

# ANNALES

DE

# CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

PAR

MM. ARAGO, CHEVREUL, DUMÁS, PELOUZE,  
BOUSSINGAULT, REGNAULT.

AVEC

UNE REVUE DES TRAVAUX DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

Publiés à l'étranger;

PAR MM. WURTZ ET VERDET.

---

TROISIÈME SÉRIE. — TOME XXXVII.

---

PARIS,

VICTOR MASSON, LIBRAIRE,

PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, N° 17.

—  
IMPRIMERIE DE BACHELIER,

RUE DU JARDINET, N° 12.

—  
1853.

le sature de vapeur d'eau ou qu'on l'en prive absolument, en le faisant passer dans des tubes humides ou remplis de corps dessiccatis, cela tient au frottement qu'il éprouve contre les surfaces au contact desquelles il est exposé.

Il a conclu de ses expériences que ce n'est point en concentrant par évaporation les solutions salines sursaturées, que l'air en détermine la cristallisation, ainsi que l'ont prétendu M. Goskinski et M. Selmi.

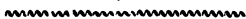
M. H. Lœwel ajoute de nouveaux faits à l'appui de cette conclusion.

1°. Si, dans un premier tube, on sature l'air de vapeur d'eau, et que dans un second tube, on l'en dépouille absolument, l'air est devenu adynamique;

2°. Il n'est point devenu adynamique en s'échauffant par la chaleur développée dans sa dessiccation par la potasse caustique;

3°. L'air devient adynamique en passant dans un tube de 0<sup>m</sup>,4 à 0<sup>m</sup>,5 de longueur sur 0<sup>m</sup>,015 à 0<sup>m</sup>,018 de diamètre, rempli de coton : expérience bien propre à démontrer que c'est par le frottement que l'air perd sa propriété dynamique;

4°. Que cet air arrive dans la solution, raréfié ou plus condensé qu'il ne l'est dans l'atmosphère, ou enfin également condensé; la cristallisation ne s'opérera pas dans ces trois cas.



## MÉMOIRE SUR LA VITESSE DE LA LUMIÈRE;

PAR M. ARAGO (1).

La détermination de la vitesse prodigieuse avec laquelle se meut la lumière dans l'espace est, sans contredit, un des plus beaux résultats de l'astronomie moderne. Les anciens

---

(1) A peine revenu d'Afrique, en 1809, je me livrai fort jeune encore, j'avais vingt-trois ans, à diverses expériences relatives à l'influence de la vitesse de la lumière sur la réfraction. Le résultat de mon travail fut communiqué à la première Classe de l'Institut, le 10 décembre 1810. Ce résultat, quoique très-différent de celui auquel je m'étais attendu, excita quelque intérêt. M. Laplace me fit l'honneur de le mentionner dans une des éditions de l'*Exposition du Système du monde*. Notre illustre doyen, M. Biot, voulut bien aussi le citer dans la seconde édition de son *Traité élémentaire d'Astronomie physique*. Je crus dès lors que je pouvais me dispenser de publier mon Mémoire.

Depuis cette époque, ce travail étant devenu le point de départ des recherches expérimentales et théoriques qui ont été faites ou projetées dans divers pays, sur l'état dans lequel se trouve l'éther dans les corps solides, j'ai

croyaient cette vitesse infinie; et leur manière de voir n'était pas, à cet égard, comme sur tant d'autres questions de physique, une simple opinion dénuée de preuves; car Aristote, en la rapportant, cite à son appui la transmission instantanée de la lumière du jour. Cette opinion fut ensuite combattue par Alhazen, dans son *Traité d'optique*, mais seulement par des raisonnements métaphysiques auxquels Porta, son commentateur, qui admettait ce qu'il appelle l'immatérialité de la lumière, opposa aussi de très-mauvais arguments. Galilée paraît être le premier, parmi les modernes, qui ait cherché à déterminer cette vitesse par expérience. Dans le premier des dialogues *delle Scienze Nuove*, il fait énoncer par *Salviati*, un des trois interlocuteurs, les épreuves très-ingénieuses qu'il avait employées, et qu'il croyait propres à résoudre la question. Deux observateurs, avec deux lumières, avaient été placés à près d'un mille de distance: l'un d'eux, à un instant quelconque, éteignait sa lumière; le second couvrait la sienne aussitôt qu'il ne voyait plus l'autre; mais, comme le premier observateur voyait disparaître la seconde lumière au même moment où il cachait la sienne, Galilée en conclut que la lumière se transmet dans un instant indivisible à une distance double de celle qui séparait les deux observateurs. Des expériences analogues que firent les Membres de l'Académie *del Cimento*, mais pour des distances trois fois plus considérables, conduisirent à un résultat identique.

Ces épreuves semblent, au premier aspect, bien mesquines, lorsqu'on songe à la grandeur de leur objet; mais on les juge avec moins de sévérité, quand on se rappelle

---

été invité, à diverses reprises, à le publier; mais le Mémoire s'étant égaré, je ne pouvais pas désérer à ce vœu. Il y a peu de jours qu'en rangeant mes papiers par ordre de matière, on y a retrouvé le Mémoire original de 1810. Je me suis rappelé alors le désir exprimé par les physiciens, et j'ai demandé à l'Académie la permission de faire paraître mon Mémoire dans le *Compte rendu*, quoiqu'il date de quarante-deux ans. Je le reproduis ici, malgré toutes ses imperfections, sans y changer un seul mot.

qu'à peu près à la même époque, des hommes, tels que lord Bacon, dont le mérite est si généralement apprécié, croyaient que la vitesse de la lumière pouvait, comme celle du son, être sensiblement altérée par la force et la direction du vent.

Descartes, dont le système sur la lumière a tant d'analogie avec celui qu'on désigne par le nom de *système des ondulations*, croyait que la lumière se transmet instantanément à toute distance; il appuie d'ailleurs cette opinion d'une preuve tirée de l'observation des éclipses de Lune. Il faut convenir que son raisonnement, très-ingénieux, prouve, sinon que la vitesse de la lumière est infinie, du moins qu'elle est plus considérable que toutes celles qu'on pouvait se flatter de déterminer par des expériences directes faites sur la Terre à la manière de Galilée.

Les fréquentes éclipses du premier satellite de Jupiter, dont la découverte suivit de près celle des lunettes, fournirent à Roëmer la première démonstration qu'on ait eue du mouvement successif de la lumière. La connaissance encore très-imparfaite des mouvements des autres satellites, la difficulté d'observer exactement leurs éclipses, et quelques inégalités inconnues qui, en se combinant avec celle qui dépendait du mouvement de la lumière, en masquaient les effets, les rendaient moins saillants, et empêchaient, par conséquent, de la reconnaître, firent quelque temps rejeter la découverte de Roëmer; elle ne fut même généralement admise que lorsque Bradley eut montré que ce mouvement annuel, auquel toutes les étoiles sont assujetties, et qu'on nomme l'*aberration*, dépend de l'effet combiné du mouvement de la lumière avec celui de l'observateur. La vitesse qu'on avait déduite de ce dernier phénomène différait un peu de celle qu'on obtenait par les éclipses du premier satellite; mais la perfection à laquelle on a porté les Tables, par les travaux de M. Laplace, a permis de revenir sur ces premiers calculs; la constante de l'aberration que M. De-

lambre a trouvée par la discussion d'un très-grand nombre d'éclipses de satellites, est absolument la même que celle que Bradley avait déduite de ses observations.

La première conséquence qu'on puisse tirer de cet accord remarquable, est que la lumière se meut uniformément, ou du moins sans aucune variation *sensible*, dans tout l'espace compris par l'orbe de la Terre; l'excentricité de l'orbe de Jupiter permet d'étendre ce résultat à l'immense intervalle qu'il embrasse. Il est d'ailleurs assez naturel de supposer que les étoiles de diverses grandeurs sont inégalement éloignées; et, comme leurs aberrations absolues, déduites des observations directes, sont sensiblement les mêmes, Bradley en avait conclu que le mouvement de la lumière est uniforme à toutes les distances, et que l'aberration de tous les corps célestes peut se calculer avec la même constante. Quelques astronomes n'avaient cependant pas adopté ce résultat; ils soupçonnaient que les étoiles de diverses grandeurs peuvent émettre les rayons avec différentes vitesses, et il faut convenir que cette idée, surtout dans le système de l'émission, était à la fois naturelle et probable. L'observation directe de l'aberration était peu propre à résoudre cette question d'une manière décisive, puisqu'une différence dans la vitesse de la lumière, égale à  $\frac{1}{20}$  de la vitesse totale, ne doit produire dans l'aberration qu'une différence de 1", précision qu'on ne peut se flatter de surpasser, même à l'aide des meilleurs instruments; mais, si l'on se rappelle que la déviation qu'éprouvent les rayons lumineux, en pénétrant obliquement dans les corps diaphanes, est une fonction déterminée de leur vitesse primitive, on verra que l'observation de la déviation totale, à laquelle ils sont assujettis en traversant un prisme, fournit une mesure naturelle de leurs vitesses. Cette méthode est d'ailleurs très-propre à rendre sensibles de légères inégalités; car, comme il est facile de le démontrer, une différence de vitesses égale à  $\frac{1}{20}$  produit dans les déviations une différence de 2', en supposant même qu'on n'emploie qu'un prisme dont l'angle

ne surpasse pas 45'. Telle est aussi la marche que j'avais suivie dans les expériences dont j'eus l'honneur de communiquer les résultats à la Classe, il y a maintenant plus de quatre ans; les rayons lumineux provenant de diverses étoiles, du Soleil, de la Lune, des planètes et des lumières terrestres, avaient subi la même déviation; les plus grandes discordances s'étaient élevées à 5'', et ce nombre, qui est la somme des erreurs d'observation et de déclinaison, ne correspond d'ailleurs qu'à  $\frac{1}{480}$  de changement dans la vitesse et à  $\frac{1}{24}$  de seconde sur l'aberration; j'avais conclu de ces résultats que la lumière se meut avec la même vitesse, quels que soient les corps dont elle émane, ou que du moins, s'il existe quelques différences, elles ne peuvent, en aucune manière, altérer l'exactitude des observations astronomiques.

Depuis la lecture de mon Mémoire, M. Calendrelli a publié, dans ses Opuscles astronomiques, imprimés à Rome, quelques expériences faites par cette méthode, et qui l'ont conduit aux mêmes conclusions, excepté dans ce qui a rapport à la lumière solaire, à laquelle il assigne une réfraction particulière; mais je me suis assuré que ce dernier résultat, dont on ne saurait admettre l'exactitude, tient à ce que, dans l'observation des étoiles, l'astronome romain visait au centre de la lumière jaune, tandis que pour le Soleil, dont il était forcé d'observer le bord, il pointait, au contraire, à une des couleurs extrêmes du spectre: il me suffirait d'ailleurs, pour justifier, indépendamment de ces considérations, le résultat auquel j'étais parvenu, de remarquer que M. Calendrelli trouve, ainsi que moi, que les taches de la Lune, que nous n'apercevons que par la lumière du Soleil réfléchi, sont précisément déviées de la même quantité que les étoiles.

On voit, au reste, que la certitude des conclusions qu'on tire à l'égard de la vitesse de la lumière, des observations faites à l'aide des prismes, repose sur celle de la supposition qu'une inégalité de vitesse produit une inégalité de dévia-

tion, ce qui résulte immédiatement de l'explication que Newton donne de la réfraction; les expériences que j'ai citées, m'avaient fait entrevoir la possibilité de démontrer ce principe, mais les travaux relatifs à la méridienne me firent abandonner cette recherche, que j'ai reprise depuis mon retour, et dont je vais aujourd'hui communiquer les résultats à la Classe.

Mes expériences étaient à peu près achevées, lorsque la lecture d'un des beaux Mémoires que le D<sup>r</sup> Young a inséré dans les *Transactions philosophiques*, m'apprit que M. Robisson, professeur de physique à Édimburgh, avait considéré théoriquement cette question de la vitesse de la lumière; j'ai, depuis, trouvé, dans divers ouvrages, qu'elle avait été examinée sous différents points de vue par Boscowich, Michell, Wilson et Blair.

Avant de parler de mes observations, je crois devoir indiquer les projets qu'avaient publiés à cet égard les physiciens que je viens de citer.

L'idée de chercher à s'assurer, par des expériences directes, de l'accroissement de vitesse qu'acquièrent les rayons lumineux en passant d'un milieu rare dans un milieu dense, a dû naturellement se présenter à un très-grand nombre de personnes; mais Boscowich est, à ma connaissance, le premier qui ait publié à cet égard un projet d'expériences raisonné. Ce physicien avait cru qu'en observant les étoiles à travers une lunette remplie d'eau, on devait trouver, à cause de l'augmentation de vitesse qu'acquièrent les rayons en pénétrant dans ce liquide, une aberration différente de celle qu'on observe lorsque l'espace qui sépare l'objectif de l'oculaire est rempli d'air. Cette même circonstance devait apporter des changements très-sensibles dans la position des objets terrestres, qui auraient été ainsi assujettis à une aberration diurne. Il trouvait, par exemple, qu'une mire située au sud, au solstice d'hiver, aurait décrit, en vingt-quatre heures, un cercle d'un rayon = 5", et dont le centre correspondrait à la position moyenne de l'objet;

mais le raisonnement de Boscovich est défectueux, en ce qu'il a oublié de tenir compte de la réfraction, et, par conséquent, du changement de direction que doivent éprouver les rayons en pénétrant obliquement du verre dans le liquide. Aussi M. Wilson, professeur d'astronomie à Glasgow, qui a publié, dans les *Transactions philosophiques* pour l'année 1782, un Mémoire où il propose également la lunette remplie d'eau, comme un moyen de s'assurer de la théorie newtonienne, arrive-t-il à des conclusions totalement opposées à celles de Boscovich; car il a prouvé que l'aberration dans une semblable lunette ne sera égale à celle qu'on trouve avec un instrument ordinaire, que dans le cas où les vitesses des rayons dans les milieux rares et diaphanes sont entre elles dans le rapport assigné par Newton. On peut d'ailleurs remarquer que la nécessité d'appliquer de forts grossissements aux instruments qui sont destinés à découvrir de petites quantités, rendait la lunette de Boscovich inutile, puisque la lumière d'une étoile serait, sinon totalement éteinte, du moins considérablement affaiblie, lorsqu'elle aurait traversé une épaisseur de liquide de 3 ou 4 pieds.

La difficulté que présente, sous le rapport qui nous occupe, la vérification de la théorie newtonienne, résulte de ce principe qui en est une conséquence, savoir : que la vitesse de la lumière, dans un milieu diaphane quelconque, doit être la même, quels que soient la nature et le nombre de milieux qu'elle a précédemment traversés. On peut cependant remarquer que, lorsque les corps réfringents sont en mouvement, la réfraction qu'éprouve un rayon ne doit plus se calculer avec sa vitesse absolue, mais bien avec cette même vitesse, augmentée ou diminuée de celle du corps, c'est-à-dire avec la vitesse relative du rayon; les mouvements que nous pouvons imprimer aux corps sur la Terre, étant beaucoup trop petits pour influencer sensiblement sur la réfraction de la lumière, il faut chercher dans les mouvements beaucoup plus rapides des planètes, des circonstances



plus propres à rendre sensibles ces inégalités de réfraction. Wilson, que nous avons déjà cité, avait proposé d'employer ce mode d'expériences à la recherche du mouvement de translation du système solaire. Le Dr Blair, à qui l'on doit un travail très-intéressant sur la force dispersive des liquides, croyait que l'observation devait rendre sensible l'inégalité de vitesse avec laquelle sont réfléchis les rayons lumineux qui arrivent à nous des deux bords de Jupiter, à cause du mouvement de rotation de la planète sur elle-même; et M. Robisson, dans un Mémoire particulier, où il examine en détail cette question de la vitesse de la lumière, indique également les observations des deux bords de l'anneau de Saturne.

Tels étaient les moyens que ces savants distingués avaient proposés pour résoudre un problème qui intéresse à la fois les progrès de la physique et de l'astronomie; il résulte en outre du précis historique que nous venons de donner, qu'ils s'étaient plutôt attachés à tracer la route qu'il fallait suivre pour arriver à un résultat décisif, qu'à entreprendre des observations dont ils prévoyaient sans doute la grande difficulté. J'ai cru qu'il serait important d'employer les moyens qu'offre l'état actuel de nos connaissances et la grande précision de nos instruments, à l'examen d'une question dont le résultat semblait devoir offrir quelques données sur la véritable nature de la lumière.

Je me suis attaché, dans mes expériences, à rendre sensibles les différences qui doivent résulter du mouvement de translation de la Terre, parce que celui de notre système pouvait, en se combinant avec ce premier, donner naissance à d'assez grandes inégalités. Il est d'ailleurs naturel de supposer que, de même qu'il y a dans le ciel des étoiles de divers éclats, il y en a aussi de diverses grandeurs, et cette circonstance, comme l'a, je crois, montré le premier M. Michell, doit occasionner des différences de vitesse très-sensibles dans les rayons qui émanent de ces divers corps;

ce genre d'expériences me permettait, en outre, d'observer avec une lunette à court foyer, tandis qu'il serait indispensable d'employer un fort grossissement pour reconnaître les inégalités des diamètres planétaires. Cette méthode exigerait de plus que les prismes fussent très-parfaits, puisque les défauts d'achromatisme sont en raison directe du grossissement. Quelques essais que j'en ai déjà faits, à l'aide de l'excellent micromètre prismatique de M. Rochon, m'ont donné cependant l'espérance de réussir; je vais, en attendant, communiquer à la Classe les résultats de la première méthode, qui, d'ailleurs, sous tous les rapports, me paraît préférable.

Lorsqu'on regarde un objet à travers un prisme, les inégalités de déviation auxquelles peuvent donner naissance des changements dans la vitesse des rayons lumineux, doivent être d'autant plus considérables que l'angle du prisme sera lui-même plus grand; mais, lorsqu'on se sert de prismes simples ou formés d'une seule substance, il est à cet égard une limite qu'on ne peut dépasser, car, pour peu que l'angle du prisme surpasse 4 ou 5 degrés, les bords du spectre sont diffus; et comme le passage d'une couleur prismatique à la voisine se fait par une dégradation insensible, on ne peut avoir la certitude de pointer, à chaque observation, à des parties des spectres correspondantes; les prismes achromatiques dont on peut augmenter l'angle à volonté, remplissaient beaucoup mieux l'objet que j'avais en vue.

Celui qui a servi à mes premières expériences était formé d'un prisme de crown-glass et d'un prisme de flint adossés; la différence de leurs angles, ou l'angle du prisme total, était à peu près égale à 24 degrés.

Afin de diminuer, autant que possible, les réflexions partielles qu'éprouve toujours la lumière à la surface de séparation des milieux dont les densités sont très-différentes, j'avais fait coller mes deux prismes avec le mastic dont les

opticiens font usage pour atténuer les défauts de poli des surfaces intérieures des objectifs. Le prisme total était arrêté, d'une manière inébranlable, dans une boîte dont les tourillons latéraux pouvaient tourner dans des collets, ce qui permettait de donner à la face extérieure l'inclinaison qui rendait l'image la plus nette. Afin d'être sûr d'observer dans le plan de l'angle réfringent, on s'était également ménagé un mouvement latéral, par un mécanisme qui serait trop long à décrire; il me suffira de dire que l'appareil total pouvait se fixer, à l'aide de fortes vis, au couvercle extérieur de la lunette du mural.

Les choses étant ainsi disposées, j'ai mesuré dans la même nuit, et à différentes époques, les distances au zénith d'un grand nombre d'étoiles; ces distances, comparées à celles qu'on aurait observées à travers l'air, donnent la quantité de la déviation que le prisme fait éprouver aux rayons lumineux; c'est ainsi qu'ont été formés les tableaux suivants :

Le 19 mars 1810 (mural).		Le 27 mars 1810 (mural).	
NOMS DES ÉTOILES.	DÉVIATIONS.	NOMS DES ÉTOILES.	DÉVIATIONS.
Rigel.....	10.4'.24",16	$\alpha$ Orion.....	10.4'.33",28
$\alpha$ d'Orion.....	25,5	Castor.....	27,93
Castor.....	24,6	Procyon.....	32,31
Procyon.....	24,9	Pollux.....	32,78
Pollux.....	29,3	$\alpha$ Hyde.....	28,32
$\alpha$ Hyde.....	22,6	$\beta$ Lion.....	30,21
Régulus.....	25,2	Épi vierge.....	26,29
Épi vierge.....	21,4	Arcturus.....	28,05
$\alpha$ Couronne.....	22,8	$\alpha$ Couronne.....	31,39
$\alpha$ Serpent.....	22,3	Antarès.....	28,19
Antarès.....	22,5	$\xi$ Ophiuchus.....	29,64
$\zeta$ Ophiuchus.....	24,0	$\gamma$ Vierge.....	27,80
		$\delta$ Vierge.....	27,34
		$\varepsilon$ Vierge.....	31,42
		$\delta$ Lion.....	34,02

J'ai ensuite collé ensemble deux prismes achromatiques, semblables à celui qui avait servi à mes premières expériences; mais, afin de me rendre indépendant, dans ces nouveaux essais, de la connaissance de la déclinaison des étoiles, de celle de l'erreur de collimation qui peut varier dans nos instruments, avec la hauteur de la lunette et de la réfraction, j'ai suivi dans l'observation une méthode différente de la première.

Le nouveau prisme dont je viens de parler était fixé à la lunette d'un cercle répétiteur, de manière cependant que la moitié de l'objectif fût découverte; je pouvais, par cette disposition, observer tantôt à travers l'air, et tantôt à travers le prisme : la différence des deux hauteurs corrigée du mouvement de l'étoile dans l'intervalle des deux observations, me donnait ainsi la déviation sans qu'il fût nécessaire de connaître exactement la position absolue de l'astre observé. Je pouvais d'ailleurs, en commençant ces observations, quelques minutes avant le passage des astres au méridien, les répéter un assez grand nombre de fois pour atténuer en même temps et les erreurs de pointé et celles de division; telle est la méthode qui a servi à former le dernier tableau :

*Au cercle répétiteur, 8 octobre 1810.*

$\alpha$ de l'Aigle, déviation.....	= 22.25'.9"
Tache de la Lune.....	= 22.25.9
$\alpha$ du Verseau.....	= 22.25.2
$\alpha$ Baleine.....	= 22.25.3
Aldébaran.....	= 22.25.0
Rigel.....	= 22.24.59
$\alpha$ d'Orion.....	= 22.25.2
Sirius.....	= 22.25.8

Je vais maintenant passer aux conséquences qui découlent de tous ces nombres.

On voit d'abord que les inégalités de déviations sont en

général fort petites et du même ordre que celles que présentent les observations faites sans prisme : on peut, par cette raison, les attribuer aux erreurs d'observations ; mais supposons-les réelles, pour un instant, et cherchons à quelles inégalités de vitesses elles correspondent.

Je prends pour cela la formule analytique qui exprime la déviation des rayons lumineux, en fonction des angles des prismes et de leurs forces réfringentes ; je la différentie par rapport à la vitesse de la lumière qui entre dans l'expression du rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction, et j'obtiens ainsi la variation de la déviation en fonction de celle de la vitesse. On trouve par ce calcul, dont je ne puis lire les détails, que  $\frac{1}{10186}$  de variation dans la vitesse de la lumière, devait produire, dans mon premier prisme, un changement de déviation égal à 6'' ; cette variation s'élève à près de 14'' dans le prisme achromatique quadruple que j'ai appliqué à la lunette du cercle répétiteur : telles seraient donc les inégalités de déviations que je devrais trouver, si les rayons émis par les diverses étoiles que j'ai observées avaient des vitesses qui différassent entre elles de  $\frac{1}{10000}$ . Or la vitesse de translation de la Terre est précisément égale à ce nombre ; on sait d'ailleurs que son mouvement est dirigé vers les étoiles qui passent au méridien à 6 heures du matin et vers celles qui passent à 6 heures du soir, de telle sorte cependant qu'elle s'approche des premières et qu'elle s'éloigne au contraire des autres. La déviation, dans le premier cas, doit donc correspondre à la vitesse d'émission augmentée de sa  $\frac{1}{10000}$  partie, et, dans le second, à cette même vitesse diminuée de  $\frac{1}{10000}$  ; en sorte que les rayons d'une étoile qui passe au méridien à 6 heures du matin, doivent être moins fortement déviés que ceux d'une étoile qui passe à 6 heures du soir, d'une quantité égale à celle qu'occasionne  $\frac{1}{5000}$  de changement dans la vitesse totale, c'est-à-dire de 12'' dans les observations faites au mural, et de 28'' dans celles du cercle répétiteur ; les

déviations des étoiles qui passent à minuit devraient d'ailleurs être les moyennes de ces deux-là.

Or, en examinant attentivement les tableaux précédents, on trouve que les rayons de toutes les étoiles sont sujets aux mêmes déviations, sans que les légères différences qu'on y remarque suivent aucune loi.

Ce résultat semble être, au premier aspect, en contradiction manifeste avec la théorie newtonienne de la réfraction, puisqu'une inégalité réelle dans la vitesse des rayons n'occasionne cependant aucune inégalité dans les déviations qu'ils éprouvent. Il semble même qu'on ne peut en rendre raison qu'en supposant que les corps lumineux émettent des rayons avec toutes sortes de vitesses, pourvu qu'on admette également que ces rayons ne sont visibles que lorsque leurs vitesses sont comprises entre des limites déterminées : dans cette hypothèse, en effet, la visibilité des rayons dépendra de leurs vitesses relatives, et, comme ces mêmes vitesses déterminent la quantité de la réfraction, les rayons visibles seront toujours également réfractés.

Quoique les expériences précédentes soient suffisantes pour motiver la supposition que je viens de faire, puisque sans elle on ne pourrait les expliquer, il ne sera peut-être pas inutile de montrer que plusieurs autres phénomènes semblent la rendre également nécessaire.

J'observerai d'abord que dans l'évaluation des différences auxquelles doivent donner lieu les inégalités de vitesse, je n'ai tenu compte que du mouvement de translation de la Terre, et que celui de notre système doit, en se combinant avec ce premier, être la source de nouvelles inégalités. Quelques étoiles doivent d'ailleurs se mouvoir dans l'espace avec des vitesses très-considérables, puisque, malgré la petitesse de leurs parallaxes, elles sont annuellement assujetties à des déplacements très-sensibles ; la vitesse des rayons qu'elles nous envoient doit donc être la résultante de leur vitesse primitive d'émission combinée avec celle de l'étoile

elle-même, et varier, par conséquent, avec la grandeur et la direction du mouvement des astres; mais l'une des plus puissantes causes de changements dans la vitesse de la lumière, paraît devoir être cependant l'inégale grandeur des diamètres des étoiles.

On trouve en effet, par le calcul, qu'une étoile de même densité que le Soleil, et dont le diamètre serait un petit nombre de centaines de fois plus considérable que celui de cet astre, anéantirait totalement par son attraction la vitesse de ses rayons, qui n'arriveraient par conséquent pas jusqu'à nous; une étoile vingt fois plus grande que le Soleil, sans détruire complètement la vitesse des rayons qu'elle aurait émis, l'affaiblirait assez sensiblement pour qu'on dût trouver une assez grande différence entre leur réfraction et celle des rayons solaires; il suffirait même de supposer que le diamètre d'un astre fût *une fois et demie* plus grand que celui du Soleil, pour que la vitesse de sa lumière, à la distance qui nous en sépare, fût diminuée de sa  $\frac{1}{10000}$  partie, et donnât, par conséquent, naissance à des inégalités de déviation qui, dans le second de mes prismes, s'élèveraient à 15". Or il paraît peu naturel de supposer que Sirius, la Lyre, Arcturus et quelques autres étoiles qui brillent d'un si vif éclat, malgré leur prodigieuse distance, ne sont pas égales au Soleil. Quoi qu'il en soit, on voit qu'à moins d'admettre, comme je l'ai fait, que dans l'infinité des rayons de toutes les vitesses qui émanent d'un corps lumineux, il n'y a que ceux d'une vitesse déterminée qui soient visibles, on ne pourrait expliquer mes expériences qu'en diminuant outre mesure la densité des étoiles ou leurs diamètres; on arriverait, par exemple, à ce résultat singulier, que dans le nombre infini d'étoiles dont la voûte céleste est parsemée, il n'y en a pas une seule de même densité que la Terre, et dont le volume égale en même temps celui du Soleil.

Il ne sera peut-être pas inutile de noter que les observa-

tions dont je viens de rendre compte et la supposition qui les explique, se lient d'une manière très-remarquable aux expériences de Herschel, Wollaston et Ritter. Le premier a trouvé, comme on sait, qu'il y a en dehors du spectre prismatique et du côté du rouge, des rayons invisibles, mais qui possèdent à un plus haut degré que les rayons lumineux la propriété d'échauffer; les deux autres physiciens ont reconnu, à peu près dans le même temps, que du côté du violet il y a des rayons invisibles et sans chaleur, mais dont l'action chimique sur le muriate d'argent et sur plusieurs autres substances est très-sensible. Ces derniers rayons ne forment-ils pas la classe de ceux auxquels il ne manque qu'une petite augmentation de vitesse pour devenir visibles, et les rayons calorifiques ne seraient-ils pas ceux qu'une trop grande vitesse a déjà privés de la propriété d'éclairer? Cette supposition, quelque probable qu'elle puisse d'abord paraître, n'est pas rigoureusement établie par mes expériences, dont il est seulement permis de conclure que les rayons invisibles par *excès* et par *défaut* de vitesse, occupent respectivement sur le spectre la même place que les rayons *calorifiques* et *chimiques*. Il est d'ailleurs très-remarquable qu'on eût pu ainsi, et par des observations purement astronomiques, arriver à la connaissance des rayons invisibles et extérieurs au spectre, dont les célèbres physiciens que nous avons cités n'ont reconnu l'existence qu'à l'aide d'expériences délicates faites à l'aide de thermomètres très-sensibles et de substances dont la couleur est altérée par l'action de la lumière.

Je n'ai point comparé, dans ce qui précède, mes expériences au système des ondulations, parce que l'explication qu'on donne de la réfraction repose, dans ce système, sur une simple hypothèse qu'il est très-difficile de soumettre au calcul, et qu'il m'était, par suite, impossible de déterminer d'une manière précise si la vitesse du corps réfringent doit avoir quelque influence sur la réfraction, et, dans ce cas, quels changements elle doit y apporter.



Je me suis uniquement attaché à montrer qu'en supposant que les rayons lumineux ne sont visibles que lorsque leurs vitesses sont comprises entre des limites déterminées, mes expériences peuvent se concilier parfaitement avec la théorie newtonienne. Mais si les limites qui déterminent la visibilité des rayons, sont, comme il est probable, les mêmes pour divers individus, l'inégale densité des humeurs vitrées doit faire apercevoir des rayons inégalement rapides; il résulterait de là que deux personnes regardant une même étoile, dans le même prisme et dans des circonstances analogues, pourraient la voir inégalement déviée. Le résultat de cette expérience, quel qu'il puisse être, paraît devoir fournir quelques données sur le genre de sensation qui nous fait apercevoir les objets. Il m'a semblé que le seul moyen de rendre ces essais bien décisifs était d'y employer des prismes croisés, car les observations peuvent se faire alors avec beaucoup de précision, quelle que soit la grandeur de l'angle réfringent. J'attendrai donc, pour communiquer à la Classe les expériences que j'ai faites sous ce rapport, que le temps m'ait permis d'ajouter les résultats de cette méthode à ceux que j'ai déjà obtenus à l'aide des prismes achromatiques; je me contenterai de remarquer, pour le moment, que je puis tirer de ce qui précède plusieurs conséquences astronomiques assez importantes.

On voit : 1°. Que les aberrations de tous les corps célestes, soit qu'ils nous envoient une lumière propre ou une lumière réfléchie, doivent se calculer avec la même constante, sans qu'il y ait, à cet égard, la plus légère différence, ainsi que je l'avais déduit de mes premières expériences;

2°. Que les phénomènes qu'on a expliqués par une inégalité dans la vitesse de la lumière, tels que l'apparence des étoiles sur le disque de la Lune quelques secondes avant l'instant de l'immersion, les déplacements dans les petites étoiles qui sont très-voisines des grandes, etc., ne peuvent dépendre de cette cause;

3°. Que l'hypothèse à l'aide de laquelle Piazzî a cherché à expliquer les différences qu'on trouve entre l'obliquité de l'écliptique déduite des observations faites aux deux solstices, est totalement contraire aux expériences, puisqu'elle revient à supposer que la lumière solaire ne se réfracte pas comme celle des étoiles ;

4°. Enfin, que le pouvoir réfringent de l'air que nous avons déduit, M. Biot et moi, de l'observation d'un objet terrestre, doit être absolument égal à celui qu'on aurait trouvé si, dans nos expériences, il avait été possible de viser à une étoile. Il était d'autant plus important de faire disparaître le doute qu'on aurait pu élever à cet égard, que ce pouvoir réfringent est, comme on sait, l'élément principal de la Table des réfractions.



## ACIDE CAMPHOMÉTHYLIQUE ;

PAR M. A. LOIR.

J'ai suivi, pour obtenir l'acide camphométhylique, dont l'existence n'était pas encore connue, le procédé indiqué par M. Malaguti pour préparer l'acide camphovinique, en substituant seulement l'alcool méthylique à l'alcool du vin.

Cet acide se présente, tantôt sous la forme d'aiguilles longues de plusieurs centimètres rayonnant autour d'un centre, tantôt sous celle de petites lames hexagonales ou quadrilatères. Mis en dissolution dans l'éther, il donne, par une évaporation très-lente, des cristaux isolés assez gros, très-nets, dont la forme est un prisme droit à base rhombe; les faces latérales formant l'angle aigu sont modifiées tangentiellement, chaque arête des sommets est modifiée par une facette. Les lames quadrilatères qui se déposent par une évaporation rapide de la solution éthérée, en sont une modification hémiedrique. A chaque extrémité, deux des fa-