réunies par une charnière. Le moule ouvert, on y introduisait la paraison ; on le refermait aussitôt et on soufflait.

Ce système présentait l'inconvénient de fixer sur la bouteille la trace de la couture et de lui donner une apparence martelée qui en diminuait la valeur. Les moules actuels s'ouvrent et se ferment au moyen d'une pédale tandis qu'une autre pédale sert à former la piqure. Tantôt le moule tourne sur lui-même, tantôt le souffleur y fait tourner sa paraison ; dans les deux cas l'impression de la couture est évitée. Le travail est facilité par l'introduction dans le moule d'un copeau qui s'enflamme au contact de la paraison chaude : il dépose le long de la paroi du moule une légère couche de suie qui empêche qu'un refroidissement trop brusque vienne fêler le verre.

L'emploi de ce moule supprime un côté délicat de la fabrication de la bouteille ; aussi tend-il à

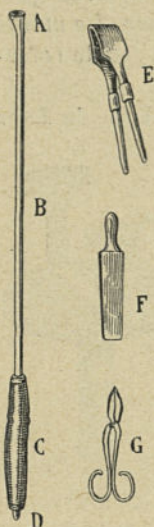


Sabot.

1.500 cols (c'est l'expression usitée pour compter les bouteilles) par jour. Un tel résultat ne peut être obtenu qu'à l'aide d'une division très complète du travail comme celle que nous avons exposée.

se généraliser de plus en plus, même pour les produits de qualité ordinaire. Pendant longtemps on a limité l'usage du moule fermé aux bouteilles calibrées ou à celles dont on voulait agrémenter

les formes. Un moment, ces dernières eurent une grande vogue; on vit surgir aux devantures des cabarets les moulages les plus hétéroclites dont l'esthétique n'avait pas toujours lieu d'être satisfaite. Après 1870, l'obus allemand fit florès, puis apparurent nombre de personnages dont les traits concurrent les douceurs de la popularité sous les teintes des diverses liqueurs à la mode. Le « record » fut détenu par Thiers. Il y a quelque dix ans, un général et la tour Eiffel ont voulu le supplanter, mais sans arriver à obtenir le même succès.



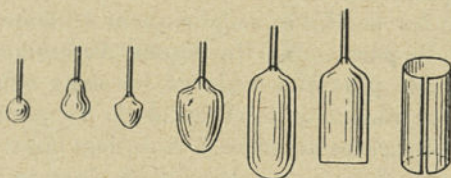
Outils de verrier.

- A-D canne;
- A mors;
- B corps;
- C manchoz;
- D embouchure;
- E pince;
- F palette;
- G ciseaux.

Les fours qui servent à la fabrication du verre à vitres ne présentent pas de caractères spéciaux, car entre les deux fabrications les procédés de travail seuls diffèrent.

Ici, chaque place n'est généralement occupée que par deux ouvriers : un souffleur et un gamin, qui ont à leur disposition des cannes, des pontils, des palettes, des pinces, des ciseaux et un marbre. Comme tout à l'heure, le gamin prépare la parai-

son en cueillant du verre avec le mors de la canne porté au rouge; il souffle ensuite légèrement, cueille encore une fois, puis remet la canne au souffleur. Celui-ci, après avoir bien égalisé la paraison avec une des palettes, fait un dernier cueillage, puis souffle énergiquement en même temps qu'il balance sa canne, l'élève verticalement, la fait tourner sur elle-même, de sorte que la paraison prend la forme d'un *manchon* qui se termine par une calotte sphérique moulée



Phases successives de la fabrication d'une vitre par le procédé des cylindres.

sur les cavités du marbre. Le souffleur réchauffe cette calotte à l'ouvreau pour en conserver la plasticité, étire le manchon par suite d'une rotation rapide, le réchauffe encore, perce la calotte avec un pontil, agrandit l'ouverture par un mouvement de va-et-vient, l'égalise avec la palette et arrive à avoir au bout de sa canne un cylindre ouvert à son extrémité. Il le laisse se refroidir, le dépose sur un chevalet, entoure la région avoisinant la canne d'un filet de verre chaud, la touche ensuite avec un fer froid : le cylindre se détache immédiatement de la canne. Le souffleur le fend dans le sens de la longueur à l'aide d'un fer rouge, puis un porteur va porter le manchon

au four à recuire, d'où il sortira sous forme de vitre plane.

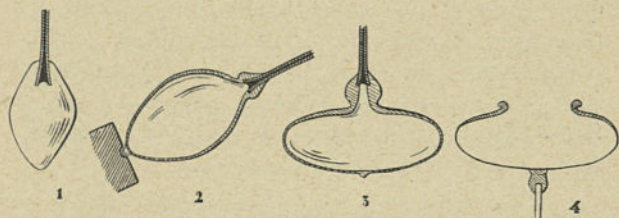
Quand on veut obtenir une de ces vitres *cannelées* dont les ondulations empêchent l'indiscrétion de regards trop curieux, le travail est le même; seulement on souffle tout d'abord la paraison dans un moule garni de cannelures qui s'impriment dans la masse de verre et subsistent durant les opérations subséquentes.

Les *cylindres* ou *globes*, destinés à préserver de la poussière certains objets délicats, principalement les pendules, se fabriquent également au moyen de paraisons cylindriques. Au moment où il ne reste plus qu'à enlever les deux calottes, l'ouvrier réchauffe l'extrémité de la paraison, puis, renversant sa canne, il maintient la paraison verticale. Sous son propre poids l'extrémité de cette dernière s'infléchit et rentre à l'intérieur : un réchauffage et un nouveau soufflage lui donnent une forme régulière et bien arrondie. On détache ensuite la paraison de la canne et on coupe régulièrement l'ouverture pour dégager le demi-manchon intérieur qui constitue un véritable globe. Pour les globes ovales ou carrés, on souffle d'abord la paraison entre des blocs de bois convenablement disposés.

La fabrication des vitres selon le procédé que nous venons de décrire et qui est dit des *manchons*, est la plus usitée.

En Angleterre, on fabrique les vitres par un autre procédé, celui des *plateaux*. Après un ou deux cueillages par le gamin, le souffleur donne à la paraison la forme d'un cône en la soufflant

et en la roulant en même temps sur un marbre. Il a soin d'augmenter l'épaisseur près du nez de la canne et de modeler le sommet du cône de façon à y faire apparaître un petit bouton appelé *bouillon*. Il souffle ensuite énergiquement pendant que le gamin maintient le bouillon en place au moyen d'un pontil terminé par une capsule. Le fond s'aplatit, la masse de verre prend la forme d'un culot de carafe. Cela fait, on soude



Phases de la fabrication d'une vitre par le procédé des plateaux.

au bouillon un pontil au moyen d'un peu de verre cueilli, on fait une incision près du mors, et un souffle vigoureux détache la canne. La pièce est alors remise à un troisième ouvrier qui la présente à l'ouverture d'un four spécial, tout en faisant tourner le pontil sur lui-même. Peu à peu la pièce s'étend et au bout de quelques instants on a un disque plan dont on détache le pontil et qu'on pousse dans le four à recuire.

Les vitres obtenues selon cette méthode offrent toutes le caractère de ne pas avoir une épaisseur constante, de présenter des stries circulaires souvent très importantes qui sont dues à cet étendage

spécial par rotation et de déformer les apparences des objets placés en arrière. Du reste, les Anglais ne le déniaient pas, puisqu'une coutume anglaise « permet de récuser un témoin qui n'a vu qu'à travers un carreau de vitre le fait sur lequel il vient déposer en justice » (1).

Nous rencontrons un exemple en petit du procédé des plateaux dans la fabrication des *cives*, ces sortes de disques en verre foncé dont on se sert pour former la bordure de certaines verrières décoratives et que beaucoup de personnes prennent pour des fonds de vieilles bouteilles.

Par contre, le verre en plateaux a un éclat bien plus vif que le verre en manchons, et sa fabrication évite les déchets, souvent si importants, dus à des casses spontanées.

Pour les bouteilles d'une certaine capacité, comme les bonbonnes, ou pour les manchons qui doivent fournir des vitres de grandes dimensions, le soufflage ordinaire est impraticable. Pendant longtemps les souffleurs eurent soin alors de prendre dans leur bouche une gorgée d'eau-de-vie dont la vapeur venait au secours de l'air de leurs poumons. Mais la vapeur d'alcool a toujours un peu trop de brusquerie et son action, outre qu'elle a des effets pernicieux sur l'organisme, ne peut être modérée selon la volonté du souffleur. Déjà, en 1822, un ouvrier de Baccarat, nommé Robinet, avait inventé une pompe à main, qui lui permit de renoncer au soufflage. Le prin-

(1) Appert et Henrivaux, *Verre et verrerie*.

cipe de cette pompe subsiste encore, mais il a subi un perfectionnement considérable par l'emploi de l'air préalablement comprimé et amené par un gros tuyau qui court tout le long de la devanture du four; au-dessus de chaque place, on y greffe un long tube flexible terminé par une sorte d'ajutage en caoutchouc dans lequel on introduit l'embouchure de la canne. Au moyen d'une pédale on donne plus ou moins d'accès à l'air et, le poids du tube flexible étant équilibré par un contre-poids, le souffleur n'a aucune fatigue supplémentaire. Les remarquables résultats obtenus par l'auteur de cette invention, M. Appert, ont invité peu à peu les autres maîtres-verriers à l'adopter dans leurs usines, et il est à souhaiter que d'ici peu l'on n'ait plus nulle part le spectacle d'un homme employant toute son énergie à insuffler dans une masse incandescente l'air qu'il expulse de sa poitrine.

Avant l'apparition du four à bassin, les conditions du travail — quel que fût le produit recherché — n'étaient pas les mêmes qu'aujourd'hui. Le verre ne se renouvelait pas dans les pots d'une façon continue et le niveau allait en s'abaissant jusqu'à ce que les pots fussent vides. Les cannes étaient alors plus longues et plus lourdes, aussi ne demandait-on qu'un cueillage au gamin. Le grand garçon avait plus de besogne; par contre, il travaillait moins à la fabrication proprement dite, de sorte qu'il existait une différence plus accentuée entre lui et le souffleur. Le

four à bassin a bouleversé cet état de choses et a métamorphosé l'industrie verrière. Il a augmenté la production dans une mesure inconnue jusqu'alors; il a permis de supprimer les ateliers de poterie, de rendre constante la température, d'éviter les pertes de temps, de ne plus redouter les aléas de toute sorte comme la casse d'un creuset; mais en abaissant les prix de revient, il a donné naissance à une surproduction funeste. En fournissant le moyen d'éviter les variations dans le niveau du verre en fusion il a aplani une des grosses difficultés du travail, mais, par contre, en changeant les conditions, en le rendant accessible à tous, il a porté atteinte aux prérogatives des souffleurs qui n'ont pas toujours accueilli avec joie son apparition. De là des mécontentements qui ont maintes fois donné lieu à des conflits regrettables dans une corporation où les questions ouvrières se sont constamment présentées avec un caractère spécial d'acuité. Toutes ces conséquences ont été cause d'une crise qui sévit avec intensité sur la verrerie, crise d'ordre à la fois économique et social, de sorte que beaucoup d'esprits réfléchis en sont venus à se demander si l'apparition du four à bassin constituait réellement un progrès, et peut-être n'ont-ils pas tout à fait tort...

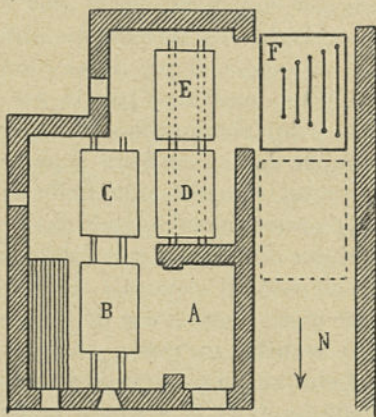
Nous avons vu que dès que le souffleur a mis la dernière main à une pièce, elle est immédiatement portée au four à recuire. « Recuire » est un mot bien impropre, puisqu'il s'agit simplement de refroidir cette pièce avec lenteur. Pour

les bouteilles, les fours à recuire n'ont rien de particulier, ce sont de longues galeries dont une extrémité est chauffée par un foyer de houille et que les bouteilles parcourent d'un mouvement uniforme sur un chariot qui les amène froides à l'autre extrémité. Mais pour les verres à vitres, les fours à recuire ont encore un autre rôle à jouer : avant de le refroidir, ils doivent étendre le manchon qu'on leur confie. Il n'y a pas bien longtemps encore, on les constituait par la réunion de deux arches qui communiquaient par une ouverture pratiquée dans la cloison séparative. La sole de la première arche, à laquelle on donnait le nom de *Pierre à étendre* , était chauffée à la température du ramollissement. Dès que le manchon y était déposé, il s'ouvrait de lui-même, et un ouvrier muni d'une sorte de râteau sans dents, en bois mouillé, ou *rable* , en aplaissait la surface. Cela fait, la pièce était glissée au moyen d'une fourche dans la seconde arche chauffée à une température moins élevée que la première, où on la dressait sur champ. Quand cette arche était pleine, on retirait le combustible, on fermait toutes les ouvertures et on laissait refroidir pendant six ou huit heures consécutives.

On s'arrangeait pour que l'arche à recuire contînt exactement toutes les vitres produites par une période de travail d'un four à pots; mais l'apparition des fours à bassin eut pour conséquence de modifier cette manière de faire. De là les fours à *pierres mobiles* . Ici, les pierres sont portées par des chariots qu'on fait mouvoir de

l'extérieur au moyen de chaînes et de manivelles; ce n'est donc plus la vitre qui se déplace, mais la pierre sur laquelle elle est déposée.

Un verrier belge, M. Bievez, a apporté encore à ce procédé un perfectionnement grâce auquel le refroidissement, qui exige d'ordinaire plusieurs



Four à recuire et à étendre les manchons.

Les manchons introduits en A sont étendus en feuilles sur la pierre B qu'on pousse en C. Les feuilles passent ensuite en D, puis en E où elles achèvent de se refroidir. On les range alors dans la caisse F qui, une fois remplie, est sortie par N.

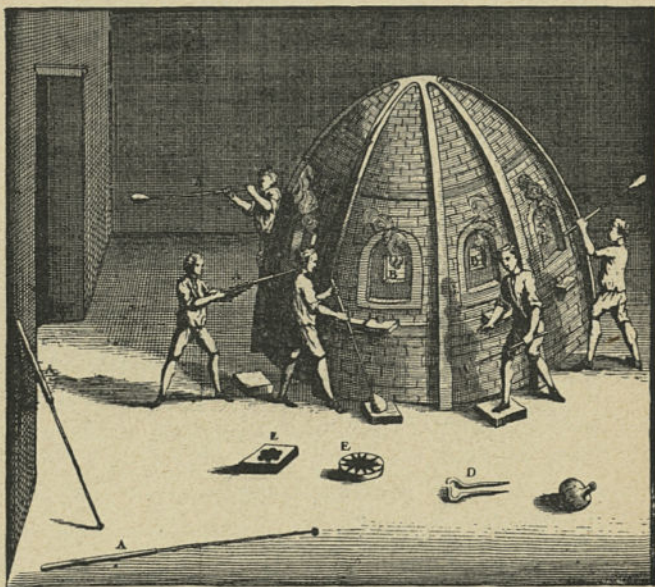
heures, demande en tout trente minutes au plus. Les pierres à étendre sont fixes et disposées en rangées, et dans les intervalles sont installées des tringles de fer qui peuvent se soulever au-dessus de la sole et avancer d'une quantité égale à la largeur d'une vitre. A l'extrémité

postérieure du four, près du foyer, se fait l'éten-dage du manchon à l'aide d'un rable : dès qu'il est aplani, on pousse la feuille obtenue dans l'ar-che à recuire et on commence à étendre un se-cond manchon. Pendant ce temps, on soulève les tiges et on les fait avancer; elles entraînent la vitre déjà produite et la déposent en avant; puis

on les recule de sorte que tout est prêt pour recevoir la seconde. Quand le troisième manchon est étendu, nouvelle manœuvre, et ainsi de suite, de manière que toutes les vitres avancent en même temps, suivant toute la longueur de l'arche jusqu'à ce qu'on les recueille complètement refroidies.

Au sortir du four à recuire, la pièce est terminée et les manutentions auxquelles elle est alors soumise n'offrent qu'un bien pâle intérêt au visiteur. Pour lui, le vrai spectacle réside dans la vue de la halle de soufflage et il en garde toujours le souvenir vivant, parfois tempéré d'un peu de mélancolie à la pensée que toutes les pièces qui ont défilé devant ses yeux éblouis et ont excité son admiration se rencontreront peut-être un jour, pêle-mêle, avec d'autres débris informes, dans la hotte d'un chiffonnier..

Un four de verrier au xvii^e siècle (d'après l'*Art de la verrerie* de Neri, Merret et Kunckel).



A, cannes des verriers; B, petites fenêtrés ou ouvreaux; D, ciseaux
E, moules pour donner forme au verre.

IV

LA GLACERIE

Glaces et miroirs. — Le coulage. — Les glaces étamées, argentées, gravées, bombées. — Les pièces moulées. — Les vitrages grillagés, etc.

La fabrication des bouteilles et celle des verres à vitre sont deux des grandes industries verrières; la troisième est la glacerie. Ici nous ne rencontrons plus les procédés que nous venons de voir mis en œuvre; la fabrication des glaces est du ressort de la grande industrie et se trouve monopolisée par quelques compagnies peu nombreuses, mais d'une importance considérable (1).

Il ne s'agit plus de fabriquer un verre absolument quelconque : une glace doit apparaître aux yeux dans son état naturel et, par suite, réunir

(1) Le tableau suivant, extrait des derniers rapports officiels, fournit la statistique de la production des glaces dans le monde :

France...	4 compagnies	7 usines	600.000 m ^q par an.
Allemagne	5	6 —	420.000 —
Autriche	1	1 —	10.000 —
Angleterre	4	5 —	1.000.000 —
Belgique..	6	6 —	650.000 —
États-Unis	5	7 —	700.000 —
Bavière, Danemark, Italie, Russie.			70.000 —

Total..... 3.450.000 m^q par an.

Les sept usines mentionnées pour la France sont celles de

une absence totale de teinte et une limpidité parfaite.

Pour remplir la première de ces conditions, il faut avoir recours à un choix scrupuleux de matières premières absolument pures. Aussi les usines s'appliquent-elles à les fabriquer elles-mêmes pour être assurées de ne pas se heurter à des mécomptes qui pourraient porter atteinte à leur bonne renommée. La soude est introduite à l'état de sulfate, et, pour faciliter sa combinaison avec la silice, on est amené à ajouter au mélange du charbon de bois en poudre. Une pratique longue de plusieurs années a conduit à faire usage de compositions très siliceuses où le calcaire et le sulfate entrent à poids égaux. On adjoint au mélange des débris de glace — *calcin* ou *groisil* — dont la présence semble aider à leur combinaison par une sorte de phénomène d'entraînement. Ils entrent pour une très grande part dans le chargement d'un pot et il en est fait une telle consommation que souvent ceux qu'on recueille au dehors ne peuvent suffire et qu'alors on est

Saint-Gobain, Chauny, Cirey, Montluçon, appartenant à la fameuse Compagnie de Saint-Gobain; *Aniche*, appartenant à la Société d'Aniche; *Recquignies*, à la Société belge de Sainte-Marie d'Oignies, et *Jeumont*, à la Société belge de Floreffe. Les trois dernières fabriques se sont associées pour la vente en commun de leurs produits dénommés *glaces de la Chapelle*, et même les Sociétés de Sainte-Marie d'Oignies et de Floreffe viennent de fusionner.

Depuis quelques années, une usine nouvelle, élevée par des capitaux anglais, s'est établie à Rousies-lès-Maubeuge. De son côté, la Compagnie de Saint-Gobain possède à l'étranger les usines de Manheim, Stolberg, Pise, Franière (Belgique) et Bilin (Bohême).

obligé de travailler à *blanc* une fois par semaine, uniquement pour s'en procurer.

La pulvérisation et le mélange des matières doivent être opérés d'une façon très minutieuse, sinon la pâte manquerait de limpidité.

Les glaces ne se soufflent pas, elles se *coulent* sur une table; aussi la production continue au moyen de fours à bassins n'est-elle pas appliquée et on a recours aux fours à pots. Mais il ne faut pas croire qu'on n'ait pas essayé de mettre en pratique les autres perfectionnements que nous avons signalés. Le dispositif Siemens est d'un usage général; c'est même à l'usine de Montluçon qu'il fit sa première apparition en France.

Un four renferme de 12 à 24 pots; chacun d'eux contient, dans la fabrication courante, de 6 à 700 kilos de matière; une rainure ménagée sur son pourtour permet de le saisir avec une pince à chariot au moment de la coulée. Dès que le verre se forme, la matière s'affaisse, de sorte que, pour avoir un pot complètement rempli après fusion, on procède à l'enfournement par chargements successifs, à mesure qu'un retrait se produit dans la masse.

On surveille la fusion en plongeant dans le pot une *cordeline* ou tige de fer avec laquelle on cueille de petites masses d'épreuve; quand la fusion est terminée, commence l'affinage, qui permet de satisfaire à la seconde condition requise, la limpidité.

L'affinage est la période la plus délicate de la fabrication; c'est de lui que dépend la perfection des glaces. En se combinant sous l'action de la

chaleur, les différentes substances donnent naissance à un « point », c'est-à-dire à la production de bulles gazeuses qu'il faut éliminer si on ne veut pas voir apparaître dans la masse les défauts connus sous le nom de *bouillons*. Ces bulles, composées d'acide sulfureux et d'oxyde de carbone, sont dues à la formation de silicate de soude par l'action du charbon sur le sulfate de soude en présence de la silice. Les mêmes réactions se produisent également avec tout autre réducteur. Il faut donc veiller, pour que le verre ne reprenne pas du point sous l'action des gaz du four, à avoir toujours un excès de sulfate, quitte à l'éliminer ensuite. Cette élimination est, du reste, facile, puisque la légèreté relative de ce sel tend à le faire monter à la surface ; à mesure qu'il émerge on le réduit en saupoudrant la matière de charbon de bois en poudre, dont l'excédent se brûle au contact des gaz chauds. Enfin, pour faire disparaître les dernières traces de sulfate, on « écrème » la surface du verre au moyen d'une longue spatule plate en cuivre rouge (1).

Nous avons déjà eu l'occasion de dire qu'on facilite également la montée des bulles en plongeant dans le creuset une gousse d'acide arsénieux dont la sublimation communique au mélange un certain mouvement. Mais, dans tous les

(1) On a pensé un moment scinder la fabrication des glaces en deux opérations. Dans la première, on procédait à la fusion ; le verre était ensuite *tréjeté*, c'est-à-dire *versé* dans d'autres pots chauffés au bois, où il s'affinait. Ce mode d'opérer, introduit en 1842, fut abandonné vers 1859, époque à laquelle apparurent les fours à régénérateurs.

cas, il faut donner au verre, pendant l'affinage, une liquidité extrême : on pousse le feu vivement jusqu'à ce que le verre quitte l'état pâteux pour devenir complètement fluide. Les bulles, en s'échappant à travers la masse, la font bouillonner ; une partie du verre peut déborder et se répandre sur la sole où il se refroidit en formant une masse vitreuse chargée d'impuretés, appelée *pycadil*. Pour éviter que le pycadil ne fasse adhérer le pot à la sole, on ménage, sous cette dernière, des chambres dites *poches à verre* où il vient tomber. Quand l'affinage est terminé, ce dont on se rend compte par un cueillage d'épreuve, on laisse reposer : la quatrième phase se prépare, la *braise*, qui peut durer trois heures, pendant lesquelles le point achève de remonter. Quand la montée a cessé, on réchauffe légèrement pour augmenter la fluidité.

Alors commence l'opération caractéristique de la fabrication des glaces, la coulée, dont le spectacle cause toujours, surtout la nuit, une impression de grandeur indéfinissable.

« Quand on entre pour la première fois la nuit dans une des vastes halles de Saint-Gobain, les fours sont fermés et le bruit sourd d'un feu violent, mais captif, interrompt seul le silence. De temps en temps, un verrier ouvre le pigeonnier du four pour regarder dans la fournaise l'état du mélange ; de longues flammes bleuâtres éclairent alors les charpentes noircies, les lourdes tables à laminer et les matelas sur lesquels des ouvriers demi-nus dorment tranquillement.

« Tout à coup, l'heure sonne, on bat la géné-

rale sur les dalles de fonte qui entourent le four, et trente hommes vigoureux se lèvent. La manœuvre commence avec l'activité et la précision d'une manœuvre d'artillerie. Les fourneaux sont ouverts; les vases incandescents sont saisis, tirés, élevés en l'air à l'aide de moyens mécaniques; ils marchent, comme un globe de feu suspendu, le long de la charpente, s'arrêtent et descendent au-dessus de la vaste table de fonte. Le signal donné, le vase s'incline brusquement; la belle liqueur d'opale, brillante, transparente et onctueuse, tombe, s'étend comme une cire ductile, et, à un second signal, le rouleau passe sur le verre rouge; le regardeur, les yeux fixés sur la substance en feu, écrème d'une main agile et hardie les défauts apparents; puis le rouleau tombe ou s'enlève, et vingt ouvriers, munis de longues pelles, poussent vivement la glace dans la carcaise où elle va se recuire et se refroidir lentement. Les vases, à peine replacés, sont regarnis, les fours sont refermés, les ténèbres retombent, et l'on n'entend plus que le bruit continu du feu qui prépare de nouveaux travaux (1). »

La table sur laquelle se fait la coulée est rectangulaire. Après avoir été longtemps en bronze fondu, d'une seule pièce, elle est aujourd'hui formée de plaques de fonte solidement boulonnées, entre lesquelles on ménage des intervalles, de façon que la dilatation de l'ensemble sous l'action

(1) Augustin Cochin, *La Manufacture des glaces de Saint-Gobain*.

du verre chaud puisse s'effectuer sans occasionner de bombement. Le long des grands côtés de la table sont disposées deux tringles de fer dont l'épaisseur est celle de la glace à obtenir. C'est sur elles que s'avance le rouleau ; l'une d'elles est munie d'une crémaillère qui permet de donner au rouleau un mouvement régulier. Ce rouleau est en fonte ; il a environ 60 centimètres de diamètre.

On ne coule jamais à la fois que le contenu d'un pot. Dès qu'on a voulu essayer d'opérer simultanément avec plusieurs pots, on s'est heurté à des difficultés insurmontables ; jamais il n'y avait soudure entre les différentes couches. Aussi pour les glaces immenses que les compagnies nous ont habitués à admirer aux Expositions, a-t-on recours à des creusets spéciaux de dimensions extraordinaires (1).

La table se déplace sur une file de rails le long du massif des *carcaises* où s'opère le recuit ; ce sont des fours du genre dit de boulanger, d'une centaine de mètres de surface, chauffés chacun par deux foyers, un à chaque extrémité.

Quand la glace vient d'être coulée, le rouleau est reçu par un petit chariot à l'extrémité de la table, et l'espace compris entre celle-ci et la carcaise est franchi par une plaque qui forme une sorte de pont. D'autres fois, le rouleau vient, au bout de sa course, tomber sur deux crochets en contre-bas de la table : il joue alors le rôle d'un

(1) La grande glace argentée que la Compagnie de Saint-Gobain avait fait figurer à l'Exposition de 1900 mesurait 8^m15 de haut sur 4^m de large.

galet sur lequel roule la glace avant de pénétrer dans la carcaise.

Une glace enfournée, on ferme, en attendant la suivante, l'ouverture du four au moyen d'un écran en tôle qui évite un refroidissement trop brusque et une casse spontanée. Pendant de nombreuses années, on s'était heurté là à une difficulté qui semblait invincible. Une de nos grandes usines, en particulier, était victime de cette malchance de voir ses glaces se briser d'elles-mêmes dans les carcaises. Elle ne savait comment conjurer ce sort, lorsque sa bonne fée lui apparut sous les traits... d'un modeste charcutier. Ce brave homme, fort curieux, désirait depuis longtemps visiter une glacerie; il était enfin arrivé à forcer la consigne; les portes de la maison avaient daigné s'ouvrir devant lui. D'ailleurs, il ne paraissait pas bien terrible; il n'y avait pas lieu de craindre qu'il emportât des secrets de fabrication... A quoi tiennent les choses! ce fut lui qui en indiqua.

Les fours, vers lesquels on le conduisit et qui devaient tant étonner sa candeur, le laissèrent indifférent: un charcutier ne sait-il pas ce que c'est? Mais si une chose le frappa, ce fut de voir une usine importante ignorer un procédé qu'il pratiquait tous les jours avec succès dans son modeste établissement. Comment! voilà des carcaises où, lui disait-on, le refroidissement devait être conduit avec lenteur, et on en laissait les ouvertures béantes jusqu'à ce qu'elles fussent totalement remplies! Pourquoi ne les tenait-on pas hermétiquement fermées pour ne les ouvrir

GOVERNEMENT
LILLE

que le temps strictement nécessaire à l'enfournement? Cette réflexion, rapportée en haut lieu, eut le bonheur d'attirer l'attention. Tout charcutier qu'il était, le visiteur pouvait bien, après tout, ne pas avoir tort. Dès le lendemain, aussitôt une glace enfournée, on ferma la carcaise avec une tôle en attendant que la suivante fût en état d'y entrer à son tour. Et le charcutier n'avait réellement pas tort : de ce jour, on n'eut plus à constater de casse intempestive.

En général, une carcaise comprend quatre glaces, correspondant à la contenance de quatre pots. Quand elle est pleine, on établit en avant de l'écran un masque de briques réfractaires lutées avec de l'argile ; puis on abaisse graduellement le feu. Au bout de soixante-douze heures, le refroidissement est complet.

Au sortir de la carcaise, la glace est une sorte de dalle rugueuse, sans trop de transparence, à bords sinueux, dont la face inférieure porte l'empreinte du sable fin dont on avait préalablement saupoudré la table pour combattre l'adhérence. Dans cet état, elle est dite *brute*. On l'équarrit, on reconnaît les défauts importants comme les *larmes de four*, les *pierres de sel*, les *pierres de terre...* (1), et on procède à une première découpe pour les éliminer. On com-

(1) Le défaut désigné sous le nom de *larme de four* est dû à un enfournement trop précipité. Les particules ténues de matières vitrifiables sont alors entraînées par le tirage et vont se fixer au ciel du four. Là elles se changent en verre en formant des sortes de stalactites qui se teignent rapidement avec intensité sous l'influence de l'atmosphère toujours réductrice qui les baigne. Au bout d'un certain temps, ces

mence ensuite le travail mécanique des glaces, qui comprend trois phases: *douci*, *savonnage* et *poli*.

L'opération du *douci* a pour but d'aplanir les deux faces; elle s'effectue mécaniquement, au moyen de plateaux de fer appelés ferrasses et de sable humecté d'eau. Quand une face est doucie, on retourne la glace, et on opère sur l'autre face.

Après le *douci*, on procède au *savonnage* en frottant deux glaces l'une contre l'autre et en interposant entre elles de l'émeri de plus en plus fin. La glace supérieure seule est mobile et son mouvement rappelle la forme d'un 8; la glace inférieure est retenue sur la plate-forme par l'adhérence de toiles mouillées.

Le *poli* donne à la glace son éclat spécial. La pièce est scellée sur une table qui lui communique un mouvement de va-et-vient, tandis qu'elle est frottée par des polissoirs recouverts de feutre, qui tournent sur eux-mêmes et qu'on imbibe constamment d'eau dans laquelle on a délayé du colcotar à l'état de poudre impalpable (1).

stalactites, entraînés par leur poids, tombent dans les pots et produisent dans la masse des traînées de couleur foncée qu'on retrouve plus tard dans la pâte des glaces.

On appelle *pierres de sel* des parcelles infondues de matière vitrifiable; quant aux *pierres de terre*, elles sont causées par des débris de pots effrités qui sont tombés dans le verre en fusion.

(1) Le colcotar est la rouille ou bioxyde de fer. Dans les usines on lui donne le nom de *potée rouge*. On réserve celui de *potée blanche* au stannate de plomb qu'on utilise principalement pour faire disparaître les taches qui se produisent à la surface du verre et qui sont dues à l'impression.

Tous les scellements et retournements successifs auxquels donnent lieu ces trois opérations absorbent beaucoup de temps et augmentent les risques de casse. Après trente ans d'efforts, la Compagnie de Saint-Gobain est parvenue à réunir les trois opérations en une seule : le douci-savonnage-poli, qui s'effectue sur un même côté de la glace, sans qu'il soit besoin de procéder à des scellements intermédiaires. On est ainsi arrivé à obtenir en 17 heures ce qui demandait 22 heures quand les trois opérations étaient séparées.

Depuis le moment où s'effectue le mélange des matières vitrifiables jusqu'à celui où la glace est polie, il se passe aujourd'hui 122 heures au maximum. En 1760, il s'en passait 240.

La glace est généralement coulée avec une épaisseur de 12 millimètres, que les opérations subséquentes réduisent à 8 en moyenne. La différence correspond à l'usure produite par le travail mécanique, surtout le douci où se perd ainsi totalement une quantité considérable de verre sous forme de boues inutilisables. On comprend ainsi l'intérêt qu'on attache à obtenir des coulées donnant des glaces presque planes, sans vallonements trop prononcés.

Au sortir de l'atelier de polissage la glace est visitée avec le plus grand soin, sur une table recouverte d'un tapis noir, au milieu d'une chambre tendue de noir et éclairée par un judas. Grâce à cet éclairage spécial, les moindres défauts ne peuvent échapper à l'investigation du visiteur, et on arrive ainsi à classer chaque glace d'après sa

pureté et à en déterminer le choix. La glace passe ensuite entre les mains du coupeur, chargé de la débiter en rectangles — en *volumes*, comme on dit — suivant les mesures admises par le commerce et représentées par des nombres multiples de 3.

A proprement parler, on ne coupe pas le verre, mais on le rompt suivant le tracé d'une ligne de moindre résistance. Pour tracer l'empreinte suivant laquelle s'effectuera la rupture, on emploie un corps bien tranchant comme une petite roulette d'acier dur ou plutôt un diamant. Le diamant, à l'état brut, est enchâssé dans de l'étain, sous une monture en os, dite rabot, de manière à présenter une arête coupante arrondie, dont la position est repérée par une marque sur la face latérale du rabot. La distance entre le bord du rabot et l'arête du diamant est connue d'avance, 5 millimètres généralement, de sorte que lorsqu'on veut couper une glace suivant une longueur déterminée on doit placer à 5 millimètres en deçà la règle qui doit diriger le rabot.

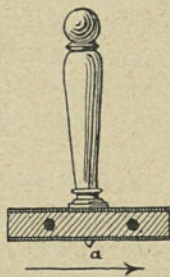
Le coupeur promène son diamant en l'appuyant le long de cette règle et en ramenant le bras à lui; il a soin de ne pas s'arrêter; le trait doit être très fin et donner naissance à un grincement spécial. Le diamant produit dans le verre une strie à section triangulaire dont les lèvres supérieures présentent l'aspect de perles microscopiques d'où s'élancent des langues en forme d'arêtes de poisson qui se prolongent dans presque toute l'épaisseur. Chose curieuse: avec le temps, cette strie diminue de profondeur tandis que sa largeur augmente au point d'atteindre

plusieurs millimètres. Il y a là un effet de dislocation moléculaire des plus remarquables. Aussi, quand le trait est tracé, le coupeur rompt-il immédiatement la glace sans attendre, comme on dit, qu'il se « refroidisse ». Il produit l'effort de rupture soit en faisant glisser la glace pour l'amener sur le bord de la table et en prenant un point d'appui sur son genou, soit en glissant en dessous, à l'aplomb du trait, une règle plate. Ce sont là des procédés d'habitude; chaque coupeur a son « truc » qui lui réussit; c'est le principal.

Quand on doit couper une bande étroite, on donne le trait de diamant comme précédemment; mais, pour pouvoir produire un effort suffisant, on se sert de pinces plates dont on entoure l'extrémité d'un chiffon.

On aide d'ailleurs à la dislocation en « étonnant », c'est-à-dire en donnant sous le trait un certain nombre de petits coups secs avec l'extrémité du manche du diamant. Enfin, s'il s'agit uniquement de rogner quelques millimètres, on « gruge » la glace, c'est-à-dire qu'au moyen de pinces longues et rondes on en broie peu à peu les bords.

On rencontre rarement deux diamants semblables produisant des effets identiques. Aussi chaque coupeur possède-t-il le sien qu'il conserve avec un soin jaloux, dont il ne se sépare jamais, en lequel il s'incarne pour ainsi dire : c'est *son* diamant. Demandez-lui à l'essayer, il refusera net.



Diamant.

Il vous donnera tout ce que vous voudrez, sa bourse, sa pipe même... mais prêter son diamant, jamais!

Les difficultés ne sont rien pour des coupes rectilignes; où se montre l'adresse du coupeur, c'est dans les coupes chantournées: à mesure que la fente s'ouvre, elle tend à fuir selon la tangente et il faut un certain talent pour la diriger suivant le bon chemin. Le coupeur est alors un artiste. Nous avons connu personnellement un de ces virtuoses du diamant qui arrivait à retirer un ovale du milieu d'un rectangle et qui enlevait d'une glace longue de trois mètres une bande d'une largeur plus faible que l'épaisseur.

La fabrication des miroirs est l'œuvre d'un industriel spécial, le *miroitier*, qui, après s'être approvisionné de glaces aux usines, leur fait subir les transformations nécessaires.

Pour en augmenter le pouvoir réflecteur, il dépose sur leur face postérieure une couche d'un métal réfléchissant. Pendant longtemps on a *étamé* les miroirs en les recouvrant d'un amalgame d'étain. Sur une énorme table en pierre de liais, placée bien de niveau, on étendait une feuille d'étain qu'on mouillait d'un peu de mercure et on facilitait l'amalgamation en frottant cette feuille avec des tampons de flanelle. On versait ensuite une nouvelle quantité de mercure qu'on retenait sur trois des bords de la table à l'aide de bandes de glace, tandis qu'on fixait le long du quatrième un papier sur lequel venait reposer l'extrémité de la glace à étamer.

Celle-ci, préalablement essuyée avec des linges chauds et secs, était glissée sur le mercure; on la chargeait alors de poids et on donnait à la table une légère inclinaison en vue de permettre l'écoulement du mercure en excès. Au bout de six heures environ la glace était étamée; on l'enlevait de la table, on la plaçait horizontalement sur un châssis qu'on relevait progressivement. On arrivait ainsi peu à peu à la mettre debout et on la laissait dans cette position pendant quinze jours pour sécher l'amalgame. Ce n'était qu'au bout de ce temps qu'on pouvait la monter dans son cadre.

Les miroirs obtenus de cette façon étaient d'une pureté incomparable et d'une blancheur magnifique. Et cependant, malgré ces qualités, le procédé a été totalement abandonné. Sans parler de sa lenteur, qui aujourd'hui serait inacceptable, il faut dire que les autres inconvénients de l'étamage n'étaient pas sans contre-balancer, et au delà, ses avantages. L'amalgame adhérait si peu au verre qu'il s'en détachait sous l'ongle. Quoi qu'on fit, il restait toujours un excès de mercure, qu'on retrouvait plus tard dans le bas de la feuilure du cadre. Il fallait avoir soin de porter constamment dans le même sens une glace étamée, et éviter de lui imprimer des secousses, sinon l'entraînement du mercure produisait des coulées et des taches.

Mais tout cela n'était rien à côté des accidents pathologiques dont étaient victimes les ouvriers et qui se présentaient sous les aspects les plus bizarres. Les plus caractéristiques étaient le tremblement ininterrompu et la carie. Nous avons été

témoin de cas singuliers : un étameur était atteint à un point tel que ses dents déchaussées n'étaient plus fixées dans leurs alvéoles : il pouvait les en retirer et les y remettre ; un autre se trouvait dans l'impossibilité absolue de signer son nom et devait, pour boire, se servir d'un culot de carafe ; ses tremblements étaient tellement intenses qu'il était incapable de porter à ses lèvres un verre ordinaire sans le renverser !

Ces accidents si terribles ont conduit à chercher au mercure un succédané. Déjà, en 1830, Liebig avait proposé de le remplacer par l'argent, mais ce ne fut qu'en 1850 que M. Drayton put rendre ce procédé réellement industriel : il recouvrait la glace, placée au préalable sur une table légèrement chauffée, d'une dissolution d'azotate d'argent mélangée d'alcool et d'essence de girofle. Mais l'opération exigeait encore des perfectionnements qui, après avoir été indiqués par M. Petitjean, ont été rendus pratiques par MM. Depron et Brossette.

La méthode de M. Petitjean consiste à réduire l'argent par l'acide tartrique en présence de l'ammoniaque. On lave la glace à l'eau distillée, on la dépose sur une table en fonte bien horizontale sur laquelle on a déployé une couverture, et on la recouvre d'une première solution en même temps qu'on chauffe la table à 40° au moyen de serpents de vapeur. Au bout de quelques minutes l'argent se précipite en formant des taches qui s'étendent peu à peu et finissent par gagner toute la surface. On frotte légèrement alors la glace avec une peau de chamois, on l'arrose ensuite avec

une seconde solution qui ne diffère de la première que par les proportions. Au bout de trente minutes la glace est argentée. On la place alors debout dans un atelier chauffé à 25°; le dépôt se sèche et on le recouvre d'une couche de vernis puis de plusieurs couches de peinture. L'argenteure d'une surface de 1 mètre carré n'exige que 6 grammes d'argent.

On conçoit quel progrès l'argenteure a été sur l'étamage: elle ne demande pas une heure, quand l'ancien procédé exigeait plusieurs semaines; mais surtout elle présente l'immense avantage de ne pas avoir d'influence sur la santé des ouvriers. Si, en présence de ce fait, il était permis de lui adresser un reproche, on pourrait dire qu'elle donne des miroirs affectés d'une légère teinte jaunâtre. Ce petit inconvénient a conduit M. Lenoir à proposer un procédé mixte consistant à amalgamer l'argent précipité, au moyen du cyanure double de potassium et de mercure. Il suffit alors de verser une solution très étendue de ce sel sur la glace déjà argentée.

Dans d'autres méthodes, on étend à froid le précipité d'argent au moyen de sel de Seignette (1).

L'argent, malgré les couches de vernis et de peinture, finit à la longue par s'altérer et se noircir. Dès 1866, M. Dodée essaya de lui substituer le platine, qui est inaltérable et dont l'adhérence au verre est presque indéfinie: d'où inutilité de recourir à un enduit protecteur. Dès lors rien ne

(1) Tartrate double de potasse et de soude.

pouvait empêcher de déposer le platine sur la face antérieure, ce qui donnait lieu à une importante simplification : les rayons lumineux n'étant plus forcés de traverser la glace avant de se réfléchir, celle-ci ne servait plus que de support et il suffisait de la polir d'un seul côté. Mais la pratique ne répondit pas à l'espoir de l'inventeur, le platinage donnait au miroir une teinte terne assez désagréable qui ne lui attira pas, malgré ses qualités, les faveurs du public.

La dorure, qu'on a essayé également d'appliquer aux miroirs, n'est guère usitée que dans un but d'ornementation. Tantôt on réduit un sel d'or, et le métal se dépose sur la glace de la même façon que l'argent, tantôt on colle derrière la glace des feuilles d'or battu, à l'aide d'eau additionnée d'un peu de colle de poisson.

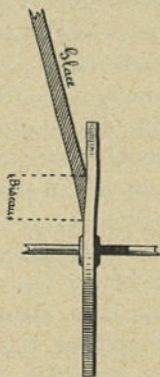
Quand on veut obtenir un miroir riche, on biseaute la glace selon le contour du cadre.

Avant tout, on exécute le cadre, et au moyen du diamant et des pinces on découpe la glace de façon à la faire pénétrer dans la feuillure, comme si elle devait y être fixée définitivement. Puis, avec une pointe de diamant, on suit tous les contours du cadre et on les trace sur la glace. Cela fait, on retire celle-ci du cadre et, en se guidant sur le tracé, on en rabote les bords à l'aide de grès et de semelles en fer; on les polit ensuite au moyen de bandes de glace avec interposition d'émeri; on fait enfin usage de polissoirs et de potée rouge ou colcotar.

Pour les parties rectilignes, le travail se fait mécaniquement, suivant des procédés dus à diffé-

rents inventeurs. Dans celui de M. Krieger, on dispose la glace sur un châssis légèrement incliné suivant la pente même du biseau. Ce châssis, auquel on donne un mouvement de va-et-vient, se déplace devant un disque en fer vertical qui tourne rapidement sur lui-même et reste constamment arrosé d'une bouillie d'eau et de grès. Le biseau se forme ainsi progressivement; quand il est dégrossi, on transporte la glace sur un autre châssis semblable au premier et on le soumet au savonnage; enfin on polit au moyen de potée.

S'il y a lieu de percer un trou dans une glace, on se sert d'une de ces limes triangulaires dites tirepoints, bien affûtée et emmanchée à un vilebrequin de menuisier. On aura soin d'en entretenir la pointe constamment humectée d'essence de térébenthine. Quand le trou sera sur le point de traverser l'épaisseur, il faudra retourner la glace et recommencer l'opération sur l'autre face en allant au-devant du trou précédemment amorcé : sans cette précaution, la mince pellicule de verre restant se détacherait au dernier moment en produisant infailliblement une écaille. — Quand il s'agit de trous d'un certain diamètre, on les pratique au moyen de tubes en métal qu'on fait tourner sur eux-mêmes à la main ou par un mécanisme quelconque.



Confection
d'un biseau.

Dans toutes ces manipulations successives, les glaces sont exposées à subir des avaries, des « accrocs », comme on dit, qu'il importe de faire disparaître. Dans cette prévision, on a des polissoirs à deux poignées, en bois recouvert de feutre, et lestés par des plombs, que l'on mouille de potée diluée dans de l'eau et que l'on promène lentement sur la partie endommagée. L'ouvrier ne doit pas s'en tenir strictement à la région avoisinant l'accroc, car, en frottant toujours à la même place, il modifierait la planimétrie et produirait une dépression appelée bassin, dont l'effet serait de déformer les images. S'il s'agissait d'une longue et fine estafilade, on ferait usage d'un polissoir léger, long et étroit, avec lequel on froterait rapidement en appuyant vigoureusement sur la glace. Ce polissoir spécial, appelé brûlot, mérite son nom, car s'il est mis entre des mains inexpérimentées, il peut « brûler » le verre, c'est-à-dire en modifier le poli et donner naissance à une granulation à laquelle les ouvriers décernent le nom caractéristique de « peau de crapaud ».

On rencontre parfois encore des miroirs à encadrement en glace, rappelant les célèbres miroirs de Venise. Avouons-le franchement, ces imitations sont loin d'avoir l'harmonie et la gracieuse légèreté des modèles. Ces derniers resteront toujours des objets d'art auxquels les produits modernes ne sauraient être comparés. Quoi qu'il en soit, il y a dans la fabrication de ceux-ci un travail intéressant sur lequel il nous est impossible de ne pas nous arrêter un instant.

La décoration des morceaux de glace qui constituent les cadres de ces miroirs est du ressort d'une industrie spéciale, la *taillerie*. L'ouvrier est assis devant une roue verticale en acier, qui tourne rapidement et sur laquelle tombe constamment une boue de grès humide. Il tient des deux mains la pièce à graver, la présente à la roue et, avec une sûreté merveilleuse, la conduit en lui donnant toutes les inclinaisons voulues pour obtenir le dessin que son imagination crée à l'instant. Car il faut dire que jamais il ne copie un croquis, ignore ce qu'est une mesure, ne saurait se servir d'un compas. L'œil est son seul guide et ne le trompe pas. Sans hésitation, il change constamment d'outil, selon les effets qu'il recherche : tantôt il a recours à une petite molette épaisse, tantôt il lui substitue un disque de grand diamètre et à tranche coupante. Le verre ne cesse de s'user au contact de ces burins tournants, et, en un instant, apparaît un dessin mat en creux ; si celui-ci laisse à désirer parfois au point de vue artistique, son exécution est toujours parfaite.

Ce dessin ébauché, le reste du travail n'est plus qu'une opération machinale. La bande de glace passe entre les mains d'un second ouvrier qui présente tous les creux produits à une roue de grès tendre mouillé ; puis c'est au tour d'un troisième qui donne le poli au moyen d'une roue de liège imbibée de ponce. La gravure terminée, on argente les bandes s'il y a lieu.

Cette usure superficielle qui constitue la gravure, M. Tilghman a cherché à l'obtenir par une

opération purement mécanique. Son procédé consiste à lancer un jet de sable sur la glace à l'aide d'une petite soufflerie. Chaque grain, en choquant la surface, y détermine une légère érosion, et l'ensemble enlève tout poli au verre et le rend mat. Pour reproduire un dessin, on recouvre d'abord la glace d'un patron en carton ou en métal mince découpé. Ce mode est extrêmement rapide; en quelques minutes, on arrive à dépolir complètement des surfaces de 2 à 3 mètres carrés; mais, comme toutes les opérations essentiellement mécaniques, il manque de souplesse. S'il est utilisé dans de nombreux cas spéciaux, il ne saurait convenir à une décoration pour les grandes glaces de devantures. Dans ce cas, on fait usage d'un procédé chimique, et on a recours à l'acide fluorhydrique.

Nous savons que cet acide ronge le verre; il détruit en effet la silice en donnant naissance à de l'eau et à un acide fluosilicique gazeux qui se dégage. Presque toujours, on cherche à obtenir un dessin mat qui, tout en permettant l'éclairage de l'intérieur du magasin, constitue une barrière infranchissable aux regards indiscrets du dehors. Dans ce but, on fait agir l'acide à l'état gazeux en le préparant, au moment même de l'emploi, par réaction de l'acide sulfurique sur le fluorure de calcium. Si on faisait usage de l'acide fluorhydrique en dissolution dans l'eau, on obtiendrait une gravure transparente.

Avant de graver une glace à l'acide, on étend sur une table une feuille de papier sur laquelle on a reporté en grandeur d'exécution la maquette

à reproduire ; puis on recouvre cette feuille de la glace nettoyée avec soin. A l'aide d'un pinceau, on enduit d'un vernis spécial inattaquable les parties du dessin à soustraire à la gravure. Cela fait, on soumet la face vernie aux vapeurs qui se dégagent d'un bac en plomb où on a déposé du fluorure de calcium imbibé d'acide sulfurique. Quand on juge la morsure assez intense, on enlève la glace, on la lave ; on réserve, en y passant une couche de vernis, les parties déjà gravées qui ont obtenu la transparence voulue, et on recommence l'opération pour celles qui doivent recevoir une gravure plus profonde et, par suite, un ton plus clair. On continue ainsi et, à chaque fois, on augmente de même, par des réserves appropriées, la finesse du dessin. Celui-ci terminé, on lave la glace à la benzine pour enlever le vernis et on a une décoration mate indélébile.

Quand on a en vue une gravure transparente, on place la glace, après l'avoir recouverte du vernis, sur un châssis horizontal, on l'entoure d'un bourrelet de cire et, dans cette sorte de cuvette, on verse la solution acidulée.

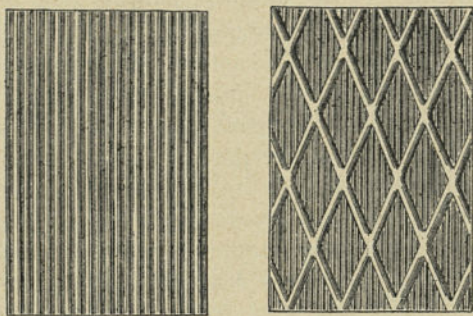
On peut arriver, avec la gravure à l'acide, à des effets remarquables ; mais il faut bien reconnaître qu'on ne cherche pas toujours à obtenir tout ce qu'elle pourrait donner. Aujourd'hui, on a trop en vue la partie commerciale et on ne se préoccupe plus assez de la partie artistique. Aussi, à côté d'œuvres remarquables, bien rares malheureusement, rencontre-t-on, souvent, hélas ! des spécimens d'une gravure sans caractère, d'une

désespérante monotonie dans les tons, et où n'existe aucun relief.

Une fois qu'on eut résolu le problème de constituer la clôture des magasins par de grandes glaces planes, on ne s'en tint pas là : non content du résultat, on rechercha une nouvelle difficulté, et l'attention se porta sur le moyen de bomber les glaces. Voici en quoi consiste l'opération. Avant tout on donne à la glace les dimensions qu'elle doit avoir. Il faut agir avec l'exactitude la plus mathématique, car plus tard toute rectification serait impossible. Puis on fabrique un gabarit en tôle qui présente la courbure voulue, on le dispose dans un four à réverbère et on le recouvre de la glace encore plane. On pousse la température : la glace, devenant malléable, s'affaisse sous son propre poids et vient épouser la forme du gabarit. Cela fait, on n'a plus qu'à laisser refroidir. Rien n'est plus simple, mais on conçoit combien l'opération est délicate, d'autant plus qu'il faut veiller à ce qu'il ne se produise pas de dévitrification. En fait, la glace perd toujours un peu de son poli et ses conditions de résistance sont modifiées, de sorte que les manutentions subséquentes présentent certains risques. Aussi ne peut-on jamais obtenir une courbure bien prononcée et les dimensions des glaces bombées ne sont jamais considérables.

En y réfléchissant quelques instants, on reconnaît vite que cette opération du coulage, qui est la caractéristique de la fabrication des

glaces, n'est en quelque sorte qu'un laminage qui, sous l'action du rouleau forçant la cohésion entre les molécules, augmente la résistance des verres coulés. Une application en résulte aussitôt : rien n'empêche d'obtenir des vitres en cueillant du verre à vitre fondu dans un four à bassin et en le coulant sur une table comme une glace.



Verres à reliefs.

Les dimensions de ces verres coulés sont plus faibles que celles des glaces ; aussi peut-on simplifier la fabrication : on n'a qu'à cueillir le verre dans le bassin au moyen d'une poche, ce qui évite l'emploi d'un lourd creuset.

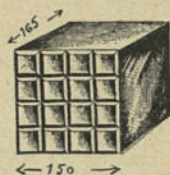
Le plus souvent, la table est munie de reliefs assez prononcés qui s'impriment dans le verre encore pâteux, et les vitres ainsi coulées présentent sur une de leurs faces des stries, des losanges ou tous autres dessins quelconques en relief.

Si la table est garnie de saillies coniques dont la hauteur soit légèrement plus faible que l'épaisseur d'une vitre, chacune des empreintes ainsi formées constitue l'amorce d'un trou que l'on peut déboucher ensuite à l'aide d'un foret tournant avec rapidité. On a alors une de ces vitres *perforées* qui se substituent aux grillages habituels de ventilation avec d'autant plus de succès que, les trous étant coniques comme les saillies qui les ont produits, l'air frais s'épanouit tout naturellement au sortir de ces ajutages divergents.

Aucune raison n'empêche d'augmenter l'épaisseur des tringles sur lesquelles se meut le rouleau, de façon à leur donner de 20 à 35 et même 40 millimètres. C'est ainsi qu'on obtient ces *dalles* avec ou sans reliefs qui servent à confectionner les planchers transparents. A leur apparition, ces derniers ne furent pas acceptés avec enthousiasme; ils semblaient manquer de solidité et on considérait comme une sorte de témérité d'oser s'aventurer à leur surface. Et pourtant leur fragilité n'est qu'apparente : ils résistent victorieusement à des charges de 250 kilos par centim. carré de section. Insensiblement toutefois l'usage des dalles entra dans les habitudes et son importance s'accrut encore depuis que fut créé le type dit à reliefs, généralement quadrillés, avec lequel on obtient certains effets de décoration. Outre que ces dalles permettent l'éclairage des sous-sols, elles se posent avec la plus grande simplicité dans des châssis en fer : Il faut ajouter, et c'est là un point sur lequel on ne saurait trop insister, que les

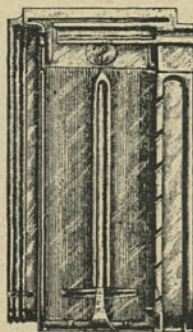
planchers ainsi constitués se maintiennent constamment propres, et quand on a recours au lavage, les cannelures forment autant de petites rigoles qui dirigent l'évacuation des eaux sales.

En augmentant la hauteur des tringles-guides, on est amené à les remplacer par un cadre élevé que forme une sorte de boîte où l'on verse à la poche le verre fondu. On obtient alors les pavés de verre usités pour les passages fréquentés par les voitures. Leur surface présente, elle aussi, un quadrillage en relief qui empêche les chevaux de glisser.



Pavé en verre.

Ainsi, à mesure que nous avançons, nous voyons peu à peu disparaître le laminage proprement dit pour faire place au *moulage*, et en continuant dans cet ordre d'idées nous arrivons à la fabrication de pièces tout à fait irrégulières, comme les tuiles. Dès lors les applications du verre ne se comptent plus. On les rencontre partout où il faut étanchéité, transparence, *solidité*,



Tuile en verre.

résistance aux corrosifs, non conductibilité de l'électricité et de la chaleur... : cuves à vin, vases à acides, bacs d'accumulateurs, hublots de navires, plateaux de guéridons, poulies, dalles d'éviers... Et « solidité » ici n'est pas un vain

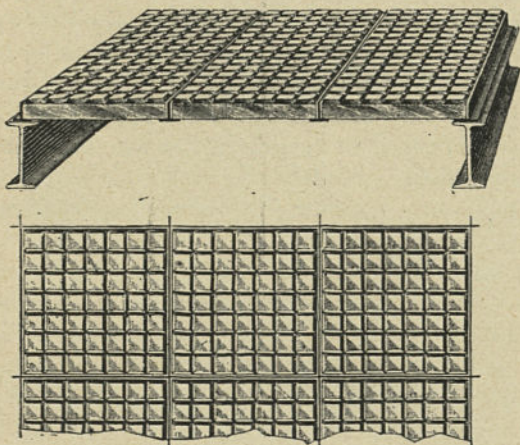
mot ; elle est même si importante qu'elle autorise l'application de l'emploi du verre à la fabrication de tuyaux pour l'eau sous pression. Le moulage de ces pièces, imaginé par M. Appert, présente cette particularité que, pendant toute sa durée, le verre conserve sa chaleur, de sorte que sa plasticité reste constante, toujours dans les meilleures conditions.

Le verre est versé dans un moule vertical ; le vide intérieur est produit par un noyau conique soulevé par une tige sur laquelle agit de l'air comprimé. Pour retenir le verre qui serait entraîné par ce noyau, on dispose une rainure à la partie inférieure du moule ; le verre qui s'y trouve se refroidit en formant un bourrelet qui retient toute la masse. Le noyau ne s'arrête dans son ascension qu'à 25 centimètres au-dessus du moule ; il est immobilisé au haut de sa course par un verrou, la tige redescend seule rapidement et le vide central est formé. Le verre en excès est entraîné hors du moule par le noyau, et séparé du tuyau grâce à l'étirage que produit une rondelle de diamètre un peu plus faible que celui du moule et disposée à la partie supérieure de celui-ci.

De son côté, M. Sievert, de Dresde, coule du verre fondu sur une plaque de fonte percée de petits trous et ne l'y fait adhérer que sur les bords. Il retourne ensuite brusquement le tout : le verre s'allonge et, sous son propre poids et sous l'action d'un soufflage d'air comprimé à travers les trous de la plaque, M. Sievert parvient à obtenir ainsi des bacs d'une capacité quelconque.

Il en a fait figurer quelques-uns à l'Exposition de 1900.

Une autre application du verre moulé réside dans la fabrication de briques pour la construction. Avec les progrès de l'hygiène et une exacte connaissance de ses lois, on a de plus en



Dallage en verre.

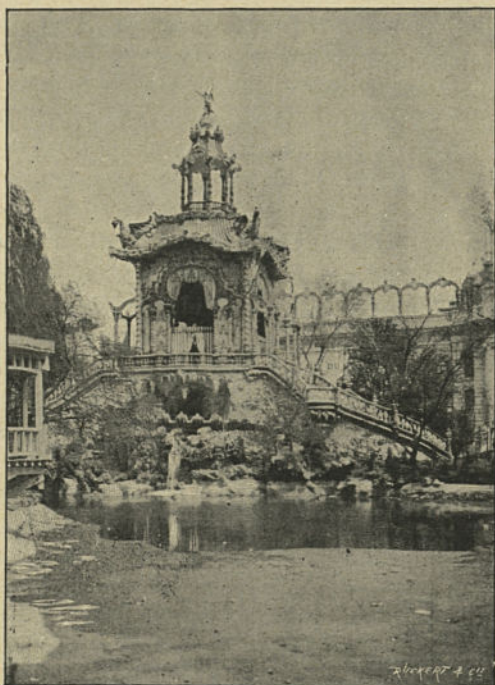
plus recours au verre. Lui seul permet d'obtenir ces briques aux surfaces inaltérables, qui s'opposent à la propagation des germes morbides. Avec le verre, l'incendie n'est pas à craindre. En outre, le grand avantage qu'il présente de ne pas être conducteur de la chaleur rencontre ici une application merveilleuse. Les maisons dans la construction desquelles on le fait entrer ne peuvent subir l'influence du dehors et la température ne

saurait y éprouver de brusques variations. Mieux encore : on élève avec ces briques des cloisons creuses à l'intérieur desquelles on fait circuler de l'air froid ou chaud selon les circonstances, et on arrive à obtenir une température absolument constante, résultat des plus appréciables dans certaines constructions comme les écoles ou les hôpitaux. On profite des gaines ainsi ménagées dans l'épaisseur des murs pour y installer les conduites d'eau, de gaz ou d'électricité qui sont de cette façon soustraites à toute cause de détérioration et qui, en ne présentant sur ces murs aucune saillie, évitent les recoins où se cacherait une poussière, toujours incommode, parfois pernicieuse.

Et qu'on ne croie pas que les constructions ainsi édifiées ne puissent offrir un certain caractère. Le palais de Sydenham n'a plus qu'un intérêt historique et, aujourd'hui, son principal mérite est d'avoir été le prototype de ces grandes halles vitrées auxquelles les gares actuelles de chemins de fer nous ont habitués.

Le palais lumineux de l'Exposition de 1900 méritait son nom : plus de ces murs opaques qui limitent la vue et suppriment l'espace ; partout le transparent et l'aérien. En verre, les robustes piliers et les sveltes colonnes ; en verre, le dôme élancé ; en verre, le dallage qui laissait entrevoir sous les pas du visiteur des profondeurs insondables ; en verre, les majestueux escaliers, aux balustres élégants, aux courbes savantes. Et le soir, sous les lueurs fulgurantes des feux électriques, l'ensemble étincelait de toutes les colora-

tions du prisme, et le génie de la lumière, couronnant le tout, présentait aux yeux éblouis l'apothéose du verre !



Palais lumineux de l'Exposition de 1900.

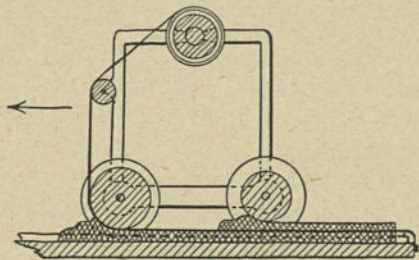
Jusqu'à ces derniers temps, l'emploi des vitres pour plafonds — qu'elles fussent soufflées ou coulées — était limité par les sérieux inconvénients qui pouvaient résulter d'une rupture. On essayait de parer à ce véritable danger au moyen

de grillages métalliques, mais ces grillages étaient sujets à des altérations qui rendaient bientôt illusoire leur solidité. Pour que leur effet fût vraiment utile, il fallait pouvoir les soustraire à toute cause de ruine : pourquoi, alors, ne pas profiter de la vitre elle-même ? En enrobant un réseau dans la masse vitreuse, on l'isole de toute part, le verre le protège, mais en même temps il protège le verre auquel il communique sa résistance. Du coup, le double but recherché est atteint.

Mais, en pratique, l'incorporation du réseau au verre a été une chose impraticable aussi longtemps qu'on s'en est tenu à l'idée de le maintenir entre deux feuilles sans cohésion intime. Aujourd'hui, la solution du problème est trouvée : par la même opération, on procède et au coulage des deux feuilles et à l'enrobage du réseau dans la masse.

Celui-ci, coupé à la largeur voulue, est enroulé autour d'un tambour et un rouleau le renvoie parallèlement à la table à une distance égale à l'épaisseur de la première couche. En arrière de ce rouleau, on en rencontre un second, et l'intervalle entre celui-ci et la table est égal à l'épaisseur de la vitre complète. Par un mécanisme quelconque, l'équipage des deux rouleaux et la table sont mobiles l'un par rapport à l'autre. On verse le verre à la poche en avant du *premier* rouleau et on met le mécanisme en marche ; la première partie de la vitre se lamine et le treillis se fixe à sa surface ; on verse alors du verre en avant du *second* rouleau qui lamine la seconde couche

en la soudant à la première. Les vitres grillagées ainsi obtenues sont d'une très grande solidité ; elles résistent victorieusement aux chocs parfois si violents de la pluie et de la grêle. Elles peuvent constituer une défense contre les entreprises des voleurs. Et même... on a proposé de s'en servir pour arrêter les balles au passage. Prétendre créer à l'aide d'une feuille de verre une barrière infranchissable à des projectiles d'armes à feu, voilà un de ces résultats qu'on n'aurait jamais osé concevoir, il y a quelques années même, et qui aujourd'hui ne doivent plus étonner... Que dirait donc Publius Syrus, aux yeux de qui le verre représentait le symbole de la fragilité de la fortune ?



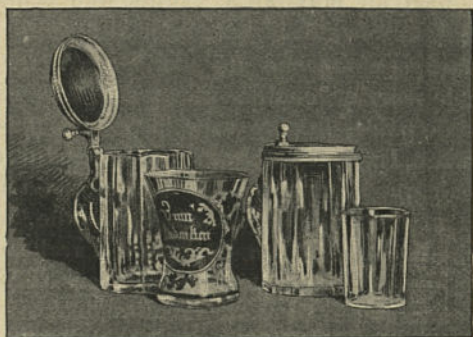
Fabrication du verre grillagé.

Verre de Bohême. — Cristal. — Flint. — Pièces d'optique
Strass.

Parfois, dans l'industrie, certains produits contrastent singulièrement, par leur richesse, avec la pauvreté de l'usine qui leur a donné le jour : c'est le cas du verre de Bohême. Sans doute, dans ce pays comme ailleurs, on rencontre des fabriques installées avec tous les progrès modernes, mais elles ne sont qu'en nombre bien restreint. La plupart, construites en planches au milieu des forêts et au bord des cours d'eau, ont tous les caractères du provisoire. Elles coupent sur place le bois nécessaire à leurs fours, ou le reçoivent par trains flottés. Vienne un jour où le bois fait défaut : les routes sont mauvaises et les chemins de fer rares ; le plus simple est alors de s'établir dans une autre partie de la forêt, et l'usine déménage immédiatement.

Le verre de Bohême n'est pas un verre spécial comme le cristal, mais ce qui en fait le caractère, c'est qu'il est composé de matières excessivement pures. Ainsi la silice est employée à l'état de rognons de quartz hyalin, lavés avec soin, chauffés au rouge sombre et jetés ensuite brusquement dans de l'eau froide où ils « s'étonnent », c'est-à-dire deviennent friables. On peut alors les broyer avec la plus grande facilité, et on emploie à cet

usage des pilons en quartz; on est sûr, de cette façon, de ne pas voir s'introduire dans le mélange des parcelles métalliques qui pourraient, plus tard, colorer le verre produit. Grâce à l'usage du bois, dont la combustion ne donne pas de fumée réductrice, et à ces soins méticuleux dans la préparation des matières, le verre de Bohême est d'une limpidité telle qu'on le confond, à première



Chopes de Bohême.

vue, avec le cristal, et que ce n'est qu'un examen attentif qui permette de l'en distinguer. Aussi l'utilise-t-on surtout pour la gobeleterie de luxe, et principalement la fabrication de ces chopes monumentales qui font les délices des buveurs de bière transrhénans.

Les creusets des verreries de Bohême ont une faible capacité qui dépasse rarement 60 ou 70 kilos de matière. L'outillage est des plus simples : des cannes courtes et légères, des ciseaux, des pinces, une palette, un marbre, des moules

garnis au préalable de résine dont la combustion, sous l'action du verre incandescent, évite un trop brusque refroidissement. Autant que la chose est possible, ces outils sont en bois, de sorte que le verre ne peut se teinter, ni surtout se rayer à leur contact. Les ouvriers sont si habiles que, malgré des conditions aussi sommaires, ils arrivent à ne laisser dans les pots qu'un déchet d'un quart au maximum, tandis que généralement, dans nos usines, on atteint la moitié.

L'équipe comprend un souffleur et un gamin ; le verrier cueille une masse de verre en forme de poire, la pare avec la palette, puis sur le marbre, l'étire, la réchauffe, et l'introduit dans le moule que le gamin lui présente ouvert et referme aussitôt. La chope sortie du moule, on en détache la canne, et on la porte à l'arche à recuire ; quand elle est refroidie, on rode ses bords à la roue. De cette manière, les verriers de Bohême ne font pas usage de pontils ; aussi leurs chopes ont-elles toujours un fond bien plat ; mais, par contre, le rodage enlève aux bords un peu de solidité.

Déjà, par lui-même, le verre de Bohême, si pur, donne aux pièces un éclat remarquable, que la taille augmente encore. La taille est l'œuvre de façonniers pour qui elle constitue une industrie de famille. Leurs ateliers, qui ne sont que de simples baraques, sont disposés au bord de cours d'eau dont ils utilisent la puissance ; leurs mécanismes sont des plus sommaires, et ils n'ont que leur habileté pour produire en un instant ces dessins délicats qui donnent à la vue une si

agréable sensation et ces facettes multiples où se jouent les effets de lumière. Ils savent agrémentez encore, par la dorure et l'émaillage, les heureux effets de la taille et de la gravure. Mais il faut reconnaître que l'art, dans la verrerie de Bohême, est toujours resté stationnaire ; depuis trois siècles qu'elle existe, elle n'a fait aucun progrès : ce sont toujours les mêmes dessins, les mêmes formes dont la monotonie devient à la fin fatigante. Ajoutons que ses produits ont l'inconvénient de jaunir légèrement à la lumière.

Aussi la verrerie de Bohême a-t-elle bien perdu de son importance depuis que la fabrication du cristal est devenue courante, d'autant plus que celui-ci est travaillé en grand dans des ateliers bien outillés, armés pour la concurrence. Et si le verre de Bohême n'a pas encore complètement disparu de la circulation, c'est grâce au bas prix auquel il peut être livré par ces usines volantes qui le fabriquent.

Le cristal est un silicate de potasse et de plomb. Avant tout, il doit présenter une pureté absolue, presque idéale ; et les manufacturiers sont d'une sévérité excessive dans le choix des matières premières. La potasse coûte plus cher que la soude, mais elle lui est préférée, car on peut l'obtenir pure par le traitement des résidus de distillerie. Chaque fois que la chose est possible, on emploie la silice sous forme de quartz étonné et broyé et, à son défaut, on se sert de sable essentiellement siliceux sans souillure. Mais l'attention se porte davantage encore sur l'oxyde de plomb

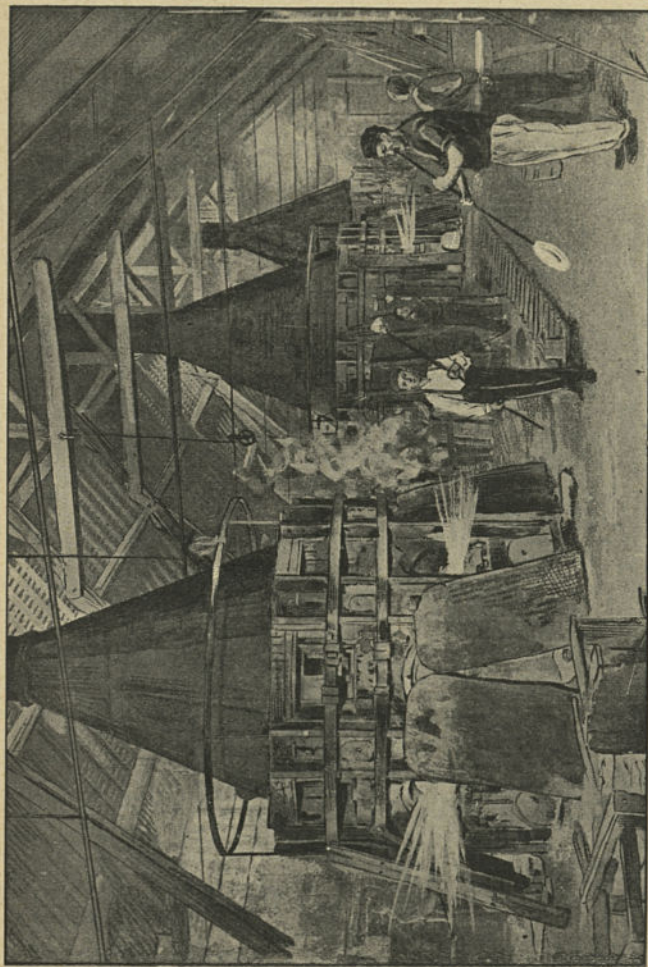
ou minium lequel ne doit présenter aucune trace de matière étrangère. Le commerce ne pourrait toujours satisfaire à cette condition, aussi les cristalleries ont-elles pris le parti de fabriquer elles-mêmes leur minium par la peroxydation du plomb métallique.

Si on a recours au bois comme combustible, si on fait usage de gazogènes, qui ne donnent pas de fumée, les pots en usage sont semblables à ceux des verreries ordinaires ; mais si l'on brûle directement de la houille, il faut, à tout prix, soustraire la matière au contact de la fumée et alors on donne aux pots la forme d'une cornue à col très court, lequel débouche à l'ouvreau de cueillage. Cette disposition particulière a pour conséquence d'augmenter considérablement la durée de la fusion ; mais que de déboires n'évite-t-elle pas !

Les produits de la cristallerie ne sont jamais bien volumineux et bien lourds ; leur fabrication demande relativement peu de force mais exige une très grande dextérité. L'ouvrier a de nombreux outils, cannes, pontils, pinces à branches, ciseaux, palettes, marbre (1). Il travaille la plupart du temps assis sur un banc aux extrémités duquel sont adaptées deux barres de bois ou *bardelles*, sur lesquelles il fait rouler sa canne.

La division du travail est poussée au plus haut degré : chaque place comprend un *cueilleur*, un *carreur*, deux ou trois *souffleurs*, un *ouvreur* et

(1) Chaque fois qu'on le peut on emploie, comme en Bohême, le bois pour confectionner ces outils : on évite ainsi la production de rayures dans les pièces.



Un hall de cristallerie. (Document pris aux Cristalleries de Pantin, par A. Collombar.)

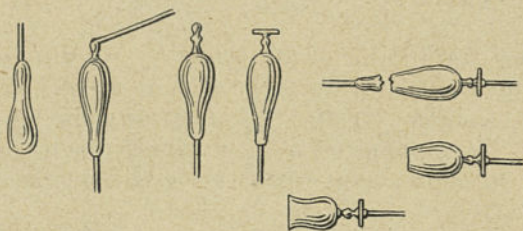
plusieurs gamins. Le premier ouvrier cueille au bout d'une canne une petite masse de cristal dont il constitue une paraison. Celle-ci, aussitôt façonnée, est prise par le carreur qui ébauche à la pince, et en procédant à plusieurs réchauffages successifs, la forme générale de la pièce à obtenir, puis passe la canne au premier souffleur. En même temps un des gamins, qui vient de cueillir avec un pontil la quantité de cristal suffisante pour faire la jambe, l'applique sur le fond, tandis que le souffleur la façonne à la pince tout en faisant rouler la canne sur les bardelles de son banc. A son tour, le deuxième souffleur prend la canne, réchauffe à nouveau si c'est nécessaire, reçoit d'un gamin une autre masse de cristal dont il fait le pied au moyen d'une palette contre laquelle il maintient la pièce appliquée. Le pied achevé, le gamin y soude un pontil, le souffleur détache sa canne à l'aide d'une goutte d'eau froide et passe la pièce à l'ouvreur qui lui donne sa forme définitive. Il commence par rogner avec ses ciseaux les dentelures du bord, évase celui-ci avec sa pince; enfin, à l'aide d'une goutte d'eau, détache le pontil et envoie la pièce au four à recuire.

Vers 1866, l'usine de Baccarat apportait à ce procédé, dénommé « de l'ouvert au feu », une modification dite « de la calotte », qui a constitué un des plus grands progrès, sinon le plus grand, de la cristallerie moderne, car tout en simplifiant le travail, elle augmente la production. Ce n'est plus la pince du carreur qui détermine la forme définitive de la pièce, mais un soufflage dans un moule; on fixe ensuite la jambe et le pied, puis



Retouche des pièces à la meule.
Document pris aux Cristalleries de Pantin, par A. Collombar.)

on détache la canne et on porte immédiatement la pièce au four à recuire. Quand elle en est sortie, il reste à détacher la calotte supérieure, opération qui s'exécute au moyen d'un échauffement par jet de flamme suivi d'un brusque refroidissement. Enfin on rebrûle les bords, c'est-à-dire qu'on les fond superficiellement. Rien ne distingue alors d'une autre une pièce obtenue par ce procédé, si ce n'est que le des-



Phases successives de la fabrication d'un gobelet en cristal.

sous du pied est absolument plat sans retouche, puisque l'empointillage est supprimé. Le rebrûlage évite de tailler les bords à la roue comme le font les Bohêmes, pratique qui, ainsi que nous l'avons dit, enlève de la solidité.

Les grandes pièces se moulent assez facilement, grâce à la fusibilité du cristal et à sa résistance à la dévitrification. Seulement il faut, pour réussir, un souffle puissant, et nous avons déjà vu qu'en 1822 un ouvrier de Baccarat, Robinet, essaya de tourner cette difficulté en inventant la pompe à laquelle on a donné son nom. Aujourd'hui, grâce au dispositif de M. Appert, l'air comprimé est mis

à contribution dans chaque usine un peu importante.

Les quelques imperfections que laisserait sub-



Opération du rebrûlage.

sister le moulage disparaissent par la taille. La taille est le plus important travail du cristal; elle constitue la seule décoration digne de lui, puisqu'elle permet d'obtenir des facettes à angles

vifs qui exaltent en quelque sorte la facilité avec laquelle il décompose la lumière. Les effets de la taille peuvent encore être rehaussés par la dorure et par la gravure à la roue ou à l'acide. Nous ne reviendrons pas ici sur les procédés mis en œuvre qui sont absolument les mêmes que ceux utilisés pour les bandes de glace, et dont nous avons déjà parlé. Jusqu'à ces derniers temps, l'application en était bornée par la difficulté de reproduire exactement les mêmes dessins sur des pièces identiques comme celles d'un service de table. M. Kessler a su, le premier, tourner la difficulté en ayant recours au principe du décalquage, si usité en lithographie. On exécute une fois pour toutes le dessin destiné à être reproduit par la gravure, on le reporte sur pierre et on en tire une série d'épreuves sur du papier-pelure qu'on applique, l'encre en dessous, sur les pièces à décorer. Par une méthode spéciale, on détache le papier tandis que l'encre reste adhérente au verre et constitue les réserves sur lesquelles ne peut mordre l'acide fluorhydrique.

La planche composée, le reste n'est plus, de cette manière, qu'une opération machinale et des plus faciles. Trop facile même, ajouterons nous. Le mieux est parfois l'ennemi du bien : comme on a l'assurance de constamment reproduire, par ce procédé, avec la plus extrême exactitude, les dessins les plus compliqués, on ne s'arrête pas toujours à une sage limite, on arrive parfois à surcharger une pièce outre mesure et à cacher sous des décors trop fastueux une élégante simplicité.



La taille du cristal.
(Document pris aux Cristalleries de Pantin, par A. Collombar.)

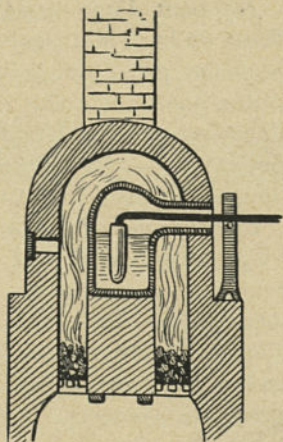
Si, dans le cristal, on force la dose de minium — jusqu'à ce que sa teneur atteigne celle de la silice — on a le flint, utilisé pour les instruments d'optique. L'achromatisme est, en effet, obtenu par la réunion de deux lentilles à courbures convenables, l'une en flint qui réfracte considérablement les rayons lumineux, l'autre en un verre moins réfringent, longtemps préparé selon la méthode anglaise des plateaux et auquel, pour ce motif, on a donné le nom de *crown-glass* (1). Sa composition est analogue à celle de la glace actuelle, qui en remplit parfaitement le rôle dans la plupart des cas. La préparation du *crown-glass* proprement dit n'offre, du reste, rien de particulier : nous la connaissons, c'est celle du verre ordinaire. Nous n'avons donc pas à nous y arrêter ; mais il n'en est pas de même de celle du flint qui a longtemps présenté des difficultés réputées insurmontables et que Guinand est arrivé le premier à réussir.

On remarque, en effet, que le flint est un mélange de corps de densités excessivement inégales. Leurs points de fusion n'étant pas les mêmes, ils subissent des effets de liquation, c'est-à-dire qu'ils ne se mettent que l'un après l'autre à prendre les états pâteux et liquide, de sorte que le produit final n'est qu'un assemblage hétérogène de couches de diverses natures, rempli de fils et de stries et, par suite, absolument impropre au but qu'on se propose.

La découverte de Guinand consiste à empêcher

(1) *Crown*, en anglais, signifie couronne, plateau circulaires.

la liquation par des brassages énergiques qui permettent à la matière d'avoir en tous points une composition identique. Chaque four ne contient qu'un creuset, couvert, bien entendu, afin d'éviter, comme pour le cristal, la naissance d'une teinte sous l'influence des gaz de la combustion. On introduit dans ce creuset, par l'ouveau, une sorte de long crochet en fer dont l'extrémité repose sur un étrier fixé en avant du four. En vue d'empêcher qu'un contact entre le fer et la matière en fusion ne produise des effets de réduction, on fait pénétrer le crochet dans un tube fermé qui surnage au milieu de la matière et qui est façonné avec la même terre que le creuset. Quatre heures après l'enfournement,



Four pour la fabrication du flint.

on effectue un premier brassage qui malaxe les différentes matières, puis on pousse le feu pour atteindre la température du rouge qu'on maintient pendant cinq heures. A ce moment, la liquation tend à se former; on s'y oppose par des brassages énergiques espacés l'un de l'autre par un intervalle d'environ une heure; puis, commence la période de la tise froide qui dure deux heures. On réchauffe ensuite vivement pendant cinq autres heures et on renouvelle le brassage. Cette

opération devient de plus en plus pénible; bientôt même elle est totalement impossible : le flint est produit. On retire alors le creuset du four, pour procéder à la recuisson qui doit s'effectuer avec la plus extrême lenteur si on ne veut pas voir disparaître l'homogénéité que les brassages avaient à grand'peine obtenue.

Au bout d'une semaine on isole le bloc de flint; on le débite pour éliminer les défauts qui auraient pu se produire et on moule les morceaux dans une arche spéciale de façon à leur donner approximativement la forme des lentilles projetées. — Ici encore il faut procéder avec douceur et conduire le travail avec prudence.

La taille des lentilles est une opération qui exige les soins les plus méticuleux, puisque les centièmes de millimètre ne sont pas des quantités négligeables. La courbure est donnée au moyen d'outils métalliques bombés ou en creux (*calottes*, ou *bassins*) selon qu'on désire des lentilles concaves ou convexes. Ces outils, qui présentent exactement les courbures fixées par les calculs du physicien, tournent rapidement autour d'axes verticaux; l'ouvrier en approche les disques de flint qui s'usent à leur contact et épousent leurs formes. L'opération comprend trois temps : le dégrossissage qui s'effectue à l'aide de grès mouillé et d'outil en fer; le doucissage au moyen d'émeri et d'un outil en cuivre; enfin le polissage pour lequel on colle sur l'outil du papier albuminé qu'on saupoudre de tripoli impalpable. Pour peu que l'ouvrier soit habile, il parvient ainsi à obtenir des lentilles capables de satisfaire rigoureuse-

ment aux conditions d'optique qu'on est en droit d'exiger d'elles, mais il faut, dans ce cas, que leurs dimensions ne dépassent pas certaines limites. Quand il s'agit de pièces considérables, comme celles destinées à divers appareils d'astronomie (1); l'adhérence qui se produirait entre l'outil en métal et le disque de flint empêcherait toute régularité dans le travail et serait cause d'incertitude. On forme alors les bassins et calottes à l'aide de dalles de verre. Ils sont fixés sur un pilier d'une stabilité absolue auquel Foucault, l'inventeur du procédé, a donné le nom de *poste*. En même temps, le poids du disque à travailler est sup-



Bassin.

Calotte.

porté par un ressort fixé au plafond de l'atelier. Pendant toute la durée du travail, on vérifie par des mesures de précision si la courbure est bien celle que le calcul a définie, et on rectifie par des retouches locales les imperfections que cet examen a révélées.

Une des applications les plus importantes du principe des lentilles est constituée par les pièces de phares.

« Le travail des pièces de phares s'effectue de la façon suivante : après avoir collé la pièce sur

(1) Des lentilles de 1^m 25 de diamètre figuraient à l'Exposition de 1900.

un cercle en fonte, au moyen de poix fondue, on le monte sur un tour à arbre vertical et à plateau horizontal; on achève le centrage pendant que la poix est encore malléable. Après refroidissement, on commence le travail du dégrossissage qui consiste à appliquer contre la surface de la pièce un frottoir en fonte enduit de grès mouillé. Quand la surface est suffisamment lisse, on imprime au frottoir un mouvement de va-et-vient destiné à effacer les sillons creusés par les grains de sable et à donner à la surface la courbure que le calcul lui a assignée. A cet effet, le frottoir est emmanché au bout d'un bras assujéti à osciller entre deux points. La longueur du bras détermine le rayon de courbure de la surface; la position du centre détermine son inclinaison par rapport au plan horizontal. Quand le verre est complètement dégrossi, on passe au travail à l'émeri qu'on emploie de plus en plus fin; puis au poli qu'on obtient avec un frottoir en fonte garni de feutre avec interposition de colcotar (1). »

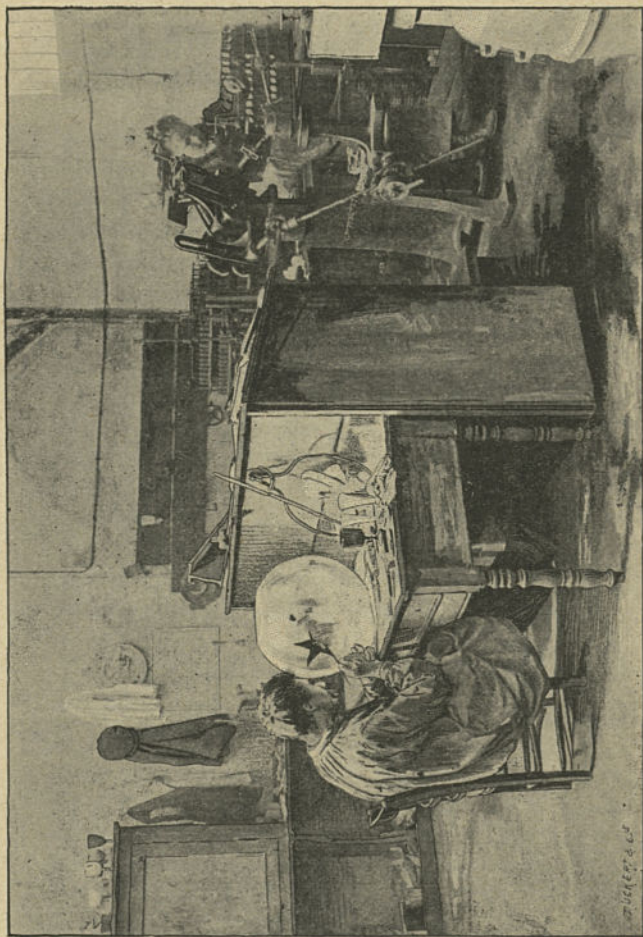
Si dans un verre plombeux on augmente encore la dose d'oxyde de plomb, on a le strass. Ce produit jouit d'une propriété particulière qui en fait une des plus intéressantes créations de l'industrie. Son pouvoir réfringent atteint celui du diamant : aussi, dès qu'il est taillé, il en a tous les feux et peut prendre sa place au milieu des plus riches joyaux. Rien ne ferait ressortir la substitution, même à un œil exercé, si la grande propor-

(1) Appert et Henrivaux, *Verre et verrerie*.

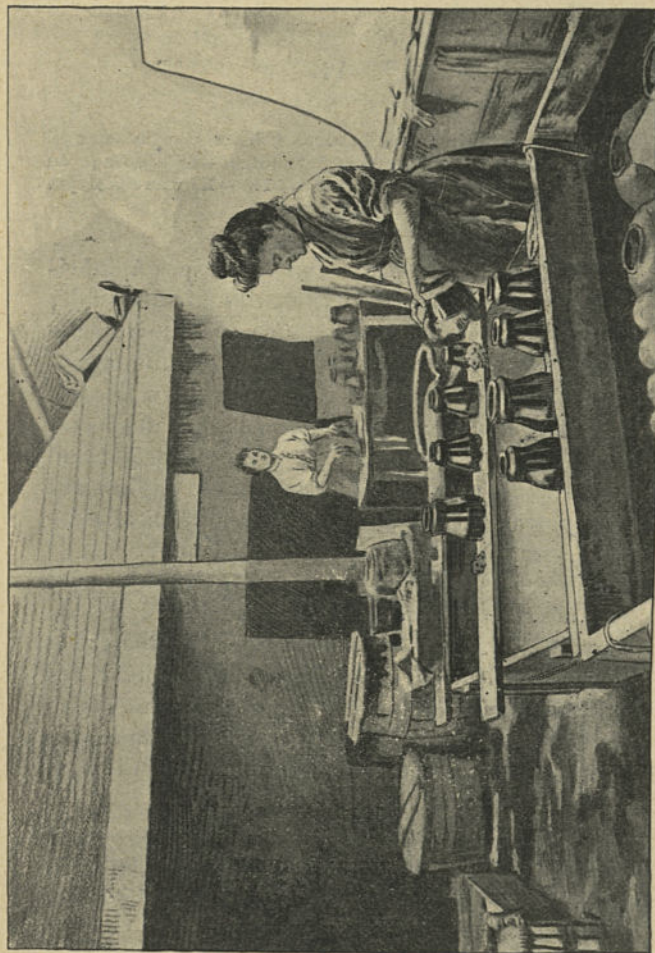
tion de plomb que renferme le strass ne lui communiquait une densité plus élevée que celle du diamant véritable et une malléabilité telle que le verre ordinaire peut le rayer, et que même l'usage lui fait peu à peu perdre toute vivacité.

On a voulu combattre ce grave défaut en employant à la préparation du strass le cristal de roche au lieu du sable ordinaire, mais on a rencontré un inconvénient auquel on ne s'attendait guère : par suite de la présence du cristal de roche, la masse est trop blanche et jette moins de feux que le strass obtenu avec le sable.

Cette étude rapide du cristal et du strass nous rend témoins d'une des manifestations de cette loi qui veut que souvent la cause ne se mesure pas à l'effet. Des produits déjà si limpides par eux-mêmes comme ceux de la verrerie voient leur éclat rehaussé encore par la présence d'un des corps les plus vulgaires, le plomb, « ce vil métal », au point d'égaliser presque la plus précieuse création de la nature.



Préparation des pièces pour la gravure à l'acide. (Document pris aux Cristalleries de Pantin, par A. Collombar.)



Atelier de gravure; le bain d'acide. (Document pris aux Cristalleries de Pantin, par A. Collombar.)

VI

Les industries secondaires du verre, gobeletterie, flaconnage, fabrication des tubes, verres de montre. — Le soufflage du verre. — Les perles. — Le verre filé. — Le verre trempé.

L'industrie verrière ne se borne pas à fabriquer des vitres, des bouteilles, des miroirs ou des coupes de cristal. Une substance aussi universelle que le verre ne saurait s'accorder avec une étroite spécialisation. De là des industries nouvelles qui ont sans doute avec les précédentes des côtés analogues, identiques même, mais qui présentent ce caractère propre d'exiger moins de capitaux et d'employer un personnel moins nombreux : industries secondaires et accessoires, si l'on veut ; mais toutes secondaires qu'elles soient, elles n'en sont pas moins intéressantes et non moins dignes de fixer l'attention si l'on sait mesurer l'importance d'une fabrication, non pas à la grandeur des bâtiments où elle s'abrite, mais au rôle utilitaire de ses produits. Nous nous proposons de réunir dans ce chapitre les principales de ces diverses industries.

La *gobeletterie* fabrique les gobelets et autres articles de table principalement destinés aux restaurants, cafés, cabarets. La matière dont elle fait usage est le verre ordinaire, mais elle recherche la blancheur pour donner à ses produits un semblant de beauté. Avant tout, l'objectif du

verrier doit être ici la solidité ; bien plus, la robustesse et la lourdeur : il ne fait pas œuvre d'art ; les mains du consommateur ne sont pas toujours bien délicates. En même temps, le cabaretier demande — hélas ! la morale n'y est pour rien — que la contenance apparente de ses verres soit plus grande que leur contenance réelle. Rien n'est plus simple que de satisfaire d'un seul coup aux deux conditions : c'est d'augmenter, d'exagérer même l'épaisseur ; mais alors il serait facile de se douter de la supercherie si l'on ne prenait soin d'amincir les bords. Aussi, quand la pièce est sur le point d'être achevée, l'ouvrier étire le verre, pour diminuer l'épaisseur, puis détache sa canne, rogne les lèvres avec ses ciseaux et procède à un réchauffage à l'ouvreau. Il ne pratique donc que le procédé de « l'ouvert au feu ».

L'industrie du *flaconnage* est également une industrie secondaire du verre. C'est elle qui fabrique les petits flacons et bocaux du parfumeur et du pharmacien. Elle est localisée en Normandie et confiée à des ouvriers qui sont d'une habileté consommée et arrivent à confectionner des milliers de flacons absolument identiques. Le flacon se fabrique au moule et le col s'obtient simplement par étirage, hors du moule, de la partie supérieure de la paraison. Après réchauffage, la pièce est apportée par un gamin au chef de place qui façonne le chapeau à l'aide d'une pince et calibre le verre encore malléable.

Une branche du flaconnage constitue la verrerie de laboratoire qui, pour produire ses cornues, ballons, flacons à tubulures, emploie tantôt le

verre blanc de la gobeletterie, tantôt un verre à reflets verdâtres, alumineux, peu fusible, désigné par les techniciens sous le nom de *verre vert*. La verrerie de laboratoire commence aujourd'hui à faire usage de *verre soudé*, constitué par la superposition de couches de *dilatations différentes* et qui, de ce fait, acquiert une très grande résistance. L'Allemagne avait présenté divers échantillons de ce produit à l'Exposition de 1900. Nous mentionnerons également la fabrication des tubes pour appareils de physique ou niveaux d'eau de chaudières, fabrication des plus minutieuses qui constitue le privilège d'un petit nombre d'usines. Rien ne semble plus simple qu'étirer un tube, mais il ne faut pas confondre l'apparence et la réalité. L'opération exige un tour de main particulier, car elle doit donner naissance à un calibre d'une régularité parfaite joint au maximum de solidité. Le souffleur, sa paraison préparée, cherche avant tout, en la roulant sur le marbre, à la rendre exactement cylindrique. Ce premier résultat acquis, il aplatit complètement le fond de ce cylindre et y soude l'extrémité d'un pontil plat que lui présente un aide. Puis les deux ouvriers tenant, l'un la canne, l'autre le pontil, s'éloignent l'un de l'autre; la paraison s'étire et se transforme peu à peu en un tube. Le délicat est le calibrage : il ne faut pas que le diamètre subisse de variation pendant cet étirage, aussi un gamïn suit-il l'opération; dès qu'il voit qu'une région s'amincit trop vite, il la refroidit en agitant au-dessus un éventail en carton. A mesure que les ouvriers continuent de s'éloigner, le vide

intérieur diminue de plus en plus, mais sans pour cela cesser d'exister. Jamais il ne disparaîtra; quand le tube sera devenu aussi ténu qu'un fil, ce sera encore un tube qui toujours restera creux.

Dans certains cas, on exige des tubes excessivement fins, mais en même temps méplats : c'est le cas des thermomètres de précision où l'œil doit suivre facilement les mouvements les plus infimes de la colonne de mercure. Pour arriver à ce résultat, on aplatit la paraison quand elle vient d'être soufflée, puis on la recouvre d'une seconde obtenue par un nouveau cueillage et qu'on rend cylindrique. On procède ensuite à l'étrépage, la section du vide intérieur diminue, mais il reste constamment aplati. On n'a plus qu'à débiter les tubes suivant les longueurs fixées à l'avance.

Nous devons également citer l'industrie du *bouchonnage*. Les bouchons sont d'abord moulés, puis taillés. Il y a des ouvriers qui développent dans ce travail tant de goût que ces accessoires sans prétention prennent dans leurs mains les formes les plus délicates, et que de modestes flacons se trouvent ainsi acquérir un certain cachet décoratif par la seule présence des bouchons qui les recouvrent. On rode le bouchon taillé en le faisant pénétrer dans un mandrin tubulaire qui tourne rapidement; puis, quand une grande précision est nécessaire, on l'ajuste sur le flacon auquel il est destiné en les frottant l'un sur l'autre avec interposition d'émeri.

N'oublions pas non plus l'industrie du *verre de montre*, due à P. Royer (1791), qui présente une

importance assez grande pour alimenter seize usines et occuper de nombreux ouvriers, principalement en Lorraine. Les verres de montre sont tirés, par centaines, de boules soufflées, d'épaisseur régulière, qui peuvent atteindre d'énormes proportions ; c'est ainsi que la sphère de 1^m, 65 de diamètre et 1 millimètre 1/2 d'épaisseur présentée par M. Appert à l'Exposition de 1900 était destinée à cette fabrication. Une partie des verres sont utilisés pour certaines applications tels qu'on les retire de la sphère ; mais pour les verres de montre proprement dits, cette forme sphérique aurait pour conséquence d'augmenter la flèche au centre, tandis que sur les bords du cadran la place pourrait être à peine suffisante pour le passage des aiguilles. On modifie alors la courbure. Chaque disque de verre est posé sur une forme en pierre ollaire et porté dans un moufle qu'on chauffe à l'intérieur d'un four à réverbère ; le verre se ramollit et tend à épouser la courbure de la forme. Peu après, on le retire du moufle et on facilite le modelage en appuyant sur ses bords avec un tampon de papier. On calibre ensuite au tour et on exécute, à la roue de liège et à la ponce, puis au colcotar, le biseau qui permettra l'encastrement dans le drageoir de la montre. Pour les verres de prix, appelés verres doubles, la surface extérieure, qui ne présente pas de convexité, est aplanie à la roue, de sorte qu'ils sont moins épais au centre que sur les bords.

Les tubes minces de verre, dont nous avons déjà dit quelques mots, trouvent une application

dans la fabrication des *perles* pour passementerie. On se sert de tubes ayant le même diamètre que les perles à obtenir, on les coupe, à l'aide d'un couteau d'acier, en petits fragments qu'on jette dans une caisse pleine d'un mélange de charbon de bois et de chaux mouillés. Ce mélange remplit complètement l'intérieur des petits cylindres et les empêche de se boucher d'eux-mêmes durant l'opération suivante. On les porte, en effet, ensuite dans une boîte fermée en tôle, rappelant les torréfacteurs à café, bien connus, et qu'on chauffe au rouge tout en l'animant d'un mouvement de rotation. Les fragments de tubes, en frottant les uns contre les autres, alors que le verre est ramolli, s'émousent mutuellement et s'arrondissent. Quand le résultat voulu est atteint, on débarrasse par des secousses répétées les perles refroidies de la pâte de chaux et de charbon, et le vide intérieur réapparaît. Il ne reste plus qu'à rendre au verre son éclat primitif en agitant les perles dans un sac avec du sable qu'on remplace ensuite par du son.

Quant à la fabrication des perles plus grosses, elle est un exemple de ce qu'on appelle l'industrie en chambre. Le travail ne demande aucune force, de sorte que ce sont souvent des femmes qui se livrent chez elles à cette industrie, laquelle n'exige guère pour capital qu'une main excessivement légère. L'outillage des souffleuses de perles est réduit à sa plus simple expression : en outre de quelques pinces et palettes en bois, il ne comprend qu'une lampe soit à alcool, soit, dans les installations perfectionnées, à gaz, et dont la

flamme est activée par une soufflerie mue au pied. L'ouvrière achète de minces tubes de verre chez les spécialistes, et les coupe par longueurs de 20 centimètres au maximum. Elle prend alors un de ces morceaux de tube, en présente une extrémité au dard de sa lampe : le verre fond et le tube se ferme. En même temps, l'ouvrière porte à sa bouche l'autre extrémité et souffle légèrement. Elle forme ainsi une petite ampoule sphérique qu'elle détache du restant du tube quand le diamètre voulu est atteint.

Cette fabrication — un des monopoles de l'ancienne Venise — a éveillé l'idée d'imiter de cette façon ces fameuses perles fines auxquelles la rareté a toujours donné une valeur élevée, souvent même inappréciable. Mais copier la nature n'est pas toujours facile; en particulier, dans le cas présent, il y a deux conditions à remplir : d'abord éviter d'obtenir des sphères parfaites, la nature n'aimant pas toujours la régularité mathématique; d'autre part, découvrir un enduit capable de donner au verre ce reflet chatoyant, cet *orient*, qui fait la beauté si douce des perles naturelles. L'imitation des bosselures ne présente pas de difficulté : il suffit, au moment où la petite ampoule de verre est encore molle, de la frapper légèrement avec une palette en bois pour produire des méplats imperceptibles et lui donner une forme irrégulière. Quant à l'imitation de l'orient, on l'a longtemps demandée au mercure, sans jamais obtenir de résultat parfait.

On cherchait une solution pratique du problème quand, vers 1680, un patenôtrier, ou fabri-

cant de chapelets (*pater noster*), Jacquin, doué d'un esprit très vif et grand amateur de pêche, remarqua que les écailles de chaque ablette frétilante qu'il retirait de l'eau abandonnaient sur ses doigts une substance nacrée qui possédait le même orient que les perles fines. Il songea immédiatement à tirer parti de sa remarque, imagina de réduire en poudre ces écailles et de se servir de cette poudre pour préparer un enduit dont il recouvrirait les petites boules de verre obtenues par le soufflage... Le procédé était trouvé, mais exigeait des améliorations. De perfectionnement en perfectionnement, on arriva ainsi à la méthode actuelle. L'écaille d'ablette est traitée par l'ammoniaque qui en dissout l'essence nacrée et donne après plusieurs purifications successives un liquide épais, à l'aspect irisé, appelé *liqueur d'orient*.

La souffleuse de perles range devant elle, sur des planches à compartiments, les globules qu'elle vient de souffler en ayant soin d'en disposer les orifices à la partie supérieure. Elle enduit légèrement l'intérieur de colle chaude à la gélatine, puis, à l'aide d'un petit tube effilé en verre, elle prend un peu de liqueur d'orient qu'elle insuffle dans chaque globule. Elle rebouche ensuite à la gélatine tous les orifices, et ces petites boules de verre sans grande valeur qu'elle avait tout à l'heure devant elle se sont métamorphosées en perles qui feront l'admiration des élégantes à la vitrine d'un joaillier.

La fabrication des perles ne constitue pas uniquement l'industrie de la souffleuse de verre ;

toutes les applications du verre qui exigent un souffle méthodique sortent de ses mains. C'est elle qui produit ce verre *diamanté* lequel trouve un si grand débouché auprès des fabricants de fleurs artificielles. Il lui suffit de prendre des tubes de verre très minces et, quand sa lampe en a suffisamment élevé la température, elle souffle à leur extrémité des sortes de vessies qu'elle écrasera pour recueillir des lamelles impalpables d'un aspect adamantin. C'est à l'habileté de cette ouvrière qu'on est redevable de ces petits objets si divers d'usage courant, de science, de luxe même, flacons à parfums, boules pour laboratoires, tubes pour échantillons de matières organiques, instruments de physique, bibelots pour jouets. Et le mot habileté ne suffit pas, nous sommes en présence d'une artiste. Il faut en effet un art véritable pour arriver à modeler par le simple souffle ces éprouvettes de précision, ces récipients minuscules aux contenances rigoureusement exactes, ces flotteurs dont le poids ne doit pas dépasser la valeur prévue, ces ampoules dont les formes savantes ne sauraient s'écarter des limites que le calcul a assignées; à confectionner par simple soudage de verres différents ces magnifiques tubes de Gessler dont les arabesques délicates s'illuminent, sous l'action d'un courant électrique, de lueurs fulgurantes aux teintes vives et variées.

Nous devons rapprocher du soufflage du verre une autre industrie, également très en faveur à Venise, et qui a avec lui de très grandes analogies, nous voulons parler de celle du *verre filé*.

Rien n'est plus curieux que d'assister à la formation de ces fils dont la ténuité atteint celle des cheveux. On chauffe à la lampe à soufflerie un tube de verre qu'on étire avec une pince quand il a pris l'état pâteux. Dès que son diamètre est devenu suffisamment fin, on attache la pince à un tambour en bois qu'on fait tourner sans arrêt, tout en ayant soin de maintenir la partie antérieure du tube à une température suffisante. Le fil de verre, à mesure qu'il se produit, s'enroule sur ce tambour comme un écheveau sur une bobine.

Par suite d'un phénomène que nous connaissons déjà, ce fil, d'une finesse prodigieuse, obtenu par l'étirage d'un tube, en conserve constamment le caractère. Quelque fin qu'il soit, aussi loin qu'on en pousse l'étirage, ce fil reste creux : « M. Deuchar a pris un morceau de tube de thermomètre, dont le diamètre intérieur était très petit, et l'a tiré en fil. La roue dont il s'est servi avait trois pieds de circonférence et comme elle faisait cinq cents tours par minute, on obtenait 30.000 mètres de fil par heure, en sorte que le fil était d'une finesse extrême et que son diamètre intérieur était à peine calculable. Ce fil était creux, car étant coupé en morceaux d'un pouce et demi de longueur et placé sur le récipient d'une machine pneumatique, un bout en dedans, l'autre en dehors, il laissa passer le mercure en petits filets brillants lorsqu'on fit le vide (1). »

A son apparition, cette découverte originale

(1) *Dictionnaire technologique*, t. XXII (1835).

fut saluée de chaleureuses acclamations. La vogue était alors aux perruques; de suite on eut recours au verre filé pour confectionner ces articles de mode, d'autant plus qu'il permettait de les friser au fer sans les brûler. Le succès de ces chevelures factices fut tel qu'on se proposa d'utiliser le nouveau produit au tissage d'étoffes soyeuses auxquelles on demandait souplesse et résistance aux détériorations. Les jupes si légères et, partant, si inflammables, dont sont « vêtues » les danseuses sont pour elles une source continue de dangers, et plusieurs de ces artistes ont été de ce fait victimes d'épouvantables catastrophes. Le verre filé, en se substituant à la gaze et à la mousseline, donnait l'espoir de résoudre un des problèmes les plus délicats que le théâtre eût soulevés.

Malheureusement, il faut avouer que cet espoir s'est trouvé déçu. Le verre, tout en ayant de l'élasticité, n'en a pas assez pour que ces fils ne se cassent le long des plis, et que le tissu ne perde de sa solidité. Peu à peu le verre filé a disparu et ce n'est plus guère qu'un objet de curiosité qui orne les vitrines de nos musées. On peut en admirer au Conservatoire un spécimen remarquable. C'est un lion, grandeur nature, qui sous sa patte écrase un serpent. Sa crinière, en verre filé, est un chef-d'œuvre. Cette pure merveille est due à M. Lambourg qui a consacré une partie de sa vie à la parfaire.

Mais en dehors de la curiosité, les applications du verre filé n'existent pour ainsi dire pas. Nous ne pouvons guère citer que des aigrettes pour

chapeaux de dames, ou des mèches de lampe, lesquelles, étant incombustibles et ne pouvant s'encrasser, permettent d'obtenir une flamme limpide et sans fumée.

Nous rapprocherons du verre filé un autre produit qui lui est analogue, bien qu'il soit obtenu par des procédés différents : c'est le *coton de verre*. On le prépare de la manière suivante : on fait tomber d'une certaine hauteur un filet de verre fondu sur lequel on dirige horizontalement un jet de vapeur surchauffée. Sous le choc, le filet de verre se divise en petites boules qui entraînent chacune un filament de verre. On a ainsi finalement un amas de fils très fins dont on sépare les petites sphères et qui constitue un isolant parfait, grâce à la non-conductibilité du verre pour la chaleur.

Nous avons eu l'occasion d'exposer dans un précédent chapitre que, lorsqu'on refroidit brusquement une masse de verre fortement chauffée, ses molécules surprises s'arrêtent parfois dans un état de tension instable et que, dans ce cas, un rien vient déranger leur équilibre et amener la rupture. Par contre, l'élasticité et la dureté se trouvent augmentées, et dans des proportions telles que, somme toute, il y a, de ce fait, dans la plupart des circonstances, plus d'avantages que d'inconvénients. C'est là le principe de la *trempe* du verre à laquelle nous nous proposons de consacrer quelques lignes.

A quelle température doit-on porter le verre avant de le refroidir ? Il est évident que si on

permet aux molécules d'être mobiles, elles ne seront pas gênées pour prendre dans un temps très court, instantané presque, la position d'équilibre qui leur convient le mieux. Il faut donc que le verre soit chauffé au moins à la température du ramollissement. Mais, en même temps, il ne faut pas qu'il la dépasse, sinon la pièce se déformerait d'elle-même et, l'écart entre la température de chauffe et celle de refroidissement étant trop grand, le mouvement des molécules pour arriver à leur groupement définitif est trop accentué, et la pièce se cassera, se brisera pour mieux dire, durant l'opération. On sera en présence d'un phénomène analogue à celui qu'offrent les larmes bataviques.

Pour le refroidissement, l'eau semble tout indiquée, mais elle est exclue des ateliers de trempe, car son action est trop brusque. Pour le cristal, on la remplace par la graisse, mais il est nécessaire que celle-ci soit homogène et surtout exempte d'humidité. Aussi, avant emploi, la chauffe-t-on à 140° au moins pendant quatre ou cinq jours. Le même bain sert constamment d'ailleurs, et même plus il est vieux, meilleur il est. Pour le verre, on ajoute de l'huile à la graisse dont le point d'ébullition est trop bas.

Les pièces, chauffées à l'intérieur d'un four à recuire, sont disposées dans une sorte de panier en treillis métallique que l'on plonge dans le bain. Quand le refroidissement est complet, on retire le panier du bain de trempe, les pièces sont lavées dans une dissolution de soude, puis rincées. L'opération de la trempe n'exige que de la

rapidité, puisqu'il faut obtenir un contact instantané entre toutes les parties de la surface du verre et le bain. Quand il s'agit de récipients à long col, on procède non par immersion, mais par siphonnement.

Malgré les avantages que procure la trempe du verre, elle n'est pas toujours mise en pratique, car elle présente des sujétions qui souvent obligent à y renoncer. C'est ainsi que les vitres qui, par leur nature même, sont exposées à tant de causes de ruine sous les coups de la grêle, de la pluie même, ne sont jamais trempées. En effet, la trempe modifie à un tel point la structure moléculaire du verre qu'elle l'empêche de se couper sous le diamant : on ne pourrait tremper les vitres qu'au moment de l'emploi, après qu'elles ont été découpées à la demande de l'emplacement qu'elles doivent occuper, ce qui est absolument irréalisable. Dans d'autres cas, le procédé ne saurait s'appliquer; le chauffage qui précède l'immersion amènerait des déformations permanentes.

Pour permettre aux grandes pièces de profiter des avantages de la trempe, Fr. Siemens eut, il y a quelques années, l'idée d'un procédé auquel il a donné le nom de *durcissage par compression*. Sa caractéristique consiste à réunir en une seule opération le façonnage de la pièce de verre et son refroidissement brusque : aussitôt produite, elle est fortement comprimée entre deux sortes de flasques en terre, et en même temps sa température s'abaisse presque instantanément. Le verre

durci par compression a une résistance considérable, seulement il ne permet d'obtenir que des formes excessivement simples comme celles des vitres et, de même que le verre trempé, il ne se laisse pas couper au diamant.

De son côté, M. Léger, ingénieur civil, a cherché à revenir à l'usage de l'eau, mais sous forme de vapeur. Les espérances de l'inventeur se sont trouvées dépassées; il est arrivé à des résultats qu'on n'aurait jamais osé prévoir le jour où apparut l'idée de tremper le verre : la résistance du verre travaillé par la méthode Léger atteint celle de la fonte. Bien plus, l'emploi de la vapeur permet de ne pas être gêné par les dimensions des pièces mises en œuvre, et les formes les plus compliquées ne sont plus un obstacle à l'application de la méthode.

Dans le procédé de M. Lindson Buckwall, on modèle des pièces de verre dans des moules qui présentent la particularité d'avoir une épaisseur plus forte en regard des parties amincies des pièces. En même temps, celle-ci n'en touche pas les parois; elle en est séparée par un treillis métallique et, dans l'intervalle, on fait circuler un courant d'eau froide. Comme dans le procédé Siemens, les opérations de moulage et de trempé sont simultanées, mais grâce à la forme spéciale du moule, le refroidissement est uniforme tout en étant rapide, et les risques de casse sont supprimés. Les résultats obtenus sont surprenants : dans une expérience comparative, une plaque de verre carrée de 0 m. 225 de côté et de 0 m. 028 d'épaisseur ne se brisa que sous le choc

d'un poids de 450 kilos tombant de 6 mètres de haut; une plaque de fonte de mêmes dimensions et de 0 m. 013 d'épaisseur se brisa, elle, sous une hauteur de chute de 3 mètres seulement!

Dès lors l'horizon s'élargit : partout où la fonte est sujette à une dégradation quelconque, on peut lui substituer le verre. L'application la moins originale n'est pas celle de la fabrication des coussinets pour voies ferrées, sur lesquels les trains les plus lourds roulent avec la plus grande sécurité.

Voilà où en arrive actuellement l'industrie du verre. Déjà les vitres armées nous avaient initiés à une de ses merveilles; mais, non satisfaite, elle a voulu aller plus loin encore. Faire circuler des milliers de kilogrammes sur de simples blocs de verre n'est plus qu'un jeu. Les mots « fragilité du verre » forment aujourd'hui une antilogie et à nouveau se pose ce point d'interrogation : que dirait Publius Syrus s'il revenait sur terre ?

VII

Les applications artistiques du verre. — Verre givré, craquelé. — Émail. — Opaline. — Mosaïques. — Verre filigrané. — Verres colorés. — Vitraux. — Verre malléable. — Verrierie d'art.

Les applications du verre que nous avons en vue dans les chapitres qui précèdent reposaient sur deux propriétés principales, la transparence et la limpidité. Nous nous proposons de consacrer les lignes qui suivent à d'autres applications pour lesquelles ces propriétés se trouvent modifiées, souvent profondément, au point même de disparaître.

C'est ainsi que les splendides efflorescences produites sur une vitre par le givre qui, sans effacer sa transparence, l'estompent pour ainsi dire, ont fait naître l'idée de les reproduire artificiellement. Le procédé, dont M. Bay a été l'initiateur, est trop original pour ne pas être rapidement décrit. Nous avons vu que si l'on soumet une lame de verre à un jet de sable, elle perd bientôt tout poli par suite de la corrosion des grains de sable, dont chacun y produit une cavité minuscule. Ce résultat obtenu, on recouvre la surface d'un enduit spécial dont l'adhérence, déjà très grande par elle-même, se trouve encore augmentée par le fait que cet enduit pénètre dans toutes les cavités creusées par le sable. Puis on le fait sécher soit à l'étuve, soit même au soleil : par suite de

la dessiccation, il se contracte et avec une telle énergie qu'il entraîne avec lui des pellicules de verre, et l'ensemble de ces ciselures simule, à s'y méprendre, les dessins fantaisistes du givre. Pour cette raison, on donne au verre ainsi travaillé le nom de *verre givré*.

On peut obtenir des effets analogues en produisant dans le verre, au moment de sa préparation, un réseau de fines craquelures, grâce à un tour de main des plus ingénieux. Dès que la paraison est formée, on la met en contact avec de l'eau froide. Par suite du brusque refroidissement, sa surface se fendille en tous sens. On la réchauffe ensuite à l'ouvreau, suffisamment pour que le travail puisse s'achever comme à l'ordinaire, pas assez cependant pour que les fissures se referment. Elles subsistent quand la pièce est terminée et lui communiquent un aspect vermiculé dont l'effet est des plus surprenants. On a ainsi le *verre craquelé*.

Ces craquelures, qui ne sont qu'une désagrégation des molécules, peuvent n'être que simulées — grand avantage pour la résistance — grâce à l'expédient suivant. On roule la paraison amollie sur un marbre qu'on a saupoudré au préalable de fragments de verre irréguliers. On la réchauffe ensuite, et on la travaille comme à l'ordinaire. Les fragments ainsi enrobés dans la masse donnent, par leur enchevêtrement, naissance à un effet des plus gracieux. Mais il faut veiller à ce qu'ils soient du même verre que la paraison, si on veut éviter des différences de dilatations qui compromettraient la solidité.

Les divers procédés que nous venons de décrire ont simplement pour but d'apporter à la transparence du verre ordinaire certaines modifications qu'on utilise dans un but décoratif. Nous arrivons maintenant à l'étude de verres particuliers qui présentent des caractères tout spéciaux.

L'*émail* est une sorte de verre plus ou moins opaque, qu'on pulvérise pour en recouvrir, après une seconde fusion, les surfaces d'autres corps, des *excipients*, selon le terme consacré, dans le but soit de les décorer, soit de les rendre plus durables. C'est un verre plombeux auquel viennent s'ajouter différentes substances, telles que l'acide arsénieux, le phosphate de chaux et surtout l'oxyde d'étain.

Dans sa préparation on recherche avant tout la fusibilité, ce qui permet de l'appliquer sur toutes espèces d'excipients, à condition que la dilatation de ces derniers soit en rapport avec celle de l'émail qui les recouvre. On émaille de cette façon la lave, la faïence, la brique, qui reçoivent ainsi la faculté de résister à toutes sortes de dégradations. Mais l'émaillerie la plus importante est l'émaillerie sur métaux qui, en même temps qu'un côté utilitaire, présente un côté artistique incomparable et a permis l'éclosion d'un art charmant. Et même la simple expression « émaux » suffit-elle pour désigner les véritables tableaux que les ressources du talent savent obtenir de plaques de métal recouvertes d'émaux diversement colorés.

Dans les émaux *incrustés*, chaque émail est contenu, à la surface du métal, dans des cavités

ou bassins dont les bords suivent les contours du dessin. Les émaux sont dits *champlevés* lorsque ces cavités sont creusées dans l'épaisseur même de l'excipient. L'artiste les remplit d'émaux de différentes couleurs finement pulvérisés et porte le tout dans des *mouffles* autour desquels circulent les flammes d'un foyer. Les émaux, en fondant, s'unissent à la plaque et on polit le tout jusqu'à ce qu'ils viennent affleurer les contours métalliques. Les émaux *champlevés* ont été les premiers connus et firent la renommée de Limoges dès le xi^e siècle.

Dans les émaux *cloisonnés*, les bassins sont constitués à l'aide de cloisons excessivement minces rapportées. Dans les émaux de *basse-taille*, le dessin est obtenu par un véritable gaufrage de l'excipient. La couche d'émail, qui recouvre toute la surface, a ainsi des profondeurs variables qui modifient l'intensité de sa transparence. Ce procédé proscrit, comme on le conçoit, l'emploi d'émail complètement opaque; il est bien plus artistique que les précédents, mais aussi exige un talent consommé.

Les émaux *peints* se rapprochent de la peinture ordinaire. La plaque métallique ne forme que support, comme le papier pour une aquarelle ou la toile pour une peinture à l'huile. Les émaux, réduits en poudres impalpables et délayés dans une essence appropriée, s'appliquent au pinceau. Le seul caractère particulier des émaux peints consiste en ce que l'effet final ne s'obtient que par des applications successives. Ce genre fut créé par les artistes de Limoges au xv^e siècle.

Tout d'abord, les fonds ont été foncés, noirs et principalement bleus; la décoration ressortait en grisailles rehaussées de blancs purs le long des filets lumineux.

A la fin du xvi^e siècle, l'école limousine tomba en décadence. Son dernier représentant, Léonard, essaya de substituer au fond noir ou bleu un émail blanc sur lequel il peignait comme sur un vélin. Sa tentative fut reprise au xvii^e siècle par Toutin de Châteaudun qui choisit l'or pour le fond de ses émaux. Un des successeurs de Toutin, Petitot, de Genève, poussa à sa dernière perfection l'art de la miniature sur émail et son œuvre, composé principalement de portraits, est une merveille qui, en même temps, constitue un document historique des plus précieux.

En dehors de ces applications qui sont du domaine de l'art pur, on fait, ainsi que nous l'avons dit, appel à l'émail pour recouvrir des objets d'un enduit protecteur quelquefois même décoratif. Nous ne nous arrêterions pas plus longtemps sur ce genre d'utilisation, qui ne présente, du reste, aucune particularité, si l'on n'était pas amené à considérer le verre comme un des corps auxquels le principe de l'émaillage pût s'appliquer avec succès: l'émail étant lui-même une sorte de verre, la condition d'égalité dans les dilatations se trouve satisfaite.

On applique sur la feuille de verre une pâte d'émail finement pulvérisé qu'on recouvre d'un patron ou *pochoir* en métal découpé. On frotte ensuite le tout avec une brosse: l'émail est en-

levé partout où le patron comportait des vides, tandis que les pleins constituent les réserves. Cela fait, on porte le verre au moufle; l'émail, étant très fusible, fond avant même que le verre se ramollisse et vient se fixer à sa surface en produisant des dessins mats sur fond transparent.

Dans le cas où l'on désire des touches excessivement fines, le procédé doit subir une modification. On étend sur la feuille de verre une couche d'eau gommée; quand elle est sèche on la recouvre d'un patron qui, souvent, n'est qu'un simple carré de mous-



Verres émaillés.

seline. Cela fait, on projette sur le tout de la poudre d'émail au moyen d'un soufflet, on retire avec précaution la mousseline dont la silhouette se trouve reproduite sur l'émail et on soumet celui-ci à un jet de vapeur qui, en dissolvant l'eau gommée, fixe l'émail subsistant. Il ne reste plus qu'à porter le verre au moufle. On a ainsi le verre *mousseline*.

L'émail étant un verre, il a semblé rationnel

de ne pas l'utiliser constamment réduit en poudre et étendu au pinceau comme une peinture, mais de le fabriquer en masse comme les autres sortes de verre.

L'*opaline* est un émail particulier qui s'obtient en ajoutant à du verre ordinaire 10 % environ de son poids de phosphate de chaux. Elle a un aspect laiteux aux reflets dorés qui rappelle celui de l'opale naturelle. On la coule en dalles qui sont utilisées pour des revêtements décoratifs, et sa couleur blanche est un précieux auxiliaire quand il s'agit d'endroits obscurs : de nombreuses applications en ont été faites au métropolitain de Paris.

Un genre d'opaline est le verre d'*albâtre* dont la cassure est grenue comme celle du marbre. On l'obtient en préparant une opaline où la silice est en excès.

Les émaux ne sont pas les seuls verres susceptibles de recevoir une teinte quelconque : la plupart des oxydes métalliques se dissolvent dans le verre ordinaire fondu en donnant naissance à des silicates colorés lesquels communiquent leurs teintes propres au verre lui-même.

Tantôt le verre coloré est obtenu du premier jet; tantôt, au contraire, ce n'est qu'après une seconde fusion que la teinte désirée se présente. Mais, en règle générale, l'action colorante est extrêmement sensible; à un tel point que si elle s'étendait à la masse tout entière d'une pièce en verre, celle-ci paraîtrait noire. On est ainsi conduit à constituer la pièce de deux couches

superposées, l'une blanche ordinaire, l'autre teinte, excessivement mince : le verre coloré est dit dans ce cas *doublé*, ou *plaqué*.

Le bleu est produit par adjonction d'oxyde de cobalt au verre ordinaire en fusion, le bleu céleste par l'oxyde de cuivre, mais il faut que la silice ne soit pas en excès. La coloration verte, qui est donnée par l'oxyde noir de cuivre, semblerait devoir se former sans difficulté, puisqu'elle tend à se manifester d'elle-même dans la fabrication du verre si le sable employé n'est pas parfaitement pur : elle présente, au contraire, les plus grandes difficultés si on désire qu'elle soit franche et bien homogène. Elle exige l'emploi de pots couverts, sinon l'oxyde de cuivre se réduirait en partie sous l'influence de l'atmosphère du four. On obtient un vert émeraude avec le sesquioxyde de chrome, tandis que la teinte commune des bouteilles prend naissance par la présence de battitures de fer. Le bioxyde de manganèse colore le vert en violet. Le jaune est produit de différentes manières. Quand on veut le faire apparaître dans la masse, on fait usage de soufre ou d'écorce de bois blanc, généralement de bouleau : il est nécessaire, si on désire une teinte pure, que dans le mélange vitrifiable la potasse remplace la soude et que le verre ne soit pas plombeux. Pour le jaune topaze, il suffit de 1/1000 de pourpre de Cassius ou d'un mélange d'oxydes de fer et de manganèse. L'oxyde d'urane fournit un verre jaune à reflets verdâtres à condition que le verre ne contienne pas de soude et que la silice n'y soit pas en excès. « L'argent

donne, à la température du moufle, une belle coloration jaune-orange. On l'applique au pinceau sous forme d'une bouillie claire formée de chlorure ou d'oxyde d'argent, de colcotar ou d'argile délayés dans l'essence. Quand la pièce a été cuite au moufle, on enlève à la brosse la poudre d'oxyde de fer ou d'argile qui reste sur le verre. Les verres les plus siliceux, les moins fusibles, notamment les verres de Bohême, sont ceux qui prennent le mieux cette couleur (1). » C'est un exemple de coloration par action réductrice superficielle, ou *cémentation*.

Pour le verre rouge on emploie les sels de protoxyde de cuivre; on y ajoute un peu d'étain ou de fer dont la présence empêche une suroxydation du cuivre.

Si on arrose le sable qui doit entrer dans la préparation d'un verre avec une solution de chlorure d'or à un degré de dilution tel que la teneur du chlorure ne soit pas supérieure à 1/1000, le verre produit n'offrira aucune teinte, mais si on le réchauffe doucement, on le voit immédiatement prendre une splendide coloration rouge-rubis. Pour éviter qu'à ce moment l'or se précipite à l'état métallique, on a soin de constituer la paraison définitive de trois couches, la première et la troisième en verre blanc ordinaire, la seconde en verre à l'or. Dès que la première est formée, l'ouvrier applique sur elle un fragment de verre à l'or, chauffé, qu'un gamin lui apporte au bout d'un pontil. Il étend ce fragment sur sa paraison,

(1) Pélégot, *Douze leçons sur la verrerie*.

le réchauffe à l'ouvreau et à ce moment la couleur apparaît. L'ouvrier procède alors à un nouveau cueillage, de verre blanc, qui recouvre le tout. Si la quantité de verre aurifère est peu considérable, la teinte est rose. Le rose s'obtient aussi avec le sélénium.

Enfin le noir résulte de la présence dans le creuset de basalte, charbon, noir animal, soufre... en grande quantité. Presque toujours il nécessite une seconde fusion.

En combinant plusieurs oxydes, on obtient des couleurs composées. Ainsi le vert émeraude résulte d'un mélange d'oxydes de cuivre et d'urane, qui donnent, l'un une coloration bleue, l'autre une coloration jaune; on produit un très beau verre noir en ajoutant à du verre blanc un mélange d'oxydes de cuivre, de cobalt et de fer.

La découverte des verres colorés permet d'étendre davantage encore le cercle déjà si important des applications du verre.

Les émaux colorés nous procurent la faculté de peindre des tableaux qui n'auront pas à craindre de dégradations. Le strass, grâce auquel nous pouvions imiter le diamant, met maintenant à notre disposition l'écrin tout entier du lapidaire: par l'adjonction des sels appropriés, il se métamorphose en topaze, émeraude, rubis, saphir, améthyste. Un peu de charbon mélangé à du strass fondu: celui-ci devient le *jais*, aussi brillant que le minéral qui porte le même nom.

Le cristal seul n'est pas apte à une semblable décoration, sa *beauté* s'y oppose: le cristal coloré

est un véritable contresens, car ce qui fait la beauté de cette substance incomparable c'est sa blancheur idéale.

Nous devons citer ici la fabrication de l'*aventurine* dont les reflets sont dus à l'occlusion dans la masse de cristallisations métalliques : un mélange d'oxyde de cuivre et de battitures de fer, fondu en présence d'une masse vitreuse, produit cette gemme artificielle dont Venise gardait le secret avec un soin si jaloux. Mieux encore : on n'a qu'à remplacer le cuivre et le fer par du bichromate de potasse pour que les cristaux formés soient constitués par de l'oxyde de chrome et que l'*aventurine* obtenue dans ce cas soit verte. Cette recette, due à Pelouze, était inconnue des verriers de Murano.

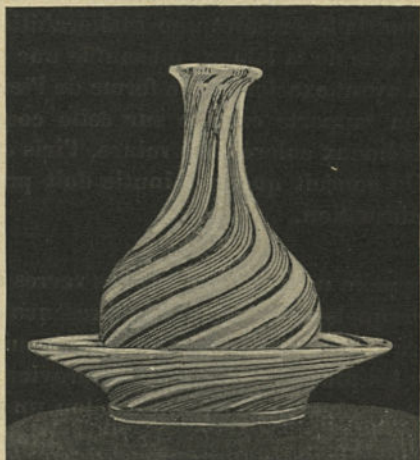
En mélangeant, au moment du soufflage, des verres de teintes différentes, on obtient un ensemble qui montre des veines comme les roches naturelles et qu'on appelle verre *marbré*. Il peut avec avantage remplacer le marbre dans la constitution de panneaux décoratifs, et si sa préparation est réussie, un œil exercé ne peut qu'avec peine se douter de la substitution. Si on agglomère des fragments de verres colorés à l'aide de verre incolore, on a du verre *murrhin*, véritable poudingue artificiel.

Que l'on dispose les uns à côté des autres de petits fragments de pierres naturelles ou factices de couleurs différentes, on obtient un tableau appelé mosaïque. La matière que préfère la mosaïque est l'émail, aussi pouvons-nous la considérer comme une application du verre.

La préparation des *yeux artificiels* est, elle aussi, une industrie qui a recours aux verres colorés. S'il s'agit d'yeux d'animaux, destinés aux collections, on soude sur une lentille en verre les émaux appropriés qui doivent former l'iris et la pupille, et on recouvre le tout d'un cristal très blanc. Pour la prothèse humaine, on recherche avant tout la légèreté et une inaltérabilité absolue. A l'aide de la lampe, on souffle une coquille d'émail ayant exactement la forme de l'œil à imiter et on rapporte ensuite sur cette coquille, à l'aide d'émaux colorés, les veines, l'iris et la pupille. On conçoit quelle minutie doit présider à cette fabrication.

On appelle *verres filigranés* des verres à l'intérieur desquels on rencontre la présence de filets de verre ou d'émaux blancs ou colorés suivant les dessins les plus variés. Ces filets proviennent de baguettes préparées à l'avance selon un procédé analogue à celui usité dans la fabrication des tubes ou des fils de verre. Elles sont constituées d'un noyau coloré entouré d'une enveloppe transparente et aplatie. Tantôt elles sont simples, tantôt, au contraire, elles résultent elles-mêmes de l'assemblage plus ou moins compliqué, en spirale ou en quadrillage, d'autres baguettes plus petites, assemblage obtenu par le même tour de main que celui qui l'utilise à son tour. Le verrier, muni de ces baguettes, les maintient verticalement le long de la paroi d'un moule cylindrique en les combinant entre elles selon le filigrane désiré. Il chauffe ensuite le moule de façon à leur per-

mettre de se souder à du verre chaud. Puis il souffle une paraison qu'il introduit dans l'espace libre au centre du moule ; les baguettes adhèrent à cette paraison, il les y fixe encore en enroulant tout autour un filet de verre. Il réchauffe sa paraison à l'ouvreau ; quand elle est bien amollie,



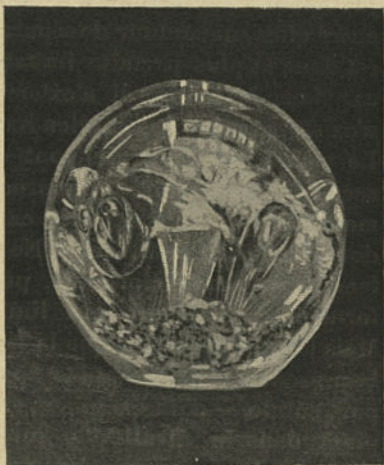
Verre filigrané.

l'ensemble ne forme plus qu'un tout qu'il suffit de travailler selon les procédés ordinaires. Si, pendant le travail, la paraison subit un mouvement de torsion, les filets colorés s'enroulent en spirales et leur effet est plus gracieux. La fabrication des verres filigranés fut, comme tant d'autres, un des privilèges des Vénitiens qui, naturellement, la tenaient secrète. Elle fut retrou-

vée par Bontemps qui, plus libéral, s'est aussitôt empressé de la faire connaître (1).

On doit rapprocher des verres filigranés les *millefiori*, ou presse-papiers, dans la masse desquels sont incluses des fleurs ou des concrétions de pâtes vitreuses multicolores. On les fabrique en dispo-

sant un bouquet de tiges d'émail dans les rainures d'une plaque de fonte et en recouvrant le tout d'une paraison blanche à laquelle on donne une forme sphérique. Sans doute ces objets n'ont pas une bien grande valeur esthétique,



Millefiore.

mais quelques-uns présentent des apparences originales auxquelles on ne saurait dénier un certain cachet.

En juxtaposant des feuilles de verres colorés enserrées entre des lamelles de plomb, on obtient un assemblage dont l'effet peut se plier à tous les

(1) *Exposé des moyens employés pour la fabrication des verres filigranés.*

caprices de l'imagination et qui fournit à l'artiste les mêmes ressources que la palette. Mais ce rapprochement est-il juste ? Saurait-on identifier un *vitrail* à un tableau ? Comment, en effet, le tableau donne-t-il l'illusion ? Par le coloris seul. En peinture, tout réside dans les teintes ; elles se juxtaposent d'elles-mêmes, sans qu'on rencontre entre elles un contour de séparation. La peinture est donc la plus parfaite imitation de la nature, car dans la nature il n'existe pas de trait, il n'existe que des lignes, étendues sans épaisseur. Le vitrail, où les traits sont si énergiquement accusés, semblerait se rapprocher plutôt de la mosaïque qui reçoit tout son caractère de la prédominance de la silhouette. Ne serait-il pas également un émail cloisonné, puisque les plombs forment des contours qui limitent les teintes ? Mais l'émail, de même que la mosaïque, implique la présence plus ou moins apparente d'un support solide — d'un excipient. Or, quel est l'excipient dans le vitrail ? Le verre, oui ; mais s'il existe réellement au point de vue physique et matériel, sa présence se fait-elle sentir ? Il est transparent. Le véritable excipient du vitrail est ainsi l'espace devant lequel le verre disparaît pour lui céder toutes ses couleurs. Dès lors, le vitrail a ses qualités expressives propres ; l'idée de vitrail ne peut s'allier à celle d'imitation, copie, reproduction, elle implique la notion du *soi*. Voilà pourquoi un vitrail est incapable, sans perdre son caractère, de reproduire un tableau ou d'être à son tour reproduit. La photographie la mieux réussie, l'aquarelle la plus adroite-

ment exécutée ne peuvent donner du vitrail qu'une idée approximative; car elles ne sauraient traduire son caractère spécial d'être de l'espace coloré.

Par l'opposition de leur opacité avec les régions transparentes voisines, les plombs apportent de la vigueur et rehaussent les silhouettes. En même temps, ils sont nécessaires pour la solidité. Ils constituent, pour ces deux raisons, une particularité du vitrail et en font partie intégrante. Leur multiplicité exige des gestes simples et larges et de vigoureux contrastes. Du jour où l'on supprime les plombs, le vitrail est impuissant, il perd son cachet. Si nous insistons sur ce point, c'est que, depuis peu, une évolution s'est manifestée dans l'art du vitrail. La lumière, tant recherchée aujourd'hui, ne peut s'accorder avec la verrière telle que la comprenaient les âmes éprises de mysticisme du Moyen-Age. Des esprits indépendants ont tenté de réagir contre le caractère sévère et monotone des anciens vitraux. Aux gestes simples et aux couleurs vives, ils substituent les clartés tendres comme celles d'un paysage ensoleillé. Les plombs doivent se cacher et même disparaître et la composition comporte une feuille de verre unique qui reçoit tous les tons. On n'a plus alors un vitrail, mais un tableau sur verre. Deux écoles se sont formées : l'une pour défendre les traditions léguées par les anciens verriers, l'autre pour les modifier et les mettre à l'unisson des goûts et des désirs modernes. Mais si ces deux écoles sont rivales, elles ne le sont que par leur manière de voir. Leurs prin-

cipes sont, il est vrai, différents et, par suite, ne peuvent être comparés; ils ont, par contre, le caractère commun d'être deux manifestations d'un art unique, celui qui joint la transparence au coloris.

Si l'on se contente d'assembler, d'après une maquette, des fragments de vitres colorées dans la masse — et c'est ainsi qu'ont été confectionnés les premiers vitraux — on arrive à des résultats charmants comme nous en offrent des exemples les *roses* qui ornent les transepts de nos cathédrales. Mais ce procédé exige, non pas le doigté d'un artiste, mais seulement l'habileté d'un patient ouvrier. Ce n'est pas là le vitrail véritable; celui-ci s'obtient en recouvrant après coup d'émaux ou peintures vitrifiables, soit une feuille de verre plaquée d'une couche teintée dont la coloration peut être dégradée par les procédés de gravure, comme au xvi^e siècle, soit une feuille blanche, ce qui est la manière actuelle.

La composition du carton, qui est, l'on peut dire, la minute, le brouillon du vitrail, consiste à exécuter sur un papier, on grandeur d'exécution, avec toutes les variations de teintes, le sujet que le praticien doit reproduire sur le verre. L'artiste est maître de sa composition, il doit seulement prévoir l'effet final et ne pas perdre de vue l'harmonie entre les différentes teintes, de façon que les intensités ne détonnent pas. Il distribue les plombs selon son inspiration; tantôt il les dirige de façon qu'ils n'apportent pas de perturbation dans l'ordonnance générale, tantôt il met leur présence à profit pour rehausser l'ensemble.

Le carton exécuté, reste à reproduire la peinture sur le verre. On reporte les traces des plombs sur un fort papier qu'on découpe suivant les lignes ainsi obtenues et ces calibres permettent de tailler les feuilles correspondantes. On monte ensuite, d'une façon provisoire, le vitrail qui passe entre les mains du peintre-verrier. Il dessine d'abord l'esquisse en se servant d'un émail et d'un *fondant* destiné à faire adhérer celui-ci au verre et composé d'un mélange de sable fin, minium et acide borique calciné.

L'esquisse reportée, on reproduit tous les détails du carton et c'est là que se révèle la science de l'artiste. Il relève les ombres par les haèhures, représente le modelé par des teintes fondues, ménage les filets de lumière, indique les points et les lignes que, plus tard, il fera apparaître brillants par une morsure habile d'acide fluorhydrique.

La peinture du vitrail achevée, on démonte les plombs et on porte au four les fragments de verre.

La conduite du feu exige une longue pratique, car l'expérience est le seul guide : les émaux, en effet, ne se développent pas tous à la même température. Il est préférable d'employer le bois comme combustible, sa flamme a une très grande douceur et se dirige plus facilement que celle du charbon. A l'intérieur du moufle les émaux fondent complètement et la surface du verre subit un commencement de ramollissement, ils se mélangent mutuellement pour former un tout vitrifié qui dorénavant sera inaltérable.

Au sortir du moufle, les fragments de verre, nettoyés avec soin, sont livrés au metteur en plomb qui les enchâsse d'une façon définitive entre les ailes de filets de plomb en forme de I. Il soude à l'étain tous les joints et constitue un réseau stable doué cependant d'une certaine élasticité qui lui donne de la résistance.

Le vitrail, ainsi terminé, est fixé aux armatures qui doivent le maintenir en place dans la baie à laquelle il communiquera ses splendeurs éclatantes.

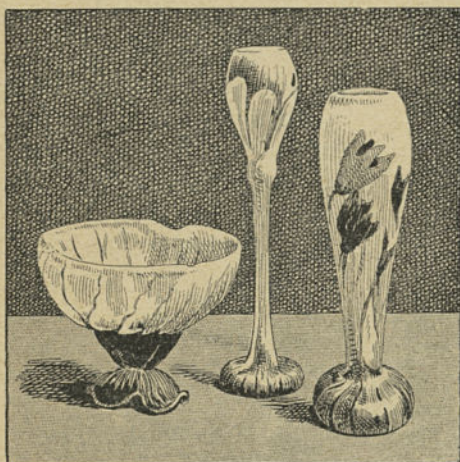


Flacon de Daum.

Avec la facilité d'étendre, au moyen du pinceau, les émaux des colorations les plus diverses, la décoration du verre n'a plus de limite. Ajoutez les élégances des formes, les translucidités givreuses que donne la gravure à l'acide, les facettes étincelantes de la taille : quel

ensemble digne de flatter notre goût et d'attirer notre regard! Hélas, faut-il que le verre soit si fragile pour nous faire craindre à chaque instant de voir s'évanouir les magnificences qu'il nous présente! Mais voici que le verre acquiert la solidité du granit. Avec des débris de verre calcaire soumis à la fois à une température suffisante pour en obtenir la dévitrification, et à une forte compression, M. Garchey crée la « pierre de verre » qui possède les qualités de la pierre naturelle la plus recherchée. Sous cet état le verre résiste au marteau, supporte les chocs, ne craint pas les

fêlures. Il obéit aux exigences de l'art. Henri Cros et ses continuateurs MM. Ringel d'Illzach, Dam-mouse... modèlent des bas-reliefs en pâte de verre ou bien, s'élevant plus haut encore, nous offrent des pièces plus complètes comme cette fontaine du Musée du Luxembourg ou *l'Histoire du feu*,

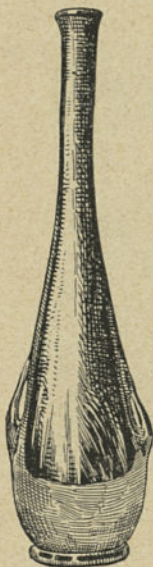


Verres de Gallé.

de l'Exposition de 1900, œuvres aux formes pures et aux colorations éteintes, dont le tendre symbolisme rappelle la douce simplicité de la sculpture antique.

Depuis quelque temps, l'art trouve dans le verre un précieux auxiliaire qui lui apporte le concours de ses merveilleuses propriétés. Dans les flacons et les vases sortis des fours de MM. Daum, le verre n'est plus une substance froidement limpide,

mais sa transparence disparaît devant le vague d'un voile vapoureux. Dans les profondeurs indé-
cises de la pâte flottent des tiges aux contours
tremblants dont les fleurs rêveuses viennent se
reposer sur les rugosités ondoyantes de la sur-
face et se confondent avec elles.



Verre de Tiffany.

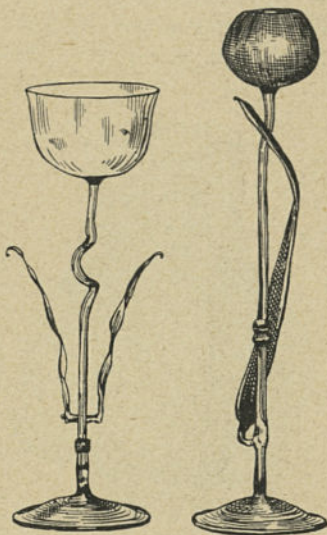
Des colorations chaudes et dorées
traversent l'ensemble de leurs traî-
nées indéterminées et déconcer-
tantes et les recouvrent de la douce
mélancolie d'un coucher de soleil.
Tiffany se pose le problème de re-
produire la patine particulière et
délicate que les ans donnent au
verre qui a séjourné dans le sol et
qui se présente sous les apparences
insaisissables de l'irisation : il
essaie et il réussit. Kopping, amou-
reux de l'antithèse, se plaît au
contraste du léger et du massif. Il
considère la robustesse que semble
exiger le verre, et lui oppose la gra-
cilité. Tout ce qui est aérien l'at-
tire, et il le métamorphose en verre.
Il recueille les fils de la Vierge qui
flotteant dans une chaude atmos-
phère d'été, les enroule en gracieuses volutes
autour d'un vase fait de la corolle d'une rose.
Véritable magicien, il vitrifie le souffle, maté-
rialise l'irréel : non, il spiritualise la matière et
élève la substance à la hauteur du rêve.

« Gallé sait façonner à son gré des sardoines,
des onyx, simuler les fêlures des quartz, l'ambre

cendré, le tachetage de l'écaille; puis l'envie l'aiguillonne d'emprisonner dans le cristal le fuyant, l'insaisissable: la vapeur des nuages, le suintement des buées, l'écho assourdi des reflets, les fumées, les clartés lunaires.

La science l'a pourvu d'une palette aux teintes atténuées et rares: vert d'eau dormante, blanc crémeux de chair nacrée, jaune éteint, rose tendre, gris duveteux, bleu paon; mais si caressante soit la robe colorée, si éclatant le cristal, la monotonie peut trouver à déplaire et voici, pour la rompre, des veinures, des stries, des madrures adroitement distribuées, encore qu'elles gardent le charme saisissant, le savoureux de l'imprévu (1). »

Quand le beau met en libre mouvement des facultés et donne sans contrainte naissance à des sentiments associés, il devient poétique. L'expression se conçoit, mais la poésie se devine. Gallé est ainsi un poète qui fait parler ses œuvres, leur



Verres de Kopping.

(1) Roger Marx, *Le Moniteur des Expositions*.

donne une âme. Telle pièce, par le voile cendré qui la recouvre, soupire sa tristesse de voir peu à peu se faner la fleur qui lui est confiée ; telle autre se présente tout d'abord sous l'apparence d'un coquillage vulgaire, mais le poète l'anime, il la revêt d'une teinte glauque tantôt aux touches vigoureuses, tantôt aux reflets atténués,



Tiffany.



Gallé.

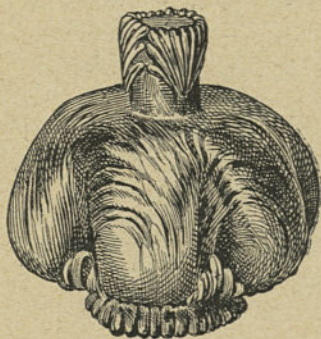
et voici le coquillage qui se transforme, qui devient la conque d'un Triton ; des crabes se cachent dans ses replis, prêts à s'élancer l'un sur l'autre, et nous avons la vision du fond des mers....

Le verre ! dont la pureté limpide et immatérielle élève nos pensées vers l'idéal : ah ! si les anciens avaient su prévoir tous les trésors de magnificence qu'il nous prodigue, quels hymnes d'admiration ne lui auraient-ils pas dédiés !...

Pour nous, pauvre écrivain vite essoufflé, nous avons notre impuissance et renonçons à célébrer les mérites de cette chose exquise, digne d'entraîner l'enthousiasme d'une muse délicate et d'inspirer une lyre aux cordes mélodieuses...



Daum.



Tiffany.

ANNEXE

LE VERRE SOLUBLE

Considérons un verre de la constitution duquel la chaux soit éliminée, nous n'avons plus devant nous qu'un simple silicate de potasse — ou de soude — lequel est liquide. Ne nous flattons pas trop vite d'avoir fait une découverte nouvelle; déjà au xvii^e siècle, le médecin Glauber savait préparer la « liqueur des cailloux ». Mais le *verre soluble* n'a été réellement bien connu que depuis le commencement du xix^e siècle, grâce aux travaux de Fuchs puis de Liebig, et surtout de Kuhlmann dont les établissements de la Madeleine-lès-Lille se sont acquis une réputation universelle dans la fabrication de ce produit original.

On fait usage de deux procédés. Ou bien on porte au rouge un mélange d'un sel de potasse — ou de soude — et de sable siliceux, de manière à l'amener à la fusion; on coule la masse fondue sur des plaques de fonte; on l'y laisse refroidir, puis on la met en contact avec de l'eau sous pression et on concentre la liqueur (c'est le procédé de la voie sèche). Ou bien (et c'est la voie humide) on chauffe dans un récipient hermétiquement fermé des rognons de silex étonnés comme ceux qui servent à la fabrication du verre de Bohême et on les arrose d'une solution de potasse ou de

soude : au bout de six heures, le verre soluble est produit, et il suffit de le recueillir.

Pour être ainsi préparée en grand, il faut que cette liqueur jouisse de propriétés particulières. En effet, si on la met en présence de la chaux, une réaction se produit et on obtient, un silicate de chaux, tandis que l'alcali est mis en liberté. Si la chaux est sous forme de carbonate, la même réaction a lieu, mais elle se complique de ce fait que l'acide carbonique du carbonate reste allié au silicate et donne un silico-carbonate de chaux qui peu à peu prend la dureté d'un véritable granit. Immédiatement apparaît à l'esprit l'idée d'appliquer cette réaction au *durcissement des pierres*. Il suffit de badigeonner de deux ou trois couches de verre soluble le moellon le plus friable et le plus gélif pour le rendre apte à la construction la plus délicate, sans qu'on ait à craindre qu'il ne vienne à s'écraser sous la charge qu'on lui donne à supporter. On peut aider à l'action du silicate par l'adjonction d'un fluorure, celui d'aluminium par exemple. Dans ce cas, il y a formation d'un fluosilicate d'alumine et de chaux, dont la résistance est extrême.

On peut même faire du verre soluble le véhicule d'enduits colorés qui permettent de peindre sur muraille des fresques inaltérables ou de donner aux matériaux toutes les teintes désirées. Aujourd'hui, nous savons obtenir d'un seul coup la patine particulière que les ans apportent aux vieux monuments, et si, par une fatalité inexorable, nous devons assister à l'anéantissement d'une merveille comme Notre-Dame, rien ne nous

empêcherait de la reconstruire de toutes pièces sous l'aspect vénérable que lui ont donné sept siècles consécutifs...

Cette action du verre soluble n'est pas limitée aux pierres naturelles; elle s'applique avec un égal succès à ces produits industriels auxquels on donne le nom de chaux et ciments hydrauliques, dont sa présence rend la *prise* plus énergique.

Le durcissement des pierres constitue la plus importante application du verre soluble, mais non la seule. Déjà au commencement du siècle, sur les indications de Fuchs, on pensa prévenir les dangers de l'incendie par des enduits de verre soluble aux décors de théâtre et aux jupes des danseuses, pour la confection desquelles, nous l'avons vu, le verre filé a été également préconisé. On se heurta, malheureusement, à des difficultés qu'on ne put surmonter : roideur du tissu, altération des couleurs, déliquescence donnant lieu à une humidité persistante, dépense exagérée. Mais il est, par contre, d'autres applications du verre soluble pour lesquelles la réussite est complète. Le chirurgien l'emploie avec succès pour apporter de la consistance aux bandes qui maintiennent un membre luxé. Un mélange de verre soluble et de sulfure d'antimoine ou de limaille de fer (ou de zinc) constitue une pâte qui peu à peu prend la dureté d'une masse métallique et qui peut recevoir le plus beau poli. Cette même liqueur est très employée comme apprêt et mordant dans l'industrie si intéressante des toiles peintes; elle est utilisée dans la fabrication de certains savons; elle fournit le moyen de

donner, instantanément presque, à la laine une blancheur immaculée, et sert également dans le blanchissage de linge en permettant d'éviter les mécomptes amenés par l'emploi d'une eau trop calcaire.

Ainsi, les applications du silicate alcalin sont du domaine exclusif de la chimie; il rentre dans la classe des produits *chimiques*. Mais les quelques lignes que nous lui avons consacrées ici ne sont pas étrangères à notre sujet; il a, par son essence même, trop de liens de parenté avec le corps transparent et limpide que nous avons en vue dans le cours de ce petit volume. Ce liquide est un verre spécial, incomplet, si l'on veut; ce n'en est pas moins un verre.

DESSINS ET PHOTOGRAPHIES

DE M. A. COLLOMBAR

Similis de la Maison C. RUCKERT et C^o.

TABLE DES MATIÈRES

I. — <i>Histoire du verre</i>	5
II. — <i>Physiologie du verre</i>	41
III. — <i>La Fabrication du verre</i> . — L'usine. — La halle de soufflage. — Les fours. — La fusion. — La fabrication d'une bouteille. — La fabri- cation du verre à vitre.....	60
IV. — <i>La Glacerie</i> . — Glaces et miroirs. — Le coulage. — Les glaces étamées, argentées, gravées, bombées. — Les pièces moulées. — Les vitrages grillagés, etc.....	93
V. — Verre de Bohême. — Cristal. — Flint. — Pièces d'optique. — Strass.....	126
VI. — Les industries secondaires du verre, gobeletterie, flaconnage, fabrication des tubes, verres de montre. — Le soufflage du verre. — Les perles. — Le verre filé. — Le verre trempé.....	146
VII. — Les applications artistiques du verre. — Verre givré, craquelé. — Émail. — Opaline. — Mo- saïques. — Verre filigrané. — Verres colorés. — Vitraux. — Verre malléable. — Verrerie d'art.....	162
ANNEXE. — <i>Le verre soluble</i>	186

N ^o 1.	Section historique	JEAN WEBER	Le Panorama des Siècles (Aperçu d'Histoire universelle).
N ^o 2.	Section ethnographique	EDMOND PLAUCHUT	Les Races jaunes ; les Célestes.
N ^o 3.	Section des sciences appliquées	L. AUBERT	La Photographie de l'Invisible, les Rayons X (suivi d'un glossaire).
N ^o 4.	Section industrielle	E. CHESTER	Histoire et rôle du bouff dans la civilisation.
N ^o 5.	Section préhistorique	STÉPHANE SERVANT	La Préhistoire de la France.
N ^o 6.	Section d'histoire naturelle	EMILE DESCHAMPS	La Vie d'un Théâtre.
N ^o 7.	Section artistique	PAUL GINSKY	Tableau de l'Histoire littéraire du Monde.
N ^o 8.	Section littéraire	FREDÉRIC LOUIÈRE	Pour devenir Médecin.
N ^o 9.	Section des professions	DR MICHAUT	Les Mirobes et la Mort.
N ^o 10.	Section médicale	DR J. DE FONTENELLE	Les Feux et les Eaux.
N ^o 11.	Section des sciences générales	MAURICE GRIVEAU	Les Guerres et la Paix.
N ^o 12.	Section d'économie sociale	CH. RICHERT	
2 ^e SÉRIE			
N ^o 13.	Section littéraire	L. MICHAUD D'HEMIAC	Les Grandes légendes de l'Humanité.
N ^o 14.	Section des professions	LEON BERTHAUT	La Mer, les Marins et les Sauveteurs.
N ^o 15.	Section géographique	GÉSA DARISZY	Les Pyrénées Françaises.
N ^o 16.	Section industrielle	LOUIS DELMER	Les Chemins de fer.
N ^o 17.	Section des professions	RENE LAFON	Pour devenir Avocat.
N ^o 18.	Section médicale	DR SICARD DE PLAUZOLLES	La Tuberculose.
N ^o 19.	Section des sciences appliquées	DR FOYEAU DE COURMELLES	L'Électricité et ses Applications.
N ^o 20.	Section des sciences appliquées	C. RUCKERT	La Photographie des Couleurs.
N ^o 21.	Section d'économie sociale	M ^{me} HUDRY-MENOS	La Femme.
N ^o 22.	Section d'économie sociale	A. D. BANCEL	Le Coopérationisme.
N ^o 23.	Section historique	GEORGES TOUNOUZE	La Conquête des Mers.

Les demandes doivent être accompagnées d'un mandat-poste.

Le volume broché : 1 fr. 50. — Relié toile : 2 fr.