

ils ont environ 500 mètr. de hauteur au-dessus de la vallée.

La vallée de la Chiusella est creusée sur le revers méridional des montagnes de Cogne; elle débouche dans la plaine, auprès de Baldissero; sa longueur est d'environ 3 myriam.; sa partie supérieure s'élève jusqu'au faite du bras de montagnes qui borde les vallées de Chomporels au Sud, et j'estime cette hauteur à 2500 mètr. dans tout son cours; elle est fort étroite au-dessous de Vico, elle tourne au Sud et n'est plus bordée que par des coteaux de 4 à 500 mètr. au-dessus du fond.

Le val Soana prend son origine près de la naissance de la vallée de Cogne, à une hauteur considérable; elle est très-encaissée, et les montagnes qui la dominent sont bien boisées.

La vallée de Locana commence sur le faite des Alpes Graies, à un col compris entre le Mont-Iseran et une cime qui est à l'extrémité du val de Remes: de l'autre côté de ce col, est la source de l'Isère; elle est fort étroite dans très-peu d'endroits, elle a 2 ou 300 mètr. de large, et les pentes qui la bordent sont fort abruptes.

Arrondissement de Chivas.

Cet arrondissement, avons nous déjà dit, comprend les plaines du département; il est entièrement plat, et uniquement composé de terrains de transport: de sorte qu'il intéresse peu le minéralogiste, et nous n'entrerons dans aucun détail à son sujet. Nous nous bornerons à observer que la terre végétale qui en forme le sol est peu épaisse, rarement a-t-elle un mètre; elle repose sur des cailloux et débris de roches primitives.

(La suite au Numéro prochain.)

R A P P O R T

Fait à la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut, sur un Mémoire de M. d'ARTIGUES, relatif à la fabrication du Flint-Glass, et sur de grandes lunettes astronomiques présentées par M. CAUCHOIS (1).

LA classe nous a chargés, MM. Laplace, Vauquelin, Charles et moi (M. Biot), d'examiner un Mémoire relatif à la fabrication du flint-glass, qui lui a été présenté par M. d'Artigues, et auquel étaient jointes plusieurs lunettes achromatiques construites par M. Cauchois. Après avoir soumis ces deux objets à une année d'épreuves, à un examen sévère, à de nombreuses expériences, nous allons en faire notre rapport à la classe.

Quoique la construction des lunettes achromatiques soit aujourd'hui connue de tous les physiciens; nous allons cependant rappeler ici les principes généraux sur lesquels elle repose, ne fût-ce que pour attacher un sens précis à des expressions dont nous devons faire un fréquent usage dans le cours de ce rapport.

Lorsqu'un rayon de lumière blanche pénètre dans un prisme de verre, il éprouve deux sortes de modifications: il se divise en une infinité de rayons qui produisent sur nos yeux la sensation d'autant de couleurs différentes, mais qui ont

(1) Le Mémoire dont il s'agit a été inséré dans le n^o. 171 de ce Journal.

été rangées en sept classes distinctes dans l'ordre suivant : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. Ce phénomène se nomme *dispersion* de la lumière : en même tems chacun des rayons diversement colorés s'écarte de la direction du rayon incident, d'une quantité inégale, depuis les rouges qui s'en écartent le moins, jusqu'aux violets qui s'en écartent le plus. Ce phénomène se nomme *réfraction* de la lumière. On sait même, par des expériences positives, qu'au-delà des dernières limites de la lumière violette et de la lumière rouge, il existe des rayons invisibles qui ne pouvant produire sur nos yeux la sensation de lumière, manifestent cependant leur existence par des effets physiques et chimiques récemment observés.

Maintenant, si l'on oppose l'un à l'autre deux prismes égaux et de même matière, dont les angles correspondans soient tournés en sens contraire, la lumière, décomposée par le premier prisme, sera recomposée par le second; de sorte qu'après avoir traversé les deux prismes elle se réunira en un seul rayon incolore et parallèle à la direction du rayon incident. De là il résulte, d'abord, que les images des objets vus à travers une lentille simple, formée de deux segmens sphériques de matière homogène, ne peuvent paraître avec leurs couleurs naturelles que lorsqu'on les regarde par le centre de la lentille, et doivent être d'autant plus colorées, qu'on les voit par des rayons qui passent plus près des bords; car une telle lentille n'est que l'assemblage continu d'une suite de prismes opposés, dont l'inclinaison,

d'abord nulle au centre, augmente ensuite à mesure que l'on s'éloigne de ce point. Aussi les premiers astronomes qui voulurent appliquer aux lunettes un grossissement considérable, ce qui exigeait que l'on réunît au foyer beaucoup de lumière, ne purent y parvenir qu'en employant des objectifs d'un très-grand diamètre. Mais en même tems ils étaient obligés d'en allonger démesurément les foyers, afin que sur les bords même des objectifs l'inclinaison des deux surfaces fût encore peu considérable. Telles étaient les lunettes appelées *aériennes*, dont Huyghens et Dominique Cassini faisaient usage, et dont la manœuvre difficile ne pouvait leur paraître supportable, qu'à cause des grandes découvertes qu'elles leur donnaient l'occasion de faire dans les cieux. L'invention des lunettes achromatiques a fait disparaître tous les inconvéniens de ces grands instrumens, parce qu'elle a donné le moyen d'augmenter la surface de l'objectif sans allonger le foyer.

Si, pour les substances diverses, la faculté dispersive et la force réfringente croissaient et diminuaient dans le même rapport, comme Newton l'avait cru d'après quelques expériences, il s'ensuivrait qu'en taillant deux prismes de matières différentes, sous des angles tels que leurs forces réfringentes se compensassent, leurs facultés dispersives se compenseraient aussi, et réciproquement : lorsque les rayons émergens sortiraient incolores, leur direction se trouverait parallèle à celle du rayon incident. On ne pourrait donc pas, dans cette hypothèse, composer des objectifs achromatiques; car si les inclinaisons des faces des deux lentilles

étaient déterminées de manière que les rayons sortissent incolores, après les avoir traversées toutes deux, ces rayons devenant alors parallèles à leur direction primitive, divergeraient comme s'ils partaient du point rayonnant, et l'on perdrait ainsi l'avantage de pouvoir les réunir tous en un seul foyer.

Mais Dollond, et après lui tous les physiciens qui se sont occupés de l'optique, ont prouvé par des expériences positives et multipliées, que les forces réfringentes des substances et leurs facultés dispersives sont bien loin d'être assujetties à une même loi. De sorte qu'il est possible de trouver des substances dont la dispersion soit très-inégale, tandis que leur réfraction l'est beaucoup moins. Ainsi, en taillant des prismes avec ces substances, sous des angles tels que leur dispersion se compense, la réfraction produite par l'un des prismes sera beaucoup plus considérable que celle de l'autre. On peut donc, avec plusieurs prismes ainsi disposés, faire converger un grand nombre de rayons incolores sur un même point; ou, ce qui revient au même, on peut en former des lentilles sphériques dont les rayons soient tels, que la lumière, après avoir traversé deux ou trois, ou un plus grand nombre de ces lentilles, se réunisse en un seul foyer, et y forme une image incolore des objets.

Quoiqu'il soit possible d'obtenir ce résultat avec une infinité de substances, cependant toutes ne sont pas également propres aux usages de l'optique. La transparence, la limpidité, la propriété de recevoir un poli parfait, sont autant de conditions indispensables. Dès les premiers

momens de sa découverte, Dollond, guidé par une multitude d'expériences, et favorisé peut-être par un heureux hasard, découvrit parmi les verres qui se fabriquent en Angleterre, deux espèces particulières de verre, qui jusqu'à présent paraissent être celles qui présentent les résultats les plus satisfaisans; ce sont le crown-glass et le flint-glass.

Le crown-glass anglais est un verre de couleur verdâtre, formé de silice rendue fusible par l'addition d'un alkali; cette espèce de verre ne se fait pas seulement en Angleterre, on en trouve dans la plupart des verreries de France, et surtout dans nos manufactures de glaces. La nature chimique des deux substances qui composent cette espèce de verre, sans doute aussi le peu de différence de leur pesanteur spécifique, tendent à faciliter leur combinaison, à la rendre plus intime, et à produire ainsi une vitrification plus complète. Aussi trouve-t-on assez abondamment, en France comme ailleurs, des morceaux de crown-glass propre aux usages de l'optique, et dont les qualités, sous ce rapport, même dans des dimensions considérables, ne laissent absolument rien à désirer. Nos crown-glass sont même, en général, plus blancs, plus limpides, plus transparens que les crown-glass anglais. Malgré la réalité de ces avantages, il est possible que la couleur verdâtre du crown-glass anglais, qui se rencontre aussi dans quelques-uns des nôtres, devienne quelquefois utile pour compléter l'achromatisme, en achevant d'éteindre les franges colorées qu'il est toujours impossible de détruire entièrement. Mais cette extinction devient beaucoup moins nécessaire,

si l'on emploie, pour calculer l'achromatisme, les moyens que nous expliquerons dans la suite de ce rapport; car les franges colorées peuvent ainsi être affoiblies à un tel point, par leur seule compensation, que leur effet devienne insensible sur les yeux les plus exercés. Dès-lors, la transparence de la matière est un avantage sans inconvéniens. Quoi qu'il en soit, la preuve la plus frappante que l'on puisse donner de l'indépendance où nous sommes des Anglais, relativement à la composition du crown-glass, c'est que, dans le tems où les communications étaient libres entre les deux pays, les Anglais ont souvent tiré de France du crown-glass pour s'en servir dans la construction de leurs lunettes, surtout pour les lunettes de spectacle et pour les oculaires de microscope.

Quant à la fabrication du flint-glass, surtout du flint-glass propre à l'optique, nous étions jusqu'à présent beaucoup moins avancés que les Anglais. Si quelqu'un se croyait en droit de réclamer contre cette assertion, une seule preuve suffirait pour la justifier, et elle est irrécusable. C'est que, jusqu'à ces derniers tems, toutes les lunettes astronomiques qui existent en France ont été faites avec du flint-glass anglais. On avait, à la vérité, réussi à construire de petits objectifs avec des cristaux tirés de la manufacture du Creuzot, dirigée par M. Dufougerais; et plusieurs opticiens se servaient avec succès de son flint-glass pour ce genre de fabrication. Mais entre ces deux résultats et les grands objectifs achromatiques destinés à l'astronomie, la différence est énorme; car, d'un côté, la difficulté de rencontrer des

morceaux purs et transparens est incomparablement moindre dans les petites dimensions que dans les grandes, et d'un autre côté, les défauts de pureté et de transparence deviennent beaucoup plus sensibles dans les grandes lunettes, auxquelles on applique un grossissement beaucoup plus fort. En un mot, si quelques essais particuliers démontraient la possibilité d'arriver à fabriquer aussi des objectifs avec des matières françaises, ces tentatives n'avaient encore ni l'uniformité ni l'étendue qui caractérisent l'application de procédés fondés sur les principes de l'art. ●

D'où pouvait donc provenir jusqu'à présent cette infériorité des verreries françaises dans la fabrication du flint-glass? Venait-elle de l'imperfection des procédés ou du défaut de matières nécessaires à la fabrication de cette espèce de verre? Ces diverses questions se trouvent clairement résolues dans le Mémoire que M. d'Artigues vous a présenté.

Le flint-glass est un verre formé de sable, d'alkali, et d'une certaine quantité d'oxyde de plomb. L'addition de l'oxyde augmente la densité du verre et sa force réfringente; en même tems elle accroît sa faculté dispersive dans une proportion beaucoup plus considérable. Cette propriété est favorable à l'objet que l'on se propose dans la fabrication en grand du flint-glass; car on le destine à former des lustres, des flambeaux, des vases et d'autres meubles de luxe, connus sous le nom de cristaux, dont les surfaces taillées sous mille facettes différentes brillent de tout l'éclat de la lumière qu'elles décomposent. Dans la grande quantité de produits que

les fabriques de cristaux préparent, il peut s'en rencontrer quelques morceaux qui, par leur pureté, soient éminemment propres aux usages de l'optique. C'est du moins ainsi que la chance de les obtenir se multiplie, et c'est aussi de cette manière que les Anglais se procurent les matières dont ils construisent leurs grandes lunettes; car l'optique seule serait loin de fournir une consommation suffisante pour alimenter une verrerie. Or, c'est seulement depuis vingt-cinq ans que l'on a vu s'élever en France des manufactures de cristaux; et aujourd'hui même il n'en existe que trois de ce genre, celle de Saint-Louis, celle du Creuzot, et celle de Vonêche, qui, créée seulement depuis huit ans, par M. d'Artigues, répand annuellement dans le commerce pour près de deux millions de francs de cristaux. On conçoit, d'après cela, pourquoi nous avons été si long-tems obligés de tirer d'Angleterre le flint-glass pour la construction des lunettes achromatiques. N'ayant point sur notre sol de manufactures où l'on fabriquât en grand cette espèce de verre, il fallait bien le faire venir du dehors. Mais quoique de pareils établissemens soient les seuls où l'on puisse fabriquer du flint-glass propre à l'optique, ce qui deviendrait encore plus évident par la suite de ce rapport, cette condition est loin de suffire. L'art même de composer le verre et de le recueillir dans les creusets, de manière qu'il réunisse les caractères les plus favorables à cet usage; cet art, disons-nous, exige une foule de précautions raisonnées, que M. d'Artigues expose aussi dans le Mémoire dont nous rendons compte à la Classe.

Pour qu'un morceau de flint-glass soit propre
à

à composer un bon objectif achromatique, il faut d'abord qu'il soit bien diaphane. De plus, s'il est composé de couches d'inégale densité, comme cela arrive presque nécessairement, il faut que ces couches soient bien parallèles entre elles. Enfin, il faut que, à réfraction égale, il disperse la lumière plus que le crown-glass avec lequel on se propose de le combiner. L'accroissement de la force dispersive s'obtient, comme nous l'avons annoncé plus haut, par l'addition d'une quantité plus ou moins considérable d'oxyde de plomb. La pesanteur spécifique de cet oxyde, beaucoup plus grande que celle des autres matières qui entrent dans la composition du verre, rend leur parfaite combinaison difficile: lorsque l'oxyde s'est combiné avec la moitié de son poids de sable, il agit beaucoup plus faiblement sur les autres molécules de sable qui se trouvent dans le creuset: cependant il agit encore; mais les molécules qui s'unissent à lui sont plutôt disséminées qu'engagées dans la combinaison, ou du moins elles forment une autre sorte de verre que les premières; on peut même, par l'addition de l'oxyde, porter cette différence à un point tel, que ces diverses couches vitreuses, de densités inégales, se séparent spontanément les unes des autres par le refroidissement, en vertu de la manière inégale dont elles transmettent la chaleur. M. d'Artigues a vu, dans des cas extrêmes, la densité passer ainsi subitement de 35 à 42, l'eau étant 10, dans des couches superposées immédiatement.

D'après ces résultats, on conçoit que, dans la fabrication du flint-glass, la pâte vitreuse tenue

en fusion dans les creusets, doit se disposer naturellement par couches horizontales, dont la densité va en croissant, depuis la surface supérieure où se rassemblent les scories et les couches les plus légères, jusqu'au fond du vase où se rassembleront les plus denses. La difficulté consistera donc à choisir parmi ces couches celles où la combinaison est la plus parfaite, et à les séparer des autres sans troubler leur parallélisme.

D'abord, quant au choix des couches, il est clair qu'il ne faudra point employer les couches supérieures, toujours salies par les impuretés qui s'élèvent à la surface des matières en fusion. Il ne faudra pas non plus choisir les couches qui sont absolument au fond du creuset; l'excès d'oxyde de plomb qu'elles contiennent y rend la combinaison moins parfaite, et altère considérablement leur transparence; car l'oxyde a la propriété de jaunir le verre: on pourrait même, par l'addition de l'oxyde, faire un flint-glass qui cesserait d'être transparent. C'est donc vers le milieu de la hauteur du creuset que l'on peut espérer de trouver les couches moyennes où la combinaison des élémens est la plus pure et la plus intime.

D'ailleurs, les creusets eux-mêmes, quoique composés d'argile aussi réfractaire qu'il est possible, ne laissent pas cependant d'être attaqués par l'oxyde; leur surface intérieure altère ainsi la pureté de la pâte vitreuse qui les touche; et par conséquent, pour recueillir un flint-glass pur, il faut s'éloigner de cette surface; c'est donc uniquement vers le centre des creusets que l'on peut espérer de trouver la matière la plus

propre à l'optique, et par-là on voit tout de suite pourquoi il est impossible d'obtenir cette matière autrement que par une fabrication en grand. Car on ne pourrait pas éviter l'altération des creusets, même quand on les ferait avec du platine (1). On ne remédierait pas davantage au défaut d'homogénéité des couches, et l'on perdrait l'avantage de leur parallélisme, qui ne peut s'obstenir qu'en grand. De pareils essais ne peuvent donc donner tout au plus que des petits morceaux de flint-glass pur, dont la fabrication toujours excessivement dispendieuse, ne pourrait avoir aucune application suivie.

Dans tout ce que nous venons de dire, d'après M. d'Artigues, sur le choix des couches les plus favorables à la recherche d'un flint-glass propre à l'optique, nous nous éloignons considérablement de l'opinion répandue jusqu'à ce jour parmi les opticiens et parmi les physiciens eux-mêmes; car ils semblent tous s'être accordés pour attribuer de grands avantages à l'accroissement de la pesanteur spécifique; en sorte que le flint-glass le plus dense est, selon eux, le meilleur pour faire des lunettes. Mais cette opinion, presque généralement admise, ne doit pas l'être sans restriction. La condition essentielle pour faire de bons objectifs n'est pas d'avoir du flint-glass bien lourd, mais du flint-glass bien pur, bien transparent, et suffisamment dispersif, pour qu'on puisse obtenir l'achromatisme, en le combinant

(1) Dans la fusion le platine est attaqué par l'oxyde. Ce fait intéressant a été communiqué à la Commission par M. Vanquelin, l'un de ses membres.

avec le crown-glass dont on fait usage. A la vérité, la réfringence du flint-glass augmentant avec sa densité, il en résulte que dans des circonstances d'ailleurs égales, un flint-glass plus dense permet de donner moins de courbure aux surfaces des lentilles, et par conséquent d'affaiblir davantage l'aberration de sphéricité; mais, malgré cela il ne faut pas considérer l'accroissement de courbure des surfaces comme une conséquence absolue et un résultat nécessaire de la diminution de la force réfringente du flint-glass. En effet, dans un objectif composé, les rayons des courbures ne dépendent pas seulement de la nature du flint-glass, mais aussi de celle du crown-glass avec lequel il est combiné. Or, si notre flint-glass français est moins réfringent et moins dispersif que le flint-glass des Anglais, notre crown-glass l'est aussi moins que le leur; et de là il résulte que nos objectifs achromatiques peuvent également se prêter aux mêmes rapports, entre les ouvertures des lunettes et les longueurs des foyers. Cette conséquence que nous tirons de la théorie est parfaitement confirmée par l'expérience, puisqu'avec le flint-glass de M. d'Artigues, le plus léger de ceux que l'on a employés jusqu'à ce jour, M. Cauchoix fait habituellement des objectifs dont le diamètre réel égale le douzième de leur distance focale; ce qui est la plus courte limite que l'on ait généralement obtenue, même en Angleterre. On n'a jamais trouvé jusqu'à présent que ce rapport de longueur fût incommode pour l'usage des lunettes, même de celles que l'on porte à la main; et quand on pourrait les accourcir un peu davan-

tage, en employant des flint-glass très-denses, cet avantage cesserait bientôt d'en être un, à cause du défaut de transparence, qui en serait la suite presque inévitable.

Après avoir déterminé les circonstances les plus favorables pour obtenir du flint-glass pur, diaphane, et propre aux usages de l'optique, il fallait trouver les moyens de l'extraire du centre des creusets sans altérer le parallélisme des couches. Sur ce point, M. d'Artigues a fait une infinité d'expériences; il essaya successivement de le laisser refroidir dans les creusets, de le couler en table comme des glaces. Ces procédés, et beaucoup d'autres qu'il tenta, ne réussirent jamais d'une manière constante. Des masses considérables qui semblaient parfaitement transparentes quand on les regardait à l'œil nu, donnaient à peine quelques morceaux dont on pût faire des objectifs. Le reste, et souvent la totalité, avait un aspect gélatineux qui altérait la pureté des contours et la netteté des images; ce qui prouve bien l'impossibilité de prononcer sur des produits de ce genre avant d'en avoir construit des objectifs d'un grand diamètre. Cependant M. Cauchoix, qui avait extrêmement à cœur de faire des lunettes avec des matières toutes françaises, et qui avait entrepris, dans cette vue, un grand nombre d'expériences sur les produits de nos diverses fabriques, était parvenu à tirer parti de quelques morceaux du flint-glass de M. d'Artigues, quoiqu'ils eussent une densité beaucoup moindre que celle du flint-glass anglais; il les lui porta, et ce premier succès rendit à M. d'Artigues un espoir auquel il avait pour ainsi dire renoncé.

M. d'Artigues, rempli du zèle et du désintéressement qui distinguent les véritables amis des arts, engagea M. Cauchoix à venir passer quelque tems avec lui dans ses établissemens, afin de déterminer ensemble, par des expériences précises, les procédés qui pouvaient rendre le succès constant et certain. Les objectifs déjà faits prouvaient la possibilité d'obtenir l'achromatisme avec des densités beaucoup moindres que celles que l'on avait jusqu'alors crues nécessaires. Cette remarque rendait le succès plus facile. Après beaucoup d'essais, il fut reconnu que le meilleur moyen de conserver le parallélisme des couches était de retirer d'abord les premières, comme trop impures pour fabriquer des objectifs, puis de puiser dans le centre du creuset la pâte vitreuse avec des cannes de fer, et de la souffler en manchons cylindriques. Le succès le plus constant fut le fruit de tant de persévérance. Les cylindres de flint-glass que M. d'Artigues fabrique aujourd'hui de cette manière, n'offrent presque plus que des morceaux excellens à employer. Dans un envoi de trente kilogrammes de flint-glass, qu'il a récemment adressés à M. Cauchoix, et desquels on a déjà tiré une douzaine d'objectifs de 75 millim. (33 lignes) de diamètre, deux de 108 millim. (4 pouces), et un grand nombre de plus petits, il n'y a pas eu un seul morceau de matière perdu; ce qui ne se rencontre jamais à ce point, même dans le flint-glass anglais, comme tous les opticiens le savent.

Le flint-glass obtenu de cette manière par M. d'Artigues, est extrêmement diaphane. Les

objectifs qui en sont composés ont une transparence dont on est frappé la première fois qu'on les emploie; c'est ce qui nous est arrivé, à M. Arrago et à moi, dans nos observations de latitude à Formentera. Nous employions alors un cercle de Fortin, dont M. Cauchoix avait fait les lunettes. Sans être prévenu de la nouveauté de leur construction, nous étions étonnés de la quantité de lumière qu'elles donnaient. La densité de ce flint-glass est en général de 3,15 à 3,20, celle de l'eau étant prise pour unité à la même température; sa réfraction est à celle du crown-glass français comme 157 à 151, et sa dispersion comme 160 est à 100. On conçoit que ces rapports ne sont que des résultats moyens, qui varient d'un morceau à un autre; en sorte que, pour procéder à coup sûr dans la construction des grands objectifs, il faut déterminer directement la réfraction et la dispersion des morceaux qu'on veut employer. Mais, du moins, les nombres que nous venons de rapporter, prouveront aux étrangers que les nouveaux objectifs dont nous allons parler sont réellement fabriqués en France avec des matières françaises et par un artiste français; car les produits des manufactures étrangères, et même des autres fabriques de France, diffèrent considérablement de ceux de M. d'Artigues, tant pour la densité que pour les autres propriétés physiques: et cette différence est très-caractéristique; car tandis que toutes les autres fabriques cherchaient à donner au flint-glass toute la pesanteur qu'il peut acquérir, M. d'Artigues est le seul qui se soit attaché à lui donner toute la transparence qu'il peut atteindre.

Nous ajouterons ici que la limpidité du flint-glass de M. d'Artigues tient aussi à la pureté du plomb dont il fait usage. Le plomb que l'on emploie d'ordinaire dans les fabriques du continent, est mêlé de cuivre, et quelquefois de fer, qui colorent le cristal en jaune ou en vert. Pour faire disparaître ces couleurs, les verriers n'ont d'autres moyens que de mettre dans la pâte vitreuse d'autres substances qui y portent les couleurs complémentaires de la lumière blanche; mais l'ensemble des couleurs artificielles ainsi mélangées ne peut jamais donner un blanc parfait; il n'en résulte qu'une couleur plus ou moins terne, suivant le nombre et la qualité des ingrédients que l'on a combinés. M. d'Artigues ayant trouvé le moyen de purifier directement les plombs dont il fait usage, est exempt de ces corrections, et obtient immédiatement un verre dont la blancheur n'est point altérée.

C'était beaucoup sans doute que d'être parvenu à composer, dans des fabriques françaises, les deux substances nécessaires pour la construction des lunettes achromatiques; mais lorsqu'on est parvenu à ce terme, il reste encore beaucoup de difficultés à vaincre. Il faut déterminer par l'expérience, et par une expérience très-délicate, les rapports suivant lesquels ces deux espèces de verre doivent être combinées pour produire l'achromatisme; il faut ensuite les tailler avec la plus grande exactitude, suivant les courbures que l'on a déterminées. Il faut finir par donner à leurs surfaces un poli égal et parfait; et, si quelque-une de ces opérations manque par un léger défaut de travail

ou par quelque imperfection de la matière, qu'il est impossible de prévoir, les images transmises par ces lentilles, que l'on croyait excellentes, deviennent vagues, confuses, et le pénible travail de plusieurs semaines se trouve perdu entièrement. C'est cependant à cette épreuve rigoureuse qu'il est indispensable de soumettre les nouvelles substances que l'on annonce comme propres aux usages de l'optique. Quelque pureté que semble présenter le verre, lorsqu'on le regarde à l'œil nu, quelque favorable qu'il paroisse pour la construction des objectifs, c'est seulement après avoir construit des lunettes excellentes et nombreuses, que l'on peut être assuré qu'il possède les avantages qu'on lui suppose. Car dans ces instruments, les moindres défauts de la matière sont vus au microscope, de sorte qu'il est impossible de les dissimuler: et c'est pourquoi ces épreuves ne doivent pas être regardées comme suffisantes, lorsqu'on n'a pu les faire que sur des lunettes communes, d'un petit diamètre, et dont le grossissement, toujours très-foible, ne se prête qu'à l'observation des objets terrestres. C'est seulement avec de grandes lunettes astronomiques, avec des objectifs de grandes dimensions, essayés la nuit sur la foible lumière des planètes, et particulièrement sur les bandes de Jupiter et sur le double anneau de Saturne, que l'on peut espérer d'établir une opinion raisonnée, des expériences rigoureuses, et un jugement décisif. Le nombre des objectifs d'une dimension inférieure peut ensuite offrir une preuve utile de l'abondance de la matière et de la certitude de sa fabrication; mais ces preuves

ne sauraient avoir de force que lorsqu'elles sont précédées par les autres, et il faut convenir que jusqu'à ce jour la facilité que l'on a montrée à suivre une marche différente, n'a pas été sans inconvénient pour les progrès de l'art. Vos Commissaires ont pensé qu'il était, cette fois, convenable de suivre rigoureusement ces principes, et ils ont cru devoir soumettre les résultats de M. d'Artigues et ceux de M. Cauchoix à un examen d'autant plus sévère qu'ils paraissaient leur donner plus d'espérance.

Lorsque M. d'Artigues vous présenta son Mémoire, M. Cauchoix y joignit un objectif de 102 millimètres (45 lignes) de diamètre, et de 1 mètre 27 millimètres (38 pouces) de foyer; quatre objectifs de 75 millim. (33 lignes) de diamètre, et de 1 mètre 137 millim. (42 pouces) de foyer; enfin une cinquantaine environ des diamètres de 61,56 et 45 millim. (27,25 et 20 lignes), et de 812,758,490 et 541 millimètres (30,28,20 et 18 pouces) de foyer.

Jamais, jusqu'alors, on n'avait présenté un si grand nombre d'objectifs de pareilles dimensions, faits avec des matières françaises. Pour estimer le mérite de ces objectifs avec exactitude, vos Commissaires jugèrent convenable de les porter à l'Observatoire impérial, afin de les comparer avec des lunettes anglaises de Dollond, de même dimension. On commença d'abord par les essayer sur des objets terrestres. On se servit, à cet effet, selon l'usage ordinaire, d'une affiche imprimée, placée à une grande distance, et offrant, dans les diverses lignes qui la composaient, tous les caractères de l'imprimerie, depuis les plus petites lettres jus-

qu'aux plus grandes capitales. Le nombre de lignes que l'on peut lire avec chaque lunette détermine le rang que l'on doit lui assigner. Dans cette épreuve, la première de celles que l'on doit faire subir à des lunettes, les objectifs français parurent soutenir très-bien la comparaison avec les lunettes anglaises. Ils parurent les égaler pour la netteté, pour l'achromatisme, et les surpasser par la quantité de lumière. Plusieurs membres du Bureau des Longitudes, et particulièrement feu M. de Fleurieu, notre confrère, qui étaient présents à ces premières expériences, parurent fort contents de leur succès.

Mais ce n'était encore là qu'un essai; il fallait éprouver la lunette d'un mètre sur le ciel, seule manière de l'apprécier avec certitude. C'est ce que l'on fit quelques jours après, en observant comparativement Jupiter et ses bandes avec cette lunette et avec une lunette de Dollond, dont l'ouverture était presque égale, mais qui avait une longueur focale plus grande d'un septième. Quoique cette différence favorisât considérablement la lunette anglaise, elle parut inférieure à celle de M. Cauchoix: elle était moins achromatique, et soutenait un grossissement moins fort. C'est le jugement qu'en ont porté plusieurs membres du Bureau des Longitudes, non-seulement d'après ce premier aperçu, mais d'après un grand nombre d'expériences répétées postérieurement.

Ces résultats suffisaient pour prouver d'une manière positive la possibilité de construire des lunettes achromatiques avec le flint-glass de M. d'Artigues, même dans les plus grandes

dimensions qui sont nécessaires à l'astronomie. Il ne s'agissait plus de quelques tentatives faites en petit et propres seulement à donner des espérances, mais d'une fabrication appropriée aux usages les plus délicats de l'optique, et qui, dirigée par des procédés sûrs dans leur marche, autant qu'étendus dans leur application, nous rendaient désormais indépendans, sous ce rapport, de l'industrie étrangère.

Cependant vos Commissaires ne crurent pas devoir prononcer encore. L'importance du résultat, l'exemple trop fréquent, dans la même matière, d'une approbation précipitée, bientôt démentie par l'expérience; enfin, l'espérance même qu'ils concevaient de voir les auteurs de ces produits en présenter de plus parfaits encore, leur firent un devoir de suspendre leur jugement. En conséquence, ils invitèrent M. Cauchoix à essayer de fabriquer quelques nouvelles lunettes astronomiques dans des dimensions différentes, capables de balancer encore plus avantageusement les lunettes anglaises, et qui, par leur nombre, pussent prévenir jusqu'au doute que le succès de la première tentative eût été l'effet du hasard. Pour satisfaire à cette invitation, M. Cauchoix entreprit la construction de plusieurs nouveaux objectifs de 102 millim. (45 lignes) d'ouverture; et M. d'Artigues, qui jusqu'alors lui avait donné généreusement tout le flint-glass dont il avait eu besoin, se fit encore un plaisir de lui fournir tout ce qui était nécessaire pour cette nouvelle entreprise.

Cette fois, il ne suffisait pas de réussir, il fallait réussir promptement, et la chose était

difficile. La construction des grandes lunettes achromatiques, telles que la pratiquent ordinairement les opticiens, même les opticiens anglais, si l'on en excepte Dollond et Rainsden, qui furent des physiciens du premier mérite; cette construction, disons-nous, a plusieurs parties entièrement sujettes au hasard. La première est la recherche de l'achromatisme: les opticiens ne l'obtiennent ordinairement qu'en construisant, sur les bassins qu'ils possèdent, et toujours à peu près sur les mêmes courbures, les lentilles de flint-glass qu'ils veulent employer. Ils construisent ensuite une multitude de lentilles de crown-glass, dans les dimensions qu'ils croient les plus propres à la compensation; puis, en les combinant successivement avec la lentille de flint-glass, et essayant tour-à-tour ces combinaisons diverses, ils s'arrêtent à celle que l'expérience leur fait connaître pour la meilleure ou pour la moins imparfaite. Aux difficultés de l'achromatisme se joignent celles du travail lui-même. La plus légère flexion dans les bassins qui servent à polir les verres, ou dans les verres eux-mêmes, une pression un peu plus forte sur les bords de l'objectif que sur le centre, pendant qu'on achève de le polir, toutes ces causes conspirent à changer le foyer de l'objectif, à dénaturer sa forme; et souvent une seule d'entre elles suffit pour le rendre incapable de servir. Enfin les défauts de la matière elle-même, défauts que l'on ne peut apercevoir qu'après l'achèvement de l'objectif, et qui sont si difficiles à éviter, surtout dans de grandes dimensions, s'ajoutent encore aux précédentes, pour faire, de la construction d'un excellent

objectif astronomique , une des opérations les plus difficiles des arts. Depuis long-tems M. Cauchoix avait reconnu ces diverses difficultés , et s'était essayé à les vaincre. S'il avait réussi le premier à trouver l'achromatisme ; en combinant le flint-glass de M. d'Artigues avec le crown-glass français , il ne devait pas cet avantage au hasard , mais à des expériences longues et difficiles , pareilles à celles que Dollond fit , dans l'origine , pour trouver les rapports de compensation du crown-glass et du flint-glass anglais. M. Cauchoix , suivant la même marche , avait fait un grand nombre de prismes avec le flint-glass et les crown-glass français , qu'il voulait employer. Il avait cherché par l'expérience quels étaient les angles sous lesquels les prismes formés de ces diverses espèces de verre se compensaient de la manière la plus favorable. Mais pour transporter le résultat de cet essai à la construction des lentilles et au calcul de leur courbure , il fallait déterminer les angles de ces prismes avec une grande précision. A cet effet , M. Cauchoix avait imaginé un instrument fort ingénieux , qu'il présenta dès-lors au Bureau des Longitudes , et que l'un de vos Commissaires lui a vu employer plusieurs fois avec succès pour de semblables déterminations. Cet instrument antérieur au goniomètre de M. Wollaston , et à celui de M. Malus , est également fondé sur les propriétés de la réflexion de la lumière , et permet de prendre pour chaque angle un nombre quelconque de mesures indépendantes les unes des autres. Cet instrument ne laissait rien à désirer ; mais la recherche de l'achromatisme par la

comparaison d'un grand nombre de prismes , était longue et difficile. On peut même avancer que cette méthode d'obtenir l'achromatisme par des essais , doit bien rarement le donner de la manière la plus exacte ; car à moins de multiplier considérablement le nombre de prismes , ce qui exigerait un travail très-dispendieux , les diverses comparaisons que l'on peut faire offriront toujours des termes assez éloignés les uns des autres pour qu'il y ait un avantage réel et sensible à choisir parmi les nuances qui les séparent.

Blair , dans les recherches nombreuses qu'il a faites sur la dispersion de la lumière à travers des milieux différens , n'en a pas trouvé deux dont la dispersion fût la même lorsque leur réfraction était différente. Cette dissemblance a encore été établie d'une manière plus précise par les expériences que l'un de nous a faites avec M. Cauchoix , sur les forces dispersives des diverses substances observées au cercle répétiteur. Pour pouvoir choisir parmi toutes ces variétés , M. Cauchoix et un de vos Commissaires , crurent d'abord qu'il suffirait d'observer séparément la réfraction particulière de chaque rayon coloré dans les substances dont on fait usage. Afin de le faire commodément , ils scellèrent dans une muraille solide une plaque horizontale de fer dont une partie débordait au-dehors ; sur cette partie extérieure ils fixèrent une glace bien plane , et sur cette glace deux règles aussi de glace , inclinées sous un angle quelconque. Ces prismes taillés sous des angles connus , avec les substances que l'on voulait examiner , se plaçaient vertica-

lement entre ces repaires constamment immobiles ; et l'une des faces de ces prismes , celle qui touchait les règles de glace , ayant toujours la même direction dans l'espace , il en résultait que les rayons lumineux d'une lampe placée à une distance connue tombaient toujours sur la face antérieure des prismes avec une inclinaison pareillement déterminée et facile à calculer. La lumière qui servait de signal était une lampe à courant d'air , enveloppée d'un tuyau métallique , auquel on avait fait une ouverture circulaire d'environ cinq millim. de rayon. Un cercle répéteur était placé derrière le prisme , de manière qu'une des lunettes recevant la lumière directe , l'autre recevait la lumière réfractée. A l'aide de cet appareil , on pouvait observer séparément la réfraction de chaque rayon , et par une petite correction analogue à une réduction au centre , on ramenait les résultats à ce qu'ils auraient été , si la lumière eût été placée à une distance infinie. La déviation du rayon vert , par exemple , donnait le rapport moyen de réfraction , et celle des autres rayons se plaçant autour d'elles aux intervalles fixés par l'expérience , déterminait l'étendue et la loi , et la force dispersive. On a ainsi obtenu des résultats fort différens pour les diverses substances ; c'est ce qu'il était facile de prévoir d'après les expériences de Blair , et même d'après les idées que l'on peut se faire sur la nature des forces dispersives.

Quelques-unes de ces expériences se trouveront mentionnées à la suite de ce rapport , avec les formules qui ont servi à les calculer. Nous dirons seulement ici , que , de toutes les substances

stances soumises à nos expériences , celle qui disperse le plus la lumière , est le liquide formé par la combinaison du soufre et de l'hydrogène. La force dispersive de ce liquide surpasse celle du flint-glass , et est décuple de celle de l'eau ; en sorte que l'hydrogène , qui est , de toutes les substances connues , la plus réfringente , paraît être aussi une des plus dispersives.

Si la loi de la dispersion était la même pour toutes les substances , ces résultats suffiraient pour calculer exactement les angles sous lesquels elles peuvent se compenser , il suffirait même pour cela d'accorder deux quelconques des rayons ; et si le vert et le rouge , par exemple , sortaient parallèles après avoir traversé les deux prismes , tous les autres rayons sortiraient parallèles aussi , et leur réunion formant de nouveau la lumière blanche , on obtiendrait un achromatisme parfait. Mais les choses ne sont point ainsi dans la nature ; la loi de la dispersion n'est pas la même pour tous les rayons , de sorte que , quand deux d'entre eux sont déterminés par le calcul à sortir parallèles , les autres sortent divergens ou convergens , et l'image des objets vus de cette manière se trouve bordée de franges colorées.

On peut même ainsi prévoir , d'après les lois de la dispersion , l'étendue et la couleur de ces franges. Pour atténuer cet inconvénient inévitable , il semble d'abord que le moyen le plus simple serait d'accorder ensemble les rayons extrêmes. Il est sensible , en effet , qu'en opérant de cette manière , les rayons intermédiaires ne devront pas s'écarter beaucoup des extrêmes. Mais ici se présente une nouvelle dif-

ficulté ; les diverses couleurs dont se compose le spectre n'ont pas toutes une égale intensité ; la lumière violette, surtout, se dégrade insensiblement dans une étendue considérable. Dans le soufre hydrogéné, par exemple, elle s'étendait si loin, qu'elle dépassait à elle seule tout le champ de notre lunette, de sorte qu'on pouvait l'y amener isolément. Mais dans cette série indéfinie, à quel terme faut-il s'arrêter, pour fixer les nuances, qui, par leur intensité, peuvent produire un défaut d'achromatisme sensible ? et s'il faut établir la compensation entre les rayons extrêmes, à quelle limite fixera-t-on ces extrêmes pour les accorder ?

Ces réflexions prouvent que la détermination de l'achromatisme par l'observation isolée des divers rayons lumineux, n'est nullement susceptible d'une application exacte ; et par conséquent les formules données pour cet objet, par les géomètres, peuvent être utiles pour guider l'expérience, mais ne sauraient y suppléer. L'observation nous a même fait faire à ce sujet une remarque assez curieuse, c'est que l'achromatisme que le calcul indique comme le moins inexact, n'est presque jamais celui qui satisfait le mieux l'organe, parce que le calcul donne à chaque couleur une valeur égale, tandis que l'œil fait entre elles une très-grande différence. Ainsi la plus petite frange de rouge ou de jaune affecte l'œil d'une manière insupportable, tandis qu'il les tolère avec facilité, si elles sont mélangées, et comme salées par d'autres teintes, telles que l'indigo ou le bleu, ce qui les transforme en franges d'un vert sombre ou d'un violet foncé. C'est donc le sens

de la vue lui-même qu'il faut consulter pour connaître la compensation des couleurs qui lui semble préférable. A cet égard, on ne peut regarder les résultats du calcul que comme de premières approximations, qu'il faut rectifier par l'expérience.

Plusieurs physiciens ont proposé des procédés divers pour remplir ces conditions sans être forcé de recourir à la construction des lentilles, ce qui deviendrait aussi pénible que dispendieux. Ces procédés se réduisent tous, en dernière analyse, à faire varier les positions respectives des prismes que l'on veut compenser, de manière que, dans ces diverses positions, la lumière qui les traverse soit réfractée inégalement ; comme elle le serait, par exemple, si l'on faisait varier les angles réfringens des prismes. Parmi ces constructions, la plus ingénieuse est celle que M. Kochon a imaginée et employée sous le nom de *Diasporamètre*. Mais si les appareils de ce genre, et particulièrement celui que nous venons de citer, sont propres à indiquer les différences des forces dispersives, ils le sont beaucoup moins à donner leur rapport avec exactitude, ou du moins ces rapports ne pourraient pas s'obtenir de cette manière sans des calculs pénibles et sans des expériences toujours fort difficiles à faire pour avoir exactement les positions des prismes, les incidences et la marche du rayon lumineux à l'instant où la compensation paraît établie. La nécessité d'obtenir des résultats applicables a conduit l'un de vos Commissaires (1)

(1) M. Biot.

et M. Cauchoix à imaginer un appareil qui va directement au but.

A l'extrémité de la lunette d'un cercle répéteur, on ajuste deux règles de cuivre d'un décimètre de longueur; entre ces règles, et perpendiculairement à leur direction, on place deux châssis de cuivre mobiles autour d'un axe perpendiculaire à l'axe optique de la lunette. Ces châssis peuvent s'arrêter dans une position fixe au moyen d'une vis de pression. Quand on veut connaître les angles sous lesquels se compensent deux substances d'une nature donnée, dont on a préalablement mesuré la dispersion et la réfraction, comme nous l'avons dit plus haut, on en fait deux prismes dont les angles sont ceux que le calcul indique comme donnant la compensation la plus favorable: puis, le limbe du cercle étant placé verticalement, on attache ces prismes sur les deux châssis, de façon que leurs angles réfringens soient dans un même plan, ce qui se fait aisément au moyen d'un niveau. Ensuite on dirige la lunette de manière à voir à travers les deux prismes les images des objets éloignés; et en donnant à l'un des deux prismes une position fixe quelconque, on fait varier doucement la position de l'autre. Ces variations changeant l'incidence du rayon sur sa face antérieure, font passer successivement l'image par les degrés de coloration les plus opposés. Parmi ces états divers et successifs il en est un qui plaît à l'œil plus que tous les autres; on le saisit pour ainsi dire au passage, et cela est d'autant plus facile que l'on s'en approche peu à peu, et qu'on le dépasse ensuite, ce qui peut se faire à plusieurs reprises, de

manière à ne laisser aucun doute sur le résultat. Quand on s'est décidé pour une certaine position, on y fixe les prismes, on détermine l'inclinaison de leurs surfaces par des procédés très-simples au moyen du niveau à bulle d'air; on observe aussi les incidences du rayon lumineux sur la face antérieure des prismes, et d'après ces données on calcule les rapports de compensation qui y correspondent. Ces rapports ainsi déterminés sont d'une exactitude réellement surprenante. Par exemple, en essayant ainsi deux prismes de crown-glass et de flint-glass; qui ont servi ensuite à construire de grands objectifs, une première expérience donna le rapport de compensation égale à 158,41, et une seconde expérience faite sur les mêmes prismes donna 158,17. Cependant ces expériences étaient faites dans des positions bien différentes des deux prismes; car, dans la première, l'inclinaison de leurs faces intérieures était de $34^{\circ} 35' 40''$, tandis que dans l'autre elle n'était que de $40^{\circ} 0' 40''$. Deux expériences faites de cette manière, pour compenser le crown-glass et l'huile de thérébentine, ont donné, pour le rapport de compensation, l'une 119,34, l'autre 119,32; les angles des faces intérieures étaient $32^{\circ} 13' 28''$ dans la première, et $12^{\circ} 58' 17''$ dans la deuxième. La possibilité de multiplier ainsi les expériences est un des principaux avantages de l'instrument dont il s'agit. Il doit sa grande exactitude à ce que la réfraction exercée par les prismes n'éprouvant de changemens que ceux qui résultent des changemens de l'incidence, varie par une dégradation très-lente. L'opération est pour ainsi dire la même que si l'on interposait,

entre les prismes que l'on compare, un prisme d'air qui achevât de les compenser; et comme la force réfringente de l'air est très-peu considérable par rapport à celle du verre, on voit que les changements d'inclinaison de ce prisme aérien répondent à des variations très-petites dans les angles réfringens des prismes solides auxquels on le compare.

Les compensations par les prismes étant bien connues, il faut en déduire les rayons des lentilles qui doivent former l'objectif achromatique. Pour cela, M. Cauchois assujettit les bords de ses lentilles à ce même rapport. Ces bords se trouvent ainsi achromatisés de la manière la plus favorable; le centre l'est aussi naturellement, puisque les surfaces y sont parallèles; la petite erreur qui peut se trouver entre ces deux limites est insensible, même dans les plus grands objectifs. C'est ce dont nous nous sommes assurés en couvrant leur surface par des anneaux opaques de différens diamètres. Les images ainsi transmises par une zone de l'objectif, même à la distance intermédiaire entre les bords et le centre, n'offrait pas de défaut d'achromatisme appréciable. Comme la condition de l'achromatisme ne suffit pas pour déterminer complètement la courbure des verres, M. Cauchois achève de les calculer comme à l'ordinaire d'après la théorie, de manière à affaiblir l'excès sphérique autant qu'il est possible; résultat dont on approche, surtout en diminuant les incidences et les émergences des rayons sur les surfaces qu'ils doivent traverser (1).

(1) Dans les notes qui doivent faire suite à ce Rapport, on montrera par le calcul pourquoi cette manière d'affaiblir

Toutes ces précautions, qui paraîtront peut-être minutieuses, sont cependant indispensables pour faire de bons objectifs achromatiques avec la plus grande chance possible de succès, c'est-à-dire de manière à n'avoir plus à redouter que les imperfections inévitables des matières dont on fait usage, sans être jamais arrêté, ou même retardé par le défaut de l'achromatisme. De tous les objectifs que M. Cauchois a construits de cette manière avec des substances solides ou liquides, il n'y en a pas eu un seul qui ait été en défaut sous ce rapport. Jamais on n'a été obligé de changer leur courbure pour perfectionner l'achromatisme, et, il en est, dans le nombre que nous avons essayé, avec un grossissement de cent cinquante fois sur le ciel, et de trois cents fois sur les objets terrestres, sans y apercevoir de couleurs sensibles.

Ces efforts, secondés par ceux que M. d'Arctiques n'a pas cessé de faire, ont enfin mis M. Cauchois en état de présenter au Bureau des Longitudes cent trente-cinq objectifs achromatiques terrestres, parmi lesquels il s'en trouvait cinq de 75 millim. (33 lign.) de diamètre, et de 1^m,137 (42 pouc.) de foyer; quatorze de 61 millim. (27 lign.) de diamètre, et de 0^m,812 (30 pouc.) de foyer; quatre de 56 millim. (25 lign.) de diamètre, et de 0^m,731 (27 pouc.) de foyer; quatre de 497 millim. (22 lign.) de diamètre, et de 0^m,45 (18 pouc.) de foyer; vingt-cinq de 45 millim. (20 lign.) de diamèt.

séparément l'excès sphérique pour chaque lentille en diminuant les émergences et les incidences des rayons, est préférable, dans la pratique, à toutes les autres.

et de $0^m,487$ (18 pouc.) de foyer ; enfin, soixante-treize de mesures diverses et très-variées. Outre ces objectifs, il y en avait quatre autres de 102 millim. (45 lign.) de diamètre, dont deux de $1^m,137$ (42 pouc.) de foyer, et deux de 2 mètres (6 pieds 2 pouc.) de foyer. Ces derniers avaient été construits depuis que M. d'Arignies nous avait présenté son Mémoire, et leur nombre suppose des efforts suivis avec autant de bonheur que de constance ; car Dollond n'a construit qu'un très-petit nombre d'objectifs de cette dimension pendant toute sa vie. MM. Bouvard et Arrago, chargés par le Bureau des Longitudes d'examiner ces produits, commencèrent par les lunettes terrestres, et les comparèrent avec de bonnes lunettes de Dollond, de mêmes dimensions. Dans le rapport qu'ils en ont fait au Bureau des Longitudes, ils s'expriment ainsi : « Il nous a semblé, en » général, que les lunettes de M. Cauchoix » sont supérieures à celles de Dollond, tant » pour la netteté que pour la clarté. Nous en » avons trouvé très-peu qui leur fussent inférieures ; quelques-unes produisaient à-peu » près le même effet ». Le moyen dont on se servait pour les comparer était une affiche imprimée placée à une grande distance, comme nous l'avons dit plus haut.

Les mêmes Commissaires ont ensuite examiné deux grandes lunettes astronomiques de $0^m,102$ (45 lign.) d'ouverture, et $1^m,137$ (42 p.) de foyer, ce qui est le plus petit rapport de longueur qu'on ait encore obtenu avec les flint-glass les plus denses. Ces deux lunettes ont été comparées à une lunette de Dollond, que pos-

sède l'Observatoire, et qui, avec une ouverture égale, a une grande longueur de foyer. La conclusion des Commissaires est que *les deux lunettes de M. Cauchoix leur semblent décidément supérieures à celle de Dollond.*

Quant aux lunettes de deux mètres, comme il ne s'en trouvait point à l'Observatoire qui leur fussent égales, les Commissaires les ont comparées avec deux excellentes lunettes de même ouverture et d'une dimension plus courte de $0^m,325$ et de $0^m,433$, qui ont été construites par notre excellent artiste, M. Lerebours, avec du flint-glass anglais. La conclusion des Commissaires a été que les lunettes de M. Cauchoix, quoique très-bonnes, leur ont paru inférieures à ces deux lunettes de M. Lerebours ; ce qui prouve que si la construction des instrumens d'optique de grandes dimensions a paru jusqu'ici moins parfaite en France que dans l'étranger, cela ne vient pas du défaut d'habileté de nos artistes, mais de la difficulté qu'ils avaient à se procurer du flint-glass, difficulté qui n'existe plus aujourd'hui, après les résultats dont nous venons de vous entretenir. Les Commissaires du Bureau des Longitudes, en reconnaissant la supériorité des deux lunettes de M. Lerebours, déclarent néanmoins *que le travail de M. Cauchoix leur a paru très-parfait. Le double anneau de Saturne, qu'on aperçoit si difficilement, se voyait assez distinctement avec ces grandes lunettes, malgré le peu de hauteur de cet astre sur l'horizon.* Cette dernière observation met les instrumens de M. Cauchoix bien au-dessus de tous ceux que l'on a jusqu'ici tenté de faire avec des ma-

tières françaises, et même au-dessus de tous les instrumens anglais qui existent en France. Ce succès doit l'encourager à redoubler d'efforts pour atteindre et surpasser, s'il est possible, tout ce que l'on a fait de mieux en ce genre avec des matières étrangères. Nous savons déjà qu'il a construit trois nouveaux objectifs de 108 millimètres (4 pouc.) de diamètre, et de 1^m,624 (5 pieds) de foyer, qui paraissent excellens sur les objets terrestres, mais que le tems n'a pas encore permis d'essayer sur le ciel (1). M. Lerebours nous a aussi annoncé qu'il a essayé de construire pareillement de grands objectifs avec le flint-glass de M. d'Artigues. On doit beaucoup attendre de ce célèbre artiste; mais il est juste aussi de remarquer que M. Cauchoix a été le premier qui, par d'heureux efforts, est parvenu à reconnaître la possibilité d'employer cette matière, et qu'il est jusqu'à présent le seul qui en ait construit de grands objectifs éprouvés sur le ciel.

Quant à la qualité même de la matière dont ces objectifs sont construits, les Commissaires du Bureau des Longitudes ajoutent: « Nous croyons pouvoir affirmer que le flint-glass de M. d'Artigues, dont s'est servi M. Cauchoix, est très-propre à faire des lunettes achromatiques, puisque toutes celles que nous avons examinées ne laissent rien à désirer à cet égard ». Ils ont toutefois remarqué qu'il

(1) Depuis la lecture de ce Rapport, j'ai essayé ces trois objectifs sur Jupiter, et je peux assurer qu'ils produiront un excellent effet. Ce qui porte à huit le nombre des grands objectifs faits par M. Cauchoix, avec le flint-glass de M. d'Artigues dans le cours de cette année. (Biot.)

existe encore, dans la plupart de ces objectifs, des fils ou stries extrêmement fins, qui ne paroissent nullement nuire à la vision, mais qu'il faut cependant engager M. d'Artigues à faire disparaître, pour donner à ses résultats toute la perfection dont ils paraissent susceptibles. Peut-être des fontes de verre encore plus considérables, dans des creusets d'un plus grand calibre, donneront-elles les moyens de faire complètement disparaître ces légers défauts qui, ainsi que nous pouvons l'affirmer, n'empêchent pas que le nouveau flint-glass, dans son état actuel, ne soit déjà éminemment propre aux usages les plus délicats de l'optique, et ne suffise, dès-à-présent, pour tous les besoins de cet art en France et sur le continent. Déjà la fabrication de M. Cauchoix prend un accroissement très-rapide, et l'engagement qu'il a pris avec lui-même, de ne jamais donner d'objectifs inférieurs à ceux qui sont sortis des ateliers de Dollond, donne lieu de penser qu'il est digne de la faveur que le public lui accorde (1).

En résumant ici les faits dont nous vous avons entretenus dans ce rapport, nous pensons que l'Institut doit constater par le témoignage le plus honorable, *les résultats que M. d'Artigues a obtenus le premier dans la fabrication en grand d'un flint-glass reconnu éminemment propre aux usages de l'optique*. Ces résultats devront tenir une place remarquable dans l'histoire de la verrerie, dont la Classe a confié la

(1) M. Cauchoix demeure rue des Amandiers, à l'ancien Collège des Grassins.

rédação à M. d'Artigues lui-même ; et nous nous plaisons à remarquer qu'ils ne sont pas dus à son talent, comme chimiste, mais aussi à la persévérance et à la générosité de ses vues. Ce n'est point un motif d'intérêt particulier qui l'a porté à ces recherches difficiles et dispendieuses ; c'est le vif désir, c'est la ferme volonté d'élever son art, en France, au degré de perfection où il est chez l'étranger. Il est également juste de reconnaître, comme le fait M. d'Artigues, la part que M. Cauchoix a eue dans cette honorable entreprise, en montrant le premier la possibilité d'employer le nouveau flint-glass, et en prouvant sa bonté par la construction d'excellentes lunettes astronomiques. Ces lunettes sont les premières qui aient été construites dans de grandes dimensions avec des matières françaises ; et par leur perfection autant que par leur nombre, elles prouvent d'une manière incontestable, que l'art de l'optique, en France, est désormais indépendant de toute industrie étrangère.

A l'Institut, le 21 janvier 1811.

Signé LAPLACE, CHARLES, VAUQUELIN,
et BIOT, rapporteur.

La Classe des Sciences physiques et mathématiques, après avoir entendu la lecture de ce Rapport, l'a sanctionné par son approbation. Elle en a ordonné l'impression dans ses Mémoires, et a décidé que le Mémoire de M. d'Artigues, sur la fabrication du flint-glass, serait imprimé dans le *Recueil des Savans Etrangers*.

SUR LA RÉSISTANCE
QUE LE MOUVEMENT DE L'AIR ÉPROUVE
DANS LES TUYAUX D'UNE GRANDE LONGUEUR.

M. Baader, dans la préface de son *Traité sur les Machines soufflantes*, expose un résultat remarquable auquel M. Wilkinson a été conduit en voulant fournir le vent à un haut fourneau, au moyen de l'eau d'un ruisseau qui en était très-éloigné. Nous avons déjà fixé l'attention de nos lecteurs sur ce résultat (1), dans le dessein de provoquer de nouvelles recherches et de nouvelles observations. Pour remplir le but que nous nous sommes proposé, en donnant de la publicité à l'expérience de M. Wilkinson, nous ne devons pas omettre de faire connaître ici d'autres expériences, qui ont aussi pour objet le mouvement de l'air dans de longs tuyaux. Dans l'article suivant, que nous avons extrait du *Bulletin des Sciences*, on trouvera tous les détails nécessaires pour se former une juste idée des expériences dont il s'agit maintenant.

Expériences sur la Résistance que le mouvement de l'air éprouve dans les tuyaux d'une grande longueur ; par MM. LEHOT, DÉSORMES et CLÉMENT.

ON a inséré dans le *Journal des Mines* (n^o. 152), la traduction d'un passage du *Traité* de M. Baader sur les machines soufflantes, dans lequel il rapporte une expérience bien singulière attribuée à M. Wilkinson. On dit que ce

(1) Voyez le *Journal des Mines*, t. 26, p. 112.