

N° D'ORDRE

227.

H. F. n. f. 167 (7, 2.)  
**THESES**

PRÉSENTÉES

**A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS**

POUR

LE DOCTORAT ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR M. JULES JANSSEN.



**PREMIÈRE THÈSE.** — ~~M. JANSSEN~~ SUR L'ABSORPTION DE LA CHALEUR RAYONNANTE  
OBSCURE DANS LES MILIEUX DE L'OEIL.

**DEUXIÈME THÈSE.** — PROPOSITIONS DE CHIMIE DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 17 Août 1860 devant la Commission  
d'Examen.



MM. DESPRETZ, *Président.*

BALARD,

P. DESAINS,

} *Examineurs.*



**PARIS,**

**MALLET-BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE**

DE L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE, DU BUREAU DES LONGITUDES,

Quai des Augustins, 55.

1860.

# ACADÉMIE DE PARIS.

## FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

**DOYEN**..... MILNE EDWARDS, Professeur. Zoologie, Anatomie, Physiologie.

**PROFESSEURS HONORAIRES.** { BIOT.  
PONCELET.

DUMAS..... Chimie.  
DESPRETZ..... Physique.  
DELAFOSSÉ..... Minéralogie.  
BALARD..... Chimie.  
LEFÈBRE DE FOURCY... Calcul différentiel et intégral.  
CHASLES..... Géométrie supérieure.  
LE VERRIER..... Astronomie.  
DUHAMEL..... Algèbre supérieure.  
GEOFFROY-SAINT-HILAIRE. Anatomie, Physiologie comparée, Zoologie.

**PROFESSEURS**..... { LAMÉ..... Calcul des probabilités, Physique mathématique.  
DELAUNAY..... Mécanique physique.  
PAYER..... Botanique.  
C. BERNARD..... Physiologie générale.  
P. DESAINS..... Physique.  
LIOUVILLE..... Mécanique rationnelle.  
HÉBERT..... Géologie.  
PUISEUX..... Astronomie.

**AGRÉGÉS**..... { BERTRAND..... } Sciences mathématiques.  
J. VIEILLE..... }  
MASSON..... } Sciences physiques.  
PELIGOT..... }  
DUCHARTRE..... } Sciences naturelles.

**SECRÉTAIRE**... E. PREZ-REYNIER.

---

---

# PREMIÈRE THÈSE,

SUR

## L'ABSORPTION DE LA CHALEUR RAYONNANTE OBSCURE

DANS LES MILIEUX DE L'OEIL.



La considération de certains faits m'avait conduit à penser que les milieux de l'œil devaient jouir de la propriété d'absorber la chaleur rayonnante obscure qui accompagne les rayons lumineux. Parmi ces faits, je citerai les suivants : On sait que la vision du soleil devient très-facile à travers un verre noir, même assez mince, qui arrête surtout les rayons lumineux et laisse passer une proportion considérable de chaleur obscure ; or, si cette chaleur n'était pas absorbée avant de parvenir à la rétine, elle y formerait des foyers calorifiques intenses et on concevrait difficilement que cette membrane ne fût pas blessée. Lorsque la source émet surtout de la chaleur et peu de lumière, cette propriété se révèle alors d'une manière encore plus manifeste. Ainsi, ayant eu l'occasion d'assister souvent à la coulée de hauts fourneaux, j'ai remarqué que le rayonnement du bain de métal en fusion, rayonnement si intense et si douloureux pour la figure, n'affecte les yeux en aucune façon ; de manière qu'on peut suivre sans fatigue les diverses phases de cette opération, si l'on a la précaution de se garantir le visage avec un masque qui découvre seulement les yeux.

Cette absorption des milieux de l'œil m'ayant paru un fait physiologique important, je me suis proposé de la constater et de la mesurer par des expériences précises. C'est l'objet de ce Mémoire, qui comprend :

1°. La détermination de la quantité de chaleur qui parvient à la rétine dans les yeux de divers animaux et pour diverses sources ;

2°. La recherche de la fraction d'absorption afférente à chaque milieu dans l'effet total ;

3°. L'étude de la thermochrose des milieux.

Je donnerai d'abord quelques détails sur le mode d'expérimentation.

L'appareil de Nobili et Melloni employé dans ces recherches sortait des ateliers de M. Ruhmkorff. Cet habile artiste a bien voulu en construire plusieurs jusqu'à ce que nous ayons obtenu un instrument tout à fait satisfaisant.

Amené à son plus grand état de sensibilité, le galvanomètre est beaucoup plus propre à mettre en évidence de faibles radiations calorifiques qu'à les mesurer. Aussi, est-ce en diminuant beaucoup la sensibilité de l'instrument que j'ai pu lui donner la régularité indispensable aux mesures délicates et nombreuses qui forment la base de ce travail. Ainsi modifié, le galvanomètre était plus prompt dans ses indications (premier maximum en douze secondes) ; il était d'une symétrie presque parfaite (maximum des différences 0,4), circonstance très-importante pour ces recherches, parce qu'elle permettait d'observer près de zéro.

J'ai gradué cet instrument à diverses époques, et par des méthodes variées ; celle de MM. de la Provostaye et P. Desains, qui consiste à faire agir deux sources égales, tour à tour réunies et séparées, sur une même face de la pile, me paraît à l'abri de toute objection ; elle fournit très-rapidement une table fort exacte. J'ai été conduit à une petite modification de cette méthode, modification qui permet de

n'employer qu'une lampe à la graduation. Voici en quoi elle consiste :

Un écran E [ *fig. 1 et 2 de la Planche* ] (1) est percé de deux petites fenêtres *a* et *b*; des lames métalliques A et B, mobiles autour des points C et D, permettent de fermer ces fenêtres à volonté. On conçoit qu'un pareil écran, disposé sur l'axe d'un flux de chaleur de manière à le partager en deux parties sensiblement égales, pourra remplacer deux sources séparées. Des lames semblables à A et B sont disposées sur l'autre face de l'écran, et des vis de pression *e*, *e* permettent de les fixer dans une position déterminée; ces lames servent à régler à volonté l'ouverture des fenêtres et permettent ainsi de modifier l'intensité des flux de chaleur définis par chacune d'elles. La graduation, à des intervalles éloignés, m'a démontré que les galvanomètres subissent quelquefois des variations dans leur état. Je regarde donc comme prudent, chaque fois qu'on fait une détermination un peu importante, de s'assurer, au moyen d'un fil de dérivation ou de l'écran cité, que le galvanomètre est resté semblable à lui-même depuis la dernière graduation. Les graduations portaient sur les déviations impulsives ou premiers maxims; ce mode d'observation n'a que des avantages.

Pour ce qui concerne le banc et la pile, la *fig. 3* montre les dispositions adoptées : un système de grands écrans formait chambre noire autour du banc, et une seconde enceinte plus petite entourait la pile; elle avait pour objet de mettre celle-ci absolument à l'abri des rayonnements étrangers et de permettre de la désarmer lorsque cela était nécessaire. A l'exemple de M. P. Desains, tous ces grands écrans étaient formés de feuilles minces de cuivre poli; ces feuilles, par leur grand pouvoir réfléchissant, leur

---

(1) Depuis, M. Ruhmkorff m'a appris qu'il avait imaginé de son côté, sans l'avoir publiée, une disposition analogue pour la graduation du galvanomètre.

peu de masse, leur conductibilité, sont parfaitement propres à cét usage.

J'ajouterai enfin que la pièce où se faisaient ces expériences était située au nord, qu'on n'y laissait pénétrer que le jour strictement nécessaire, et seulement au moment des expériences, et que, malgré la rigueur de la saison pendant laquelle une partie de ce travail a été exécutée, on n'y a jamais laissé faire de feu.

### § I. — ABSORPTION DE L'ENSEMBLE DES MILIEUX DE L'OEIL SUR LA CHALEUR RAYONNANTE.

Parmi les sources artificielles de lumière, la lampe à modérateur est une des plus importantes et des plus répandues; en outre, à raison de la constance et de l'intensité du flux lumineux et calorifique qu'elle fournit, elle se prête particulièrement bien aux expériences.

Ces raisons m'ont engagé à prendre cette source comme base des déterminations sur les milieux de l'œil, en généralisant ensuite les résultats à l'aide des autres sources.

Les yeux qui ont servi dans ces expériences sont ceux du bœuf, du mouton et du porc. Il ne m'a pas été possible de soumettre l'œil humain à cette étude, mais nous verrons que les résultats obtenus permettent de conclure avec beaucoup de certitude la nature et la valeur de son pouvoir absorbant sur la chaleur.

Lorsqu'on veut mesurer la transmission calorifique d'un œil entier, une difficulté toute particulière se présente d'abord. En effet, dans les expériences ordinaires de transmission, on opère sur des plaques ou des auges à faces parallèles et d'une certaine étendue; ces milieux ne dévient point les rayons incidents, il est indifférent que le flux de chaleur direct soit reçu tout entier ou en partie sur la face de la pile; mais, quand il s'agit de l'œil qui réfracte la chaleur comme la lumière, il est de nécessité absolue que tous les

rayons qui tombent sur la pile quand on fait agir le flux direct puissent y tomber encore après l'interposition de l'œil, modifiés seulement par l'absorption et les réflexions qu'ils auront éprouvées dans les milieux interposés.

Voici la disposition d'écran qui permettait de satisfaire à ces conditions.

C'est l'écran ordinaire à ouvertures variables, auquel on a adapté plusieurs pièces  $ab$ ,  $cd$  (*fig. 4* et *5*). La pièce  $ab$  est une lame métallique mobile autour du point  $o$ ; en  $b$  elle est percée d'une ouverture de même grandeur que celle de l'écran, et qui coïncide avec elle quand la lame prend la position horizontale. Afin que la course de cette pièce soit bien réglée, elle se prolonge en  $e$  sous forme d'appendice, et, dans les positions extrêmes de la lame, cet appendice vient buter contre les saillies  $m$  et  $n$ . Une couronne de liège placée en  $p$  sert à fixer les objets en expérience. La pièce  $cd$  est toute semblable à la première, seulement elle est fixée sur la face opposée de l'écran. En outre, un rebord de 2 à 3 centimètres de hauteur est soudé tout autour de l'écran, excepté dans la portion  $ab$ , où une petite ouverture est ménagée pour le passage de la lame  $ab$ ; ce rebord est destiné à recevoir la caisse qui forme chambre noire autour de la pile.

Voyons maintenant comment l'œil était préparé pour les expériences. On débarrassait l'organe de tous ses muscles de manière à mettre à nu la sclérotique; alors, pratiquant une incision sur cette membrane un peu au-dessous du nerf optique, on enlevait une calotte concentrique à l'axe optique, qui mettait à nu l'humeur vitrée sur une surface à peu près égale à celle de l'iris (*fig. 6*). Avec de l'habitude on y parvient d'une manière fort satisfaisante, et la rétine se sépare sans aucune déchirure. L'œil était alors placé dans un étui de liège formé de deux couronnes A et B (*fig. 7, 8, 9*), dont la cavité présentait après leur réunion la forme de l'organe. La couronne A portait, en  $ab$ , une petite lamelle de glace

mince de  $0^{\text{mm}},1$  à  $0^{\text{mm}},15$  d'épaisseur, destinée à maintenir l'humeur vitrée; ces deux parties étaient réunies par une virole métallique dans laquelle elles entraient à frottement, ce qui permettait de les approcher plus ou moins et de donner à l'œil le degré de pression qui devait lui rendre sa forme naturelle. On fixait ensuite l'étui sur la couronne de l'écran et on approchait la pile désarmée. La lumière qui accompagnait ici la chaleur fournissait un moyen facile de s'assurer que tout le flux calorifique direct ou réfracté était reçu sur la pile; il fallait en effet que les bords de celle-ci débordassent toujours notablement le cercle lumineux qui tombait sur elle. Enfin, on approchait la petite chambre noire, on laissait l'équilibre de température s'établir rigoureusement, et, lorsque l'aiguille du galvanomètre était bien fixée près de zéro, on mesurait plusieurs séries de transmissions croisées entre elles et combinées de manière à annuler l'effet d'un défaut de constance dans la source.

Voici les moyennes générales résultant d'un grand nombre de déterminations. Les nombres sont corrigés de la réflexion qui s'opère à la seconde face de la lamelle de glace placée sur l'humeur vitrée. Cette correction a pour valeur  $0,3$  (4 pour 100).

*Rayons qui parviennent à la rétine sur 100 rayons d'une lampe à modérateur incidents sur la cornée.*

OEil de bœuf.	OEil de mouton.	OEil de porc.
7,7	8,4	9,1

On voit combien est faible pour la chaleur de cette source la transmission des milieux de l'œil. Maintenant, sans rapporter de nombres, je dirai que pour la lampe Locatelli on aurait des quantités notablement plus faibles encore; que pour la spirale de platine les résultats sont même douteux, ce qui très-certainement ne veut pas dire qu'il ne passe pas de chaleur, mais seulement que cette chaleur est

une fraction si faible du flux incident, que nos appareils thermoscopiques sont encore inhabiles à la mesurer.

Avant d'aborder la discussion de ces résultats, nous chercherons à déterminer la part qui revient à chaque milieu dans l'effet total.

## § II. — ABSORPTION DE CHAQUE MILIEU SUR LA CHALEUR DE LA LAMPE A MODÉRATEUR.

### *Cornée.*

Cette membrane était toujours prise sur les yeux d'animaux sacrifiés tout récemment. Pour mesurer sa transmission, on la plaçait entre deux lamelles de glace mince ( $0^{\text{mm}},1$  à  $0^{\text{mm}},2$  d'épaisseur), en prenant des précautions particulières pour éviter l'interposition des bulles d'air et les plissements de la membrane; on s'assurait de plus du parallélisme des lamelles, après quoi on scellait à la cire pour assurer la fixité du système.

Dans quelques expériences, on a opéré avec des cornées placées entre des fragments de boules soufflées: cette disposition a l'avantage de laisser à la membrane sa forme naturelle.

Voici les nombres obtenus comme moyennes d'un grand nombre de mesures :

Bœuf.	Mouton.	Porc.
32,2	34,9	34,4

Pour déduire de ces nombres les quantités de chaleur transmises par la membrane dans l'œil même, il reste à faire la correction relative à l'absorption des lamelles de glace et à la réflexion qui s'opère à la face postérieure du système. Des mesures prises sur ces lames ont donné 7 pour 100 pour leur absorption moyenne sur le flux direct, tandis que cette absorption paraissait sensiblement nulle sur le flux qui avait déjà traversé une cornée; il n'y

a donc à tenir compte que de l'absorption de la première lamelle en calculant l'augmentation de rayons transmis pour 7 rayons incidents de plus. On trouve ainsi respectivement 2,7; 2,9; 2,8. Ajoutant ensuite la valeur de la réflexion sur la face postérieure de la seconde lamelle, réflexion qui est égale à 1,3 (4 pour 100), on aura les nombres qui doivent être ajoutés aux transmissions observées.

On a ainsi :

*Quantités de chaleur (lampe à modérateur) absorbées et transmises aux autres milieux par la cornée.*

	CORNÉE DE BŒUF.	CORNÉE DE MOUTON.	CORNÉE DE PORC.
Rayons réfléchis à la surface de la cornée.	4	4	4
Rayons absorbés.....	59,8	56,9	57,5
Rayons transmis aux autres milieux. ....	36,2	37,1	38,5
Rayons incidents.....	100,0	100,0	100,0

Tels sont les nombres qui doivent représenter l'absorption de la chaleur dans l'œil par la cornée. On voit que cette membrane, dont l'épaisseur n'atteint pas 1 millimètre, absorbe cependant 60 pour 100 de la chaleur obscure contenue dans le flux lumineux incident. Voyons maintenant ce que devient le reste de la chaleur dans les autres milieux.

#### *Humeur aqueuse.*

Cette humeur est presque aussi fluide que l'eau. Aussi se la procure-t-on très-facilement en pratiquant une ponction sur la cornée transparente; l'humeur s'échappe alors et peut être recueillie. Lorsque l'humeur aqueuse s'est entièrement écoulée, la cornée s'affaisse sur le cristallin. Cette circonstance permet d'obtenir l'épaisseur de la couche

d'humeur aqueuse dans l'œil, car il suffit évidemment de mesurer le diamètre antéro-postérieur du globe oculaire avant et après l'écoulement de l'humeur pour en conclure par différence l'épaisseur cherchée.

Dans ces expériences, on plaçait l'humeur aqueuse dans des auges formées avec le verre mince cité; l'épaisseur de ces auges étant égale à celle de l'humeur aqueuse dans l'œil étudié. Ces auges étaient placées derrière des cornées préparées comme il a été indiqué, et l'on mesurait le flux de chaleur direct, et celui qui avait traversé le double système de la cornée et de l'humeur.

Voici les nombres moyens :

Bœuf.	Porc.
13,3	14,2

Bemarquons maintenant que la chaleur transmise par les cornées placées entre les lamelles a été trouvée égale à :

Bœuf.	Porc.
32,2	34,4

et que ce sont ces quantités qui dans l'expérience tombaient sur les auges contenant l'humeur aqueuse; cette chaleur se divise ensuite comme il suit :

	Bœuf.	Porc.
Rayons réfléchis à la première surface de l'auge ( $\frac{1}{4}$ pour 100) . . . . .	1,3	1,3
Rayons absorbés par l'humeur aqueuse.	17,1	18,4
Rayons réfléchis à la deuxième surface ( $\frac{1}{4}$ pour 100) . . . . .	0,5	0,5
<b>Rayons transmis</b> . . . . .	<u>13,3</u>	<u>14,2</u>
Rayons transmis par la cornée entre ses verres . . . . .	32,2	34,4

Or dans l'œil, les cornées de bœuf et de porc transmettent réellement 36,2 et 38,5 à l'humeur aqueuse; il faut

donc forcer proportionnellement à cette augmentation les nombres 17,1 et 18,4 qui représentent ici l'absorption de cette humeur.

On a donc enfin :

*Rayons absorbés dans l'œil par l'humeur aqueuse (lampe à modérateur).*

Bœuf.	Porc.
19,2	20,6

Un nouveau cinquième du flux total est donc absorbé dans l'humeur aqueuse.

### *Cristallin.*

On aurait pu déterminer le pouvoir absorbant de ce milieu en le plaçant derrière le système de la cornée et de la couche d'humeur aqueuse préparées comme il a été expliqué plus haut ; mais, outre que ce moyen eût manqué d'élégance, le grand nombre de réflexions à travers un système aussi complexe eût rendu les déterminations incertaines. On a opéré d'une manière beaucoup plus directe. Pour cela, on détachait de l'œil la moitié postérieure qui emportait avec elle l'humeur vitrée, et il restait une espèce de lentille complexe formée de la cornée, de l'humeur aqueuse et du cristallin. On prenait la transmission de cette lentille en la plaçant dans un étui tout à fait semblable à ceux qui servaient pour l'œil entier, à cela près qu'il était moins profond. Les transmissions moyennes corrigées d'abord de la seconde réflexion donnaient, par différence avec la transmission de l'humeur aqueuse, le nombre de rayons arrêtés par le cristallin. On a obtenu ainsi :

*Rayons absorbés dans l'œil par le cristallin.*

Bœuf.	Porc.
6,8	7,2

*Humeur vitrée.*

Nous connaissons maintenant le nombre de rayons absorbés par la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin. D'un autre côté, nous savons combien de rayons parviennent à la rétine, nous pouvons donc conclure l'absorption de l'humeur vitrée par une simple différence. C'est ce qui a été fait dans le tableau suivant, qui présente le résumé des déterminations précédentes.

*Absorption de la chaleur rayonnante émanée d'une lampe à modérateur dans les milieux de l'œil.*

	BOEUF.	MOUTON.	PORC.
Rayons réfléchis à la surface de la cornée.....	4	4	4
Rayons absorbés par la cornée.....	59,8	56,9	57,5
Rayons absorbés par l'humeur aqueuse	19,2	30,7	20,6
Rayons absorbés par le cristallin.....	6,8		7,2
Rayons absorbés par l'humeur vitrée..	2,5		1,6
Rayons qui parviennent à la rétine....	7,7	8,4	9,1
Rayons incidents.....	100,0	100,0	100,0

Les données précédentes ont permis de construire les courbes qui donnent la représentation géométrique du phénomène. On a pris pour ordonnées les quantités de chaleur transmise, et pour abscisses les épaisseurs des milieux.

Voici d'abord des mesures moyennes de ces épaisseurs :

	BOEUF.	MOUTON.	PORC.
Cornée.....	0,93	0,71	0,8
Humeur aqueuse.....	4	3,3	2,6
Cristallin.....	12	9,3	7,5
Humeur vitrée.....	18,5	12,7	10
Diamètre antéro-postérieur interne. .	35,43	26,01	20,9

*Éléments de la construction de la courbe.*

DISTANCES A LA SURFACE DE L'ŒIL.		RAYONS transmis par les milieux.	ORDONNÉES de la courbe.	DIFFÉRENCES.
Face postérieure de la cornée (mouton).....	mm 0,71	39,1	39,1	0
Face postérieure de la cornée (porc).....	0,80	38,5	37,7	+ 0,8
Face postérieure de la cornée (bœuf).....	0,93	36,2 *	36,2	0
Face antérieure du cristallin (porc).....	3,4	17,9	18,8	- 0,9
Face antérieure du cristallin (bœuf).....	4,9	17,0	16,3	+ 0,7
Face postérieure du cristallin (porc).....	11,0	10,7	11,5	0,8
Face postérieure du cristallin (bœuf).....	16,9	10,2	10,2	0,0
Fond de l'œil (porc).....	20,9	9,1	9,1	0,0
Id. (mouton).....	26	8,4	8,4	0,0
Id. (bœuf).....	35,4	7,7	7,7	0,0

La première colonne contient les distances de chaque limite de milieu à la surface de l'œil (sur la figure de la Planche l'unité pour les abscisses est égale à 5 millimètres, et pour les ordonnées à 1 millimètre).

La deuxième colonne donne les transmissions des milieux telles qu'elles résultent des déterminations expérimentales.

La troisième colonne contient les ordonnées correspondantes dans la courbe régulière qui relie autant que possible les lignes représentant ces transmissions.

La quatrième colonne donne enfin les différences entre les ordonnées de la courbe et les déterminations expérimentales. On voit que les plus grandes différences ne s'élèvent pas à 1 pour 100.

Ainsi, sauf de très-légères différences, il est possible de relier toutes les ordonnées de transmission pour les yeux de bœuf, de mouton, de porc par une seule et même courbe. Ce résultat nous conduit aux conclusions suivantes :

1°. Les milieux des yeux appartenant aux divers genres de mammifères agissent de la même manière sur la chaleur rayonnante.

2°. Les différents milieux d'un même œil agissent comme le ferait un seul et même milieu.

On pourrait se demander maintenant si les huit ou neuf rayons qui parviennent à la rétine contiennent de la chaleur obscure. Je pense qu'ils en contiennent fort peu, et cela me paraît résulter d'une manière évidente, de la forme de la courbe d'absorption qui, aux abscisses répondant au fond de l'œil, est déjà parallèle à l'axe horizontal. D'un autre côté, les milieux que nous étudions sont d'une transparence parfaite pour la lumière. Nous concluons de tout ceci que les milieux de l'œil possèdent cette belle propriété d'opérer une séparation complète entre les radiations obscures et celles qui sont lumineuses. Ne pourrait-on pas encore, bien que les questions qui touchent à la théorie de l'identité de la chaleur et de la lumière demandent une grande circonspection, ne pourrait-on pas, dis-je, regarder comme infiniment probable que ces huit à neuf centièmes de chaleur parvenant à la rétine ne sont que l'expression du pouvoir calorifique des radiations lumineuses contenues dans le flux incident. Pour moi, je n'hésite pas à le croire, et c'est dans ce sens que je compte poursuivre l'étude des questions physiques que j'ai entreprises sur l'œil.

### § III. — THERMOCHROSE DES MILIEUX.

L'identité des courbes de transmission pour les différents yeux et la régularité de la courbe pour un même œil nous avaient fait conclure que la diathermanéité et la thermo-

chrose des milieux de l'œil étaient les mêmes. Nous nous proposons ici de confirmer cette proposition et de déterminer la nature de cette thermochrose en lui cherchant un terme de comparaison.

Or, si nous remarquons que l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée sont des liquides qui contiennent plus de 98 pour 100 d'eau, on sera amené à penser que le mode d'action de ces milieux doit offrir une grande similitude avec celle que l'eau exerce sur la chaleur rayonnante, et s'il est vrai que tous les milieux de l'œil ont la même thermochrose, cette similitude d'action avec l'eau devra encore se soutenir pour le cristallin et la cornée. J'ai examiné d'abord l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée. Pour comparer leur thermochrose avec celle de l'eau, je mesurais la transmission de ces humeurs et de ce liquide placés successivement dans des auges de diverses épaisseurs pour des flux de chaleur de qualités très-différentes, c'est-à-dire dans lesquelles dominaient successivement des rayons appartenant à toutes les parties du spectre calorifique. Il est clair, en effet, que si deux épaisseurs identiques de deux corps transmettent le même nombre de rayons pour toute espèce de source, c'est une preuve que leur action sur les rayons de toute longueur d'onde est la même, et dès lors que leur thermochrose et leur diathermanité sont semblables.

Pour réaliser expérimentalement ces épreuves, il était évidemment suffisant de prendre trois ou quatre sources de chaleur de qualités très-différentes : par exemple, une source de chaleur obscure ou formée de rayons à grande longueur d'onde ; une source qui commence à être lumineuse (la spirale de platine) ; une source très-lumineuse (la lampe à modérateur) ; enfin, une source presque exclusivement formée de rayons à très-courte longueur d'onde (le flux de la lampe à modérateur ayant déjà traversé une assez forte épaisseur d'eau).

*Transmissions comparées de l'humeur aqueuse et de l'eau pour diverses sources.*

	CHALEUR obscur.	CHALEUR de la spirale de platine.	CHALEUR de la lampe à modérateur.	CHALEUR de la lampe à modérateur ayant traversé 22 <sup>mm</sup> de glace.	CHALEUR de la lampe à modérateur ayant traversé 20 <sup>mm</sup> d'eau.
Couche d'humeur aqueuse de 1 millimètre d'épaisseur...	0,0	4,4	"	"	"
Eau, même auge. ....	0,0	4,6	"	"	"
Couche d'humeur aqueuse de 3 millimètres d'épaisseur...	"	"	20,7	25,1	83,2
Couche d'eau de même épais- seur, même récipient...	"	"	21,4	24,6	84,7
Couche de 10 millimètres d'é- paisseur, humeur aqueuse...	"	"	13,5	"	"
Couche de 10 millimètres d'é- paisseur, eau.....	"	"	13,5	"	"

*Transmissions comparées de l'humeur vitrée et de l'eau  
pour diverses sources.*

	CHALEUR de la spirale de platine.	CHALEUR de la lampe à modérateur.	CHALEUR de la lampe à modérateur ayant traversé 1 <sup>mm</sup> d'eau.
Couche d'humeur vitrée de 1 milli- mètre d'épaisseur.....	4,8	"	"
Couche d'eau de même épaisseur (même récipient).....	4,8	"	"
Couche d'humeur vitrée de 8 <sup>mm</sup> ,5 d'épaisseur.....	"	14,8	39,5
Couche d'eau de même épaisseur (même récipient).....	"	14,8	39,5

Il résulte de la concordance presque parfaite des nombres rapportés dans ces deux tableaux, que l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée de l'œil agissent sur la chaleur rayonnante d'une manière tout à fait semblable à celle de l'eau.

Poursuivons cette étude sur les autres milieux.

Pour obtenir cette comparaison à l'égard du cristallin, il paraissait indispensable de pouvoir reproduire une lentille d'eau de dimensions identiques à celles de ce corps et de mesurer les transmissions de ces deux milieux pour les diverses sources; mais cette méthode présentait des difficultés que nous avons tournées en opérant ainsi :

Dans un disque de liège d'épaisseur plus petite que celle du cristallin, on pratiquait une ouverture circulaire capable de le loger. Sur l'une des faces de cette couronne de liège, on fixait à la cire une feuille de verre mince ( $0^{\text{mm}}, 13$ ), on introduisait alors le cristallin et on plaçait dessus un second verre; en appuyant légèrement et peu à peu, on faisait fléchir cette lentille sans la fendre et de manière que le verre arrivât à toucher le liège; alors on le fixait à la cire et l'on passait aux expériences de transmission (1). Ces mesures prises, on enlevait la petite pièce *a*, et avec un fil recourbé *m* (*fig. 12*) on retirait le cristallin à la place duquel on versait de l'eau; remettant alors la pièce *a*, on recommençait la même série de déterminations. Par là on pouvait comparer le cristallin, et une couche d'eau d'épaisseur égale et placée dans des conditions identiques.

---

(1) Quoique le cristallin pressé entre deux verres plans constitue un système à faces parallèles, il forme encore des images réelles à son foyer qui est seulement situé un peu plus loin que dans l'état naturel. Nous proposons cette expérience comme une démonstration très-simple de l'existence dans cette lentille de couches centrales à indices de réfraction plus élevés.

*Transmissions comparées du cristallin et d'une égale épaisseur  
d'eau pour la chaleur de la lampe à modérateur.*

Les transmissions sont  
entre elles comme les nombres.

Cristallin de bœuf.....	}	20 : 19,5.
Eau, même épaisseur.....		
Cristallin de bœuf.....	}	9,1 : 9.
Eau, même épaisseur.....		

*Cornée.*

Venons enfin à la cornée. C'est à l'égard de cette membrane qu'on aurait pu le moins soupçonner un pouvoir d'absorption semblable à celui de l'eau, et cependant nous allons voir qu'il est tout à fait identique.

Voici le mode d'expérimentation adopté : il nous paraît à l'abri de toute espèce d'objection.

La cornée était isolée et préparée comme il a été expliqué au § II; mais de plus on avait le soin d'employer des verres assez grands, afin qu'il restât à côté la place nécessaire pour loger une lame d'eau de même étendue que cette membrane. Lors donc que la cornée était placée entre les verres et qu'on s'était assuré du parallélisme des faces du système, on scellait à la cire chaude trois de ses quatre tranches, et l'on introduisait ensuite par la quatrième tranche laissée ouverte la quantité d'eau nécessaire pour remplir le vide. On mesurait alors la transmission de la cornée et de l'eau placée à côté d'elle, en croisant les expériences. Or, nous devons dire que nous n'avons pu jamais saisir la plus légère différence entre ces transmissions comparées.

Voici les nombres :

	CHALEUR obscur.	SPIRALE de platine.	LAMPE à modérateur.	CHALEUR de la LAMPE A MODÉRATEUR ayant traversé	
				1 <sup>me</sup> d'eau.	8,05 d'eau.
Cornée de porc.....	0,0	"	36,4	69,3	
Eau.....	0,0	"	36,4	69,3	
Cornée de bœuf....	"	"	33,8	"	86,2
Eau.....	"	"	33,8	"	86,2
Cornée de bœuf....	"	"	34,0	"	"
Eau.....	"	"	34,0	"	"
Cornée de mouton..	"	8,3	34,2	"	"
Eau.....	"	8,3	34,2	"	"

Il nous paraît résulter des tableaux que nous venons de construire sur les transmissions comparées des milieux de l'œil avec l'eau, que l'action de ces milieux sur la chaleur rayonnante est identique à celle de l'eau elle-même, et que dès lors leur thermochrose se trouve fixée (1). Cette conformité d'action des milieux nous explique comment, en mesurant l'absorption de chaque milieu et en construisant la courbe d'absorption, nous étions arrivés à une courbe générale dont les différentes parties s'accordaient entre elles à former une courbe continue, et telle qu'aurait pu la donner un seul et même milieu. On voit comme conséquence de ces derniers résultats que nous sommes en mesure d'as-

(1) Pensant que la cornée devait à l'eau qu'elle contient son pouvoir absorbant sur la chaleur, je laissai dessécher, avec des précautions particulières, une cornée de bœuf entre deux verres; elle conserva une transparence parfaite et diminua d'épaisseur; dans cet état, son pouvoir absorbant était en effet énormément diminué, car elle transmettait 60 pour 100 de chaleur de la lampe à modérateur et 20 pour 100 de celle de la spirale.

signer très-exactement la quantité de chaleur qui, dans l'œil humain, parvient à la rétine, bien que nous n'ayons pu opérer particulièrement sur lui ; car, s'il s'agissait de la chaleur de la lampe à modérateur, par exemple, il suffirait de prendre sur la courbe que nous avons construite une abscisse égale à la profondeur de cet œil, qui est en moyenne de 24 millimètres ; l'ordonnée correspondante représenterait, à l'échelle adoptée, la valeur de cette absorption. On trouverait ainsi un nombre fort approché de 8,7.

Plusieurs questions de physiologie pourraient se résoudre au moyen des propositions que nous exposons. On sait, par exemple, que dans le cas de la cataracte opérée soit par extraction, soit par abaissement du cristallin, les malades peuvent recouvrer, en s'aidant de verres très-puissants, l'usage intégral de l'œil opéré ; or on peut se demander si dans ce cas la rétine reste suffisamment protégée contre l'action de la chaleur rayonnante. Remarquant alors que le cristallin absent est remplacé par de l'humeur aqueuse sécrétée extraordinairement et s'appuyant sur l'égalité des thermochroses des milieux de l'œil, on pourra affirmer que la quantité de chaleur qui dans cet œil parvient à la rétine, n'est point changée.

## RÉSUMÉ.

1°. Chez les animaux supérieurs, les milieux de l'œil, qui sont d'une transparence si parfaite pour la lumière, possèdent au contraire la propriété d'absorber d'une manière complète les rayons de chaleur obscure, opérant ainsi une séparation des plus nettes entre ces deux espèces de radiations.

2°. Au point de vue physiologique, cette propriété des milieux paraîtra importante sous le rapport de la protection qui en résulte pour la rétine, si l'on considère que dans nos meilleures sources artificielles de lumière (lampe Car-

cel, etc.), l'intensité calorifique de ces radiations obscures est décuple de celle des radiations lumineuses.

3°. Ces radiations obscures s'éteignent en général avec une rapidité extrême dans les premiers milieux de l'œil : pour la source citée, la cornée en absorbe les deux tiers ; l'humeur aqueuse les deux tiers du reste ; de sorte qu'une fraction extrêmement faible se présente aux autres milieux.

4°. Quant à la cause de cette propriété des milieux de l'œil, elle réside tout entière dans leur nature aqueuse ; leur thermochrose est identique à celle de l'eau.

5°. Enfin une dernière réflexion semble naturelle à l'égard de nos sources artificielles de lumière : ne doit-on pas les considérer comme bien imparfaites encore, puisqu'il existe pour les meilleures d'entre elles une si grande disproportion entre les rayons utiles et ceux qui sont étrangers au phénomène de la vision : disproportion qui se retrouve nécessairement entre la dépense totale et celle qui serait théoriquement nécessaire.

## HISTORIQUE.

L'œil a été le sujet d'un grand nombre de recherches, et à des points de vue bien divers. Cependant, lorsque j'ai entrepris ce travail (en janvier 1859, et en septembre de la même année, les principales conclusions ont été déposées, dans une lettre cachetée, à l'Académie), je pensais qu'on n'avait jamais essayé de constater, et encore moins de mesurer l'absorption de la chaleur rayonnante dans cet organe. En m'occupant des dernières recherches pour la rédaction de ce travail, j'ai trouvé que M. Tyndall, physicien anglais très-distingué, avait fait une expérience sur l'œil à propos d'un travail sur la thermochrose des gaz (lecture faite à l'Institution royale, 10 juin 1859).

Je désire laisser à M. Tyndall, comme c'est justice, le bénéfice de la priorité de publication pour l'expérience ou les

expériences qu'il a pu faire. Ceci posé, je dirai que ce physicien a reconnu que les rayons calorifiques situés au delà du rouge étaient totalement arrêtés par l'humeur vitrée, et il en conclut que si ces rayons n'excitent pas la sensation de lumière, c'est probablement parce qu'ils ne parviennent jamais à la rétine.

Cette conclusion ne me paraît pas résulter nécessairement de l'expérience ; car, s'il est vrai que ces rayons obscurs ne parviennent pas à la rétine, il faut remarquer que lors même qu'ils y parviendraient, la grande différence de longueur d'onde qu'ils présentent avec les rayons lumineux ne permettrait pas de conclure qu'ils agiraient sur la rétine à la manière des rayons lumineux. Je ferai remarquer, en outre, que ce n'est pas dans l'humeur vitrée que la chaleur rayonnante obscure est absorbée, mais bien dans la cornée et les premiers milieux de l'œil ; lorsque le flux arrive à l'humeur vitrée, il est tellement dépouillé de ses rayons calorifiques obscurs, qu'il ne cède à ce milieu qu'une proportion insignifiante de chaleur.

*Vu et approuvé,*

Le 17 juillet 1860,

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,  
MILNE EDWARDS.

*Permis d'imprimer,*

Le 17 juillet 1860,

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE LA SEINE,  
ARTAUD.

## SECONDE THÈSE.

---

### PROPOSITIONS DE CHIMIE DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

I. De la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques.

II. Comparaison entre les composés de l'oxygène et ceux du soufre.

III. Des carbures d'hydrogène.

IV. Des composés cyaniques.

*Vu et approuvé,*

Le 17 juillet 1860,

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,

MILNE EDWARDS.

*Permis d'imprimer,*

Le 17 juillet 1860,

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE LA SEINE,

ARTAUD.

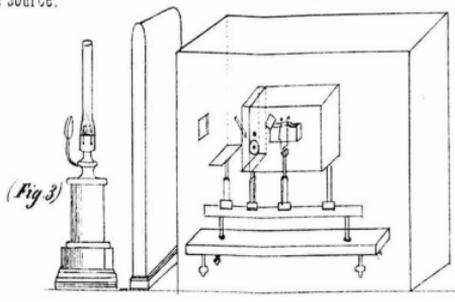
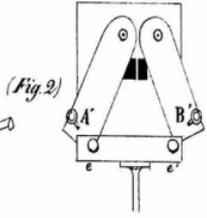
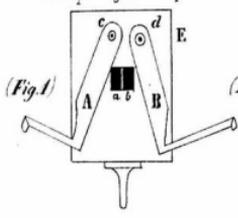
# Mémoire sur l'absorption de la chaleur rayonnante dans l'œil par J. JANSSEN

Disposition générale du banc

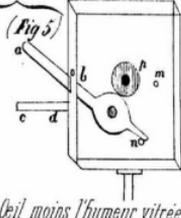
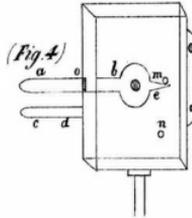
Ecran à fenêtres pour la graduation du galvanomètre avec une seule source.

Face qui regarde la pile.

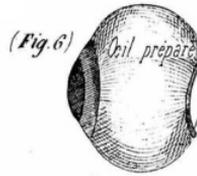
Face qui regarde la source



Ecran-porte objet.

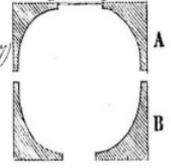


Œil moins l'humeur vitrée.



Œil - vue perspective.

Œil - coupe verticale.



Œil contenant l'œil (coupe verticale.)

Fig. 8.

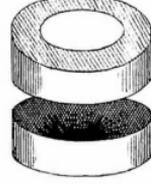
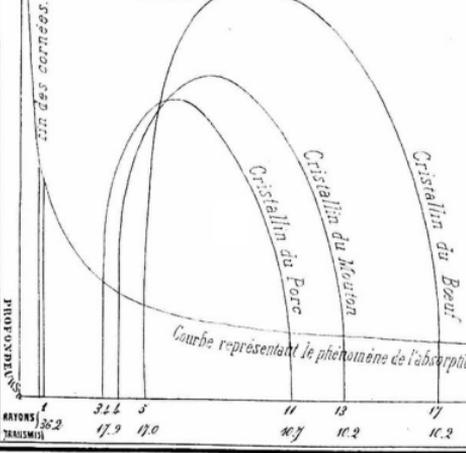
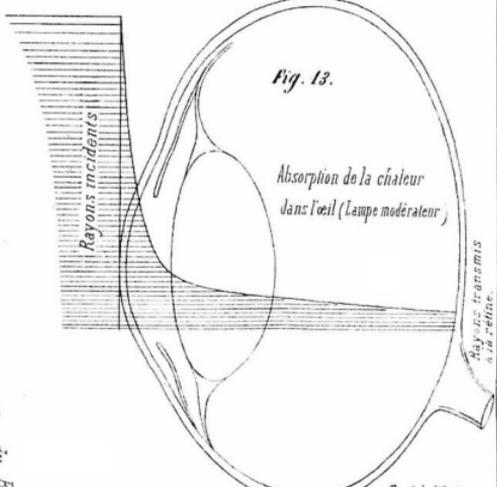
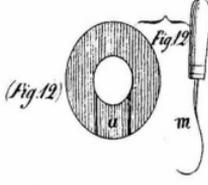
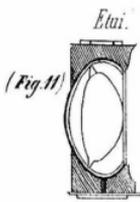


Fig. 9.



Courbe représentant le phénomène de l'absorption de la chaleur rayonnante dans les yeux (Lampe modérateur)

Ed. Puyot n.d. 1882