

les laboratoires de chimie et dans les ateliers de quelques arts, où l'on s'empressera sans doute de l'adopter.

Signé, THÉNARD, VAUQUELIN.

Nota. L'Administration générale des Monnaies, sur le rapport de MM. Vauquelin et Thénard, membres de l'Institut, professeurs de Chimie, etc., etc., a approuvé ce petit fourneau, en a arrêté l'adoption pour le service des bureaux de garantie, et, en outre, a ordonné la fabrication du nombre nécessaire pour être distribué aux essayeurs de ces bureaux qui ont habituellement le moins d'essais à faire, et l'envoi à chacun des bureaux de garantie d'un exemplaire de la description rédigée d'après ses ordres.

OBSERVATIONS

Sur les expériences à l'aide desquelles les physiciens démontrent la réflexion du calorique ;

Par M. TREMERY, Ingénieur au Corps impérial des Mines.

LES expériences de Saussure et de Pictet, sur la réflexion du calorique, sont trop connues pour que nous nous arrêtions à les décrire ici (1). Il nous suffira de rappeler qu'après avoir disposé l'un vis-à-vis de l'autre deux miroirs concaves M , M' , on place au foyer de ce dernier un thermomètre d'air H , et au foyer de M un matras S rempli d'eau bouillante, ou bien un matras S' plein de neige, sur laquelle on a versé de l'acide nitrique. Dans le cas du matras S , le thermomètre H monte de plusieurs degrés; il descend, au contraire, dans le cas du matras S' , et on le voit remonter aussitôt qu'on retire ce matras. Ces deux expériences, pour la théorie, n'en forment, dans la réalité, qu'une seule. On n'a toujours qu'à considérer deux corps, dont l'un est plus chaud que l'autre.

Le but que nous nous proposons dans cet article étant de répondre à une objection qui

(1) Voyez le *Traité de Physique* de M. Haüy, tom. 1, pag. 97 et suiv.

nous a souvent été faite au sujet de la théorie que les physiciens ont donnée des expériences qui nous occupent maintenant, il est nécessaire, avant tout, que nous résumions ici, en peu de mots, cette théorie (1).

Supposons, pour un instant, qu'on supprime les miroirs M , M' , il ne pourra se faire entre H et S , ou H et S' , qu'un très-petit nombre d'échanges, parce que la plus grande partie du calorique rayonnant que l'un des deux corps enverra, sera perdue pour l'autre (2). Il en sera différemment aussitôt qu'on replacera les miroirs; de nouveaux échanges auront lieu entre les corps H et S , ou H et S' , à l'aide des rayons qui, partant de ces corps, se réfléchiront sur les surfaces des miroirs M , M' . Or, ces échanges étant, ainsi que ceux qui se font directement entre les mêmes corps, à l'avantage du corps le moins chaud,

(1) La difficulté dont il s'agit nous a été proposée, il y a deux ans environ, par plusieurs de nos élèves. Nous leur avons donné, dans le tems, la solution qu'ils désiraient, en nous attachant à leur faire voir qu'on trouvait dans la théorie tout ce qui était nécessaire pour résoudre l'objection qui les arrêtait. Cette considération nous a fait, jusqu'ici, négliger de rendre public cet article: cependant, nous avons pensé qu'il pourrait être utile de l'insérer dans ce recueil, en faveur des personnes auxquelles la théorie du calorique rayonnant ne serait pas encore très-familière.

(2) Dans un autre article nous nous sommes attachés à faire voir qu'on ne peut se dispenser d'admettre un double rayonnement entre tous les corps, et qu'il serait impossible de rendre raison des phénomènes dans l'hypothèse d'un rayonnement unique. (Voyez le *Journal des Mines*, tom. 20, n°. 117, pag. 239.)

et au désavantage du corps le plus chaud, il suit de là que, tandis que le thermomètre H s'échauffera très-peu, ou se refroidira très-peu, si, étant en présence de S ou de S' , on supprime les miroirs, dans le cas contraire, il devra éprouver une élévation ou un abaissement de température beaucoup plus sensible, suivant qu'on placera au foyer de M le matras S ou le matras S' .

On a objecté à cette explication qu'on ne voit pas comment, par l'intermède des miroirs, on a, lorsque le matras est plein de neige, le même avantage pour diminuer la chaleur du thermomètre que pour l'accroître, lorsqu'on met en expérience le matras rempli d'eau bouillante. En effet, tous les rayons de calorique, qui partent du matras S' , plein de neige, et qui tombent sur le miroir M , placé du côté de ce matras, arrivent au thermomètre H , après s'être réfléchis sur la surface de M et sur celle de M' ; et ces mêmes rayons sont perdus pour H , à l'instant qu'on retire le miroir M . Cela posé, il semblerait que, quand on présente à S' le miroir M , le thermomètre H , au lieu de se refroidir plus vite, comme on l'observe, devrait au contraire se refroidir moins vite, puisqu'alors il reçoit plus de rayons du matras S' , tandis qu'il envoie toujours la même quantité de calorique rayonnant.

Nous allons chercher à faire voir comment, en envisageant la théorie sous son véritable point de vue, on peut mettre le résultat auquel elle conduit d'accord avec celui de l'expérience.

Lorsqu'on explique les phénomènes dans

lesquels le calorique est sous forme rayonnante, on raisonne, le plus ordinairement, comme si l'on avait d'abord supposé absolument froid le milieu où se développent ces phénomènes; mais une semblable supposition ne pourrait être faite, à cause des corps environnans, dans le cas même où le milieu dont il s'agit serait sans chaleur.

Pour le prouver, imaginons plusieurs corps, a, b, c, d , etc., à une température T , et placés dans l'intérieur d'une grande sphère dont la surface aurait un pouvoir réfléchissant absolu; imaginons de plus que l'intérieur de cette sphère soit occupé par un milieu U absolument froid, et qui, n'étant point du tout conducteur du calorique, laisserait cependant un libre passage aux rayons de ce fluide (1). Les corps a, b, c, d , etc., s'enverront continuellement des quantités de calorique rayonnant, et leur température ne changera pas, puisque, par l'hypothèse, rien ne pourra se perdre. Le milieu U sera traversé, dans toutes les directions imaginables, par des rayons de calorique, et il ne s'échauffera pas, parce que le calorique conservera sa forme rayonnante. On pourra dire des points du milieu U , ce que M. Haüy, dans son excellent *Traité de Physique*, a dit des points d'un espace quelconque, savoir: Que chaque point de cet espace était comme

(1) L'air est, comme on sait, traversé dans tous les sens, avec une extrême facilité, par les rayons du calorique, et cependant il est un mauvais conducteur de ce fluide; s'il devenait toujours de moins en moins conducteur, on finirait par avoir le milieu que nous supposons ici.

un double centre d'où partaient et vers lequel tendaient, de tous les côtés, des suites non interrompues de rayons de calorique (1). Il suit de là qu'on devra concevoir que de chaque point du milieu U , il part autant de rayons que des points des corps a, b, c, d , etc.; et, à cause que la quantité de calorique rayonnant que ces corps envoient dépend de leur température T , les choses se passeront, pour ce qui concerne le calorique rayonnant, comme si les corps a, b, c, d , etc., étant supprimés, le milieu U , au lieu d'être absolument froid, était lui-même à la température T de ces corps.

Maintenant, supposons un corps A qui aurait un pouvoir réfléchissant absolu, et qui serait placé au milieu d'un espace E , dont tous les points se trouveraient à une même température T ; il sera indifférent que la température T' de A soit plus élevée ou plus basse que la température T , parce qu'il ne pourra pas entrer, et il ne pourra pas non plus sortir, de calorique de ce corps. Les rayons du calorique, qui se réfléchiront, d'un certain côté, sur la surface de A , et qui seront sur les prolongemens de ceux qui tomberont du côté opposé, devront être regardés, à cause que tous les points de E sont à la même température, comme formant, avec ces derniers, autant de rayons uniques, qui auraient librement traversé l'espace e qu'occupe le corps A . Il

(1) Voyez le *Traité de Physique* de M. Haüy, tom. 1, pag. 84.

en sera encore de même, si ce corps n'ayant pas un pouvoir réfléchissant absolu, on a $T' = T$; ceci est une suite de ce que, à mesure que le pouvoir réfléchissant de A diminuera, son pouvoir émissif et son pouvoir absorbant augmenteront également (1). Mais les choses se passeront évidemment d'une manière différente, si, dans la même supposition, on a $T' > T$, ou $T' < T$.

De ce qui précède, nous pouvons déduire les trois principes suivans :

1°. Si un corps A , étant à une température quelconque T' , et ayant un pouvoir réfléchissant absolu, occupe un espace e ; et si tous les points de l'espace environnant E sont à une même température T , on pourra supposer que les rayons du calorique traversent l'espace e , suivant toutes les directions imaginables, comme si cet espace était parfaitement libre.

2°. L'espace e pourra encore être supposé traversé librement par les rayons du calorique, si, toutes choses égales d'ailleurs, on substitue au corps A un corps B , qui n'aura pas un pouvoir réfléchissant absolu, mais qui sera à la température T de l'espace E ; en sorte que de chaque point de l'espace e , occupé par le corps B , il partira autant de rayons de calorique, que quand cet espace était libre et à la température T .

3°. Enfin, si l'espace e est occupé par un corps C , qui, étant à une température T' ,

(1) Voyez le *Traité de Physique* de M. Haüy, tom. 1, pag. 89.

n'aura pas, comme le corps A , un pouvoir réfléchissant absolu, il partira des points de cet espace plus ou moins de rayons que quand il était libre, et à la température T , suivant qu'on aura $T' > T$ ou $T' < T$,

Nous pensons qu'en ajoutant ces principes à ceux qui sont déjà connus, il sera facile d'expliquer les phénomènes de manière à sauver toute difficulté.

Pour en fournir d'abord une preuve, supposons qu'un corps Q , ayant une température T , soit placé au milieu d'un espace E , qui serait à la même température; ce corps ne pourra ni se refroidir, ni s'échauffer. Mais, sa température s'abaissera dès qu'on lui présentera un corps Q' , qui sera moins chaud que lui, parce qu'il perdra aux échanges qu'il fera avec Q' . Nous observerons ici que la théorie serait prise en défaut, si l'on se bornait à avoir égard aux échanges qui auront lieu entre Q et Q' . En effet, au moment où Q' est présenté à Q , ce dernier corps ne semblerait pas devoir se refroidir, puisqu'il n'envoie pas plus de rayons de calorique que l'instant d'avant, et qu'alors il a l'avantage de recevoir de Q' du calorique rayonnant. Cette objection tombe, d'elle-même, aussitôt que l'on fait attention que des points de l'espace e , occupé par le corps Q' , il part moins de rayons de calorique que quand cet espace était libre. Le corps Q' doit être ici assimilé au corps C (*troisième principe*), lorsqu'on a $T' < T$. En partant de ce même principe, on prouverait aisément que Q' étant toujours moins chaud que Q , s'il était cependant plus chaud que

l'espace E , le corps Q se refroidirait moins vite, lorsqu'il serait en présence de Q' , que quand il se trouverait seul au milieu de l'espace E .

Revenons maintenant à la difficulté dont nous avons parlé au commencement de cet article. Supposons que les miroirs M , M' , aux foyers desquels se placent les matras et le thermomètre, aient chacun un pouvoir réfléchissant absolu (1), et qu'ils soient au milieu de l'espace E , il en sera de ces miroirs comme du corps A (*premier principe*); les rayons de calorique seront censés traverser librement les espaces e , e' qu'ils occuperont. Ainsi, le premier de ces miroirs recevra autant de rayons que si l'espace occupé par le second était libre; et réciproquement.

Bornons-nous à considérer la quantité de rayons reçus par le miroir M' ; et faisons N cette quantité, dans la supposition où l'on supprimerait le miroir M . Lorsqu'on replacera ce dernier miroir, comme dans les expériences de Pictet, la quantité N sera augmentée de g , à cause que M , par la réflexion, enverra à M' des rayons qui, partant de points de l'espace E , situé en-deçà de la surface de M , seraient, sans ce miroir, perdus pour M' . Mais aussi M empêchera d'arriver à M' d'autres rayons, qui

(1) Cette supposition, qui nous permet de faire abstraction de la température des miroirs M , M' , approche beaucoup de la vérité. En effet, ces sortes de miroirs, à raison du poli et de l'éclat de leurs surfaces, ne s'échauffent pas, au moins d'une manière sensible, lors même qu'ils reçoivent un effluve abondant de calorique. (Voyez le *Traité de Physique* de M. Haüy, tom. 1, pag. 85.)

viendront de points situés au-delà de la surface de M ; la quantité N sera donc diminuée de p , en même tems qu'elle sera augmentée de g . Il suit de là que $N + g - p$ pourra représenter la quantité de rayons reçus par M' , dans le cas du miroir M (1).

Or, on aura $N + g - p = N$; $N + g - p > N$; et $N + g - p < N$, suivant que g sera égal à p , ou plus grand ou plus petit que p .

Le premier cas aura lieu si tous les points de l'espace E sont à la température T ; le second, s'il y a des points de l'espace E , situés en-deçà de la surface de M , dont la température soit plus élevée que T ; enfin, le troisième, si la température de ces mêmes points est au contraire plus basse.

Cela posé, imaginons que le thermomètre d'air H , étant à la température T , de l'espace environnant E , soit placé au foyer du miroir M' . Tant que la quantité $N + g - p$ de rayons de calorique, que recevra M' , lorsqu'on placera devant ce miroir l'autre miroir M , sera égale à N , le thermomètre H ne devra évidemment faire aucun mouvement; mais, dans le même cas, la température de H s'élèvera ou s'abaissera, selon qu'on aura $N + g - p$ plus grand ou plus petit que N (2).

Actuellement disposons au foyer du miroir M un corps K , qui se trouverait aussi à

(1) Il est visible que nous n'entendons parler ici que des rayons reçus par la surface concave du miroir M' .

(2) On concevra, sans aucune difficulté, que la quantité de calorique rayonnant qui arrive au thermomètre H doit être plus grande ou plus petite, suivant que la surface du miroir M' reçoit plus ou moins de rayons de calorique.

la température T de l'espace E . Comme il en sera de ce corps de même que du corps B (*deuxième principe*), on aura toujours $N + g - p = N$; et la température de H ne changera pas. Si le corps K est à une température T' différente de T , ce corps fera alors l'office du corps C (*troisième principe*). Des points de l'espace e , qu'il occupera, il partira ou plus de rayons, ou moins de rayons, qu'il en partait auparavant, quand cet espace était libre; ce qu'il reviendra à supposer qu'il y aura des points de l'espace E , situés en-deçà de la surface de M , dont la température T' sera plus élevée ou plus basse que celle représentée par T . Donc, si on a $T' > T$, on aura $N + g - p > N$, et le thermomètre H montera; au contraire, si on a $T' < T$, on aura $N + g - p < N$, et le thermomètre descendra.

Mais dans le cas du matras S , rempli d'eau bouillante, on a $T' > T$; et dans le cas du matras S' , plein de neige, on a $T' < T$. Donc, conformément à l'observation, le thermomètre H montera, si on fait usage du matras S , et il descendra aussitôt qu'on mettra le matras S' en expérience.

Dans les deux cas, le thermomètre H reçoit beaucoup plus de rayons des matras quand on oppose le miroir M au miroir M' ; cependant, le matras S' étant moins chaud que l'espace E , on ne sera pas surpris de voir H descendre, aussitôt qu'on placera M vis-à-vis de M' , et remonter à l'instant qu'on retirera M , si l'on fait attention que, dans cet état de choses, la quantité g de calorique que M envoie à M' , par

la réflexion, est plus petite que la quantité p , que le même miroir M empêche de parvenir à l'autre miroir M' .

En terminant, nous ferons remarquer qu'il est aisé de voir, d'après les détails dans lesquels nous venons d'entrer, que l'expérience paraîtrait confirmer le résultat auquel la théorie semble conduire, quand on fait abstraction de la température de l'espace E environnant, si l'on disposait au foyer du miroir M un corps qui, étant moins chaud que le thermomètre H , serait cependant plus chaud que l'espace E . Ce thermomètre recevrait plus de rayons de calorique dans le cas du miroir M , et il en recevrait moins dès qu'on retirerait ce miroir; tandis que le contraire a lieu dans l'expérience ordinaire, où l'on place le matras S' , plein de neige, au foyer de M , parce que la température de ce matras est toujours plus basse que celle de l'espace environnant.