

Chapter V

**JEAN MÉRY'S
NEUTRALIZATION OF CORNEAL
DIOPTIC POWER IN A LIVING EYE**

INTRODUCTION

The presentation, on 12th November 1704, to the French Royal Academy of Sciences of a memoir under the title « *Des Mouvements de l'Iris et par occasion de la Partie Principale de l'Organe de la Vuë* » (*On the Movements of the Iris and on Occasion of the Principal Part of the Organ of Sight*) by Jean Méry, surgeon at the Hôtel-Dieu Hospital in Paris, was to provide the opportunity for commentaries and controversies among the French academicians for many years to come.

Jean Méry had reported to the Academy the observation that, by submerging the head of a living cat in water, one provoked dilatation of the pupils, which could not be reduced by light. In this way, the elements of the fundus oculi are rendered visible. That occurs, according to Méry, by flattening the irregularities of the surface of the cornea by contact with water.

Méry's memoir is without question the first publication, not only of the visualization of the elements of the fundus oculi, but also of the neutralization of corneal dioptric power of a living eye in a liquid, which is an essential part of optical contact systems. It is this aspect for which Méry is responsible that will be described in the pages to follow.

The academicians seemed to doubt, at least in part, the value of the interpretations that Méry gave for his observations. In any event, however, the academician *Philippe de la Hire* presented, five years later, on Wednesday 20th March 1709, under the harmless title of “*Explication de Quelques Faits d'Optique et de la Manière dont se fait la Vision*” (*Explanation of Several Optical Facts and of the Manner in which Vision Occurs*) a communication which put in question Méry's interpretation of his observation.

The record of the proceedings of the sessions of the Academy makes mention of the presence of Méry in the audience, but does not contain reference to final remarks or discussion. Around this time, there started a period of controversies between Méry and *La Hire*, which lasted until 1712, and these are documented in *Fontenelle's* editorials. *Fontenelle* was, at that time, Permanent Secretary to the Academy. The documents are preserved in the Archives of the French Royal Academy of Sciences.

Table 5 - 1

Chronology of the lectures and publications at the Royal Academy of Sciences on corneal neutralization between 1704 and 1712

1704 THE LECTURE OF JEAN MÉRY AND FONTENELLE'S COMMENT.

Méry. « *Des Mouvements de l'Iris et par Occasion de la Partie Principale de l'Organe de la Vue* » (*On the Movements of the Iris and on Occasion of the Principal Part of the Organ of Sight*)
Record of the Proceedings of the Royal Academy of Sciences, vol. 23, p. 277 verso to 283 verso (12th November 1704) and Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1704, 261-271, Paris, Jean Boudot, 1707.

Fontenelle. « *Sur l'Iris de l'Oeil* » (*On the Iris of the Eye*).
Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1704, 12-17, Paris, Jean Boudot, 1707.

1709 LA HIRE'S CORRECTION AND FONTENELLE'S COMMENT.

La Hire. « *Explication de Quelques Faits d'Optique et de la Manière dont se fait la Vision* » (*Explanation of Several Optical Facts and of the Manner in which Vision Occurs*).
Record of the Proceedings of the Royal Academy of Sciences, vol. 28, p. 103 recto to 113 verso (20th March 1709) and Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1709, 95-106, Paris, Jean Boudot, 1711.

Fontenelle. « *Sur Quelques Faits Particuliers d'Optique* » (*On Several Special Points of Optics*).
Histoire de l'Académie royale des Sciences pour l'Année 1709, 90-92, Paris, Jean Boudot, 1711.

1710 FIRST REPLY OF MÉRY AND FONTENELLE'S COMMENT

Méry. « *Réponse à la Critique de M. de La Hire du 20 Mars 1709. Première Partie* » (*Reply to the Criticism of Mr. de La Hire of 20th March 1709. First Part*)
Record of the Proceedings of the Sessions of the Royal Academy of Sciences, vol. 30, p. 175 recto to 188 verso (7th June 1710) and Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1710, 374-381, Paris, Jean Boudot, 1712.

Fontenelle. « *Sur l'Iris de l'Oeil* » (*On the Iris of the Eye*)
Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1710, 33-34, Paris, Jean Boudot, 1712.

1712 SECOND AND THIRD REPLIES OF MÉRY

Méry. « *Réponse à la Seconde Partie de la Critique de M. de La Hire, du 20 Mars 1709* » (*Reply to the Second Part of the Criticism of Mr de La Hire, of 20th March 1709*)
Record of the Proceedings of the Sessions of the Royal Academy of Sciences vol. 31, p. 36 recto, 52 verso, (17th February 1712).

Méry. « *Réponse à la 3e Partie de la Critique de M. de La Hire, du 20 Mars 1709* » (*Reply to the Third Part of the Criticism of Mr de La Hire, of 20th March 1709*)
Record of the Proceedings of the Sessions of the Royal Academy of Sciences, vol. 31, p. 319 verso to 334 recto (27th August 1712).

Fontenelle. « *Sur l'Expérience des Yeux du Chat Plongé dans l'Eau* » (*On the Experiment of the Eyes of the Cat Plunged into Water*)
Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1712, 73-74, Paris, Imprimerie Royale, 1714.

1 - SOURCE DOCUMENTS

(Table 5 - 1)

The memoirs of *Méry* and *La Hire* to the Royal Academy of Sciences are transcribed in the record of the proceedings of this Society. They have been copied out, starting with documents, notes and penned items, of which certain ones are grouped in “session folders”. Only a small selection of the debates and the communications has been printed in the *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* (Memoirs of the Royal Academy of Sciences).

The majority of historians have used these printed transcriptions, although they do not provide an exhaustive account of the proceedings of the works and reflections of the Academy. This is partially explained by the fact that those with editorial responsibility exercised a scrupulous choice and even measure of censure on these publications (1). It is equally probable that the vehemence of the exchanges and the often obscure controversy surrounding them motivated *Fontenelle*, secretary and editor of the *Mémoires*, not to publish those documents. Consequently, they are only accessible through the records of the proceedings of the sessions of the Royal Academy. For these reasons, I have consulted as far as possible the original sessional proceedings. I found them to be calligraphed in elegant handwriting in “Annual Records”. They are practically free of corrections and the pages are sequenced in chronological order and numbered on the front side of each page. These records of the proceedings are preserved in Paris in the Archives of the Academy of Sciences and can be consulted in the form of photocopied reproductions or on microfilm, but only occasionally in the original form (2). Of course, we must unfortunately accept that the Proceedings give only a filtered echo of the debates and of the discussions, which could have taken place in several sessions.

I have divided the documents concerning neutralization of corneal dioptric power by immersion of the eye into three groups and I will analyze these as follows:

- the communication of 12th November 1704 by *Jean Méry* of the observations noted at the time of the immersion of the cat, and the editorial of *Fontenelle* who referred to it,
- the presentation of 20th March 1709 by *Philippe de la Hire* of his interpretation of *Méry's* observations, and the corresponding editorial of *Fontenelle*,
- the three replies of *Méry* (one in 1709 and two in 1712) to the criticism of *La Hire* and the two editorials of *Fontenelle* referring to that.

Study Procedure

In this study, I have analysed in depth the records of the proceedings of the Royal Academy of Sciences since 1704, the year of *Méry's* presentation, until 1712, at which time the controversies seemed to cease. After photocopying and numbering the relevant pages of the

1. So as not to upset the French King and his Prime Minister, on whom depended the distribution of grants.
2. I thank the archivists of the French Academy of Sciences (23, Quai de Conti, Paris VI) for making the documents available.

records of the proceedings for the years of the study, I transcribed these textual extracts into modern French. Deciphering was not always easy, but was facilitated by comparison with the *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* for the corresponding years, where these texts have been reproduced. In the light of their interpretation, and to position them in the context of the cognitions of that time, I have juxtaposed the texts with the excellent editorials in the *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* that are included in the year-book in the form of the first part of the volumes of the *Mémoires*. These editorials are not signed, but I accept that *Fontenelle* (3), as Permanent Secretary of the Academy, has edited them. Their author uses a remarkably clear, elegant and precise style and, furthermore he is very objective regarding relevant material. I have also compared these documents with classical translations and interpretations (4) and with the citations of more recent authors. I believe it is improbable that any of these authors consulted the original proceedings, because they make reference to *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* or because they have received inspiration from the publications of their predecessors (5).

1.1 – MÉRY’S PRESENTATION AND HIS EDITORIAL (1704)

The record of the proceedings of the sessions of the French Royal Academy of Sciences for the year 1704 reports that, on Wednesday 12th November 1704, “*Mr Méry read the following paper: “Des Mouvements de l’Iris et par l’Occasion de la Partie Principale de l’Organe de la Vuë”* (On the Movements of the Iris and on Occasion of the Principal Part of the Organ of Sight) (6). The text, printed in the *Mémoires de l’Académie Royale des Sciences* for the year 1704, was preceded, in the *Histoire* (historical section), by *Fontenelle’s* editorial, called “*Sur l’Iris de l’Oeil”* (On the Iris of the Eye).

1.1.1 – MÉRY’S LECTURE OF 12TH NOVEMBER 1704:

“DES MOUVEMENTS DE L’IRIS”

(Figure 5 - 1)

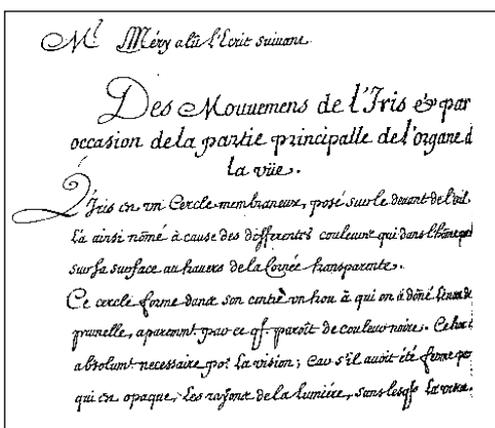


Figure 5 - 1

Extract from the record of the Proceedings of the Royal Academy of Sciences for the Year 1704, volume 23, page 277 verso (Session of Wednesday 12th November 1704). Minute of Jean Méry's lecture: "Mr Méry a lu l'Écrit suivant. "Des Mouvements de l'Iris & par Occasion de la Partie Principale de l'Organe de la Vuë " (Mr. Méry read the following paper: "On the Movements of the Iris and on Occasion of the Principal Part of the Organ of Sight") (Document of the Archives of the Academy of Sciences, Paris)

In his presentation *Des Mouvements de l’Iris et par l’Occasion de la Partie Principale de l’Organe de la Vuë”* (On the Movements of the Iris and on Occasion of the Principal Part

3. Bernard le Bovier de Fontenelle, (1657-1757). For details see Brian et al 1996, p. 115.

4. Hirschberg 1911, Levene 1977, Münchow 1984.

5. The works of Jean Méry have also been collected and published in 1888 by J. H Petit, but this document is rarely cited.

6. Méry 1704, record of the proceedings p. 277 verso - 284 recto and Mémoires p. 261 - 271.

of the Organ of Sight), Jean Méry reported the observations he had made at the time of the immersion of a living cat in water. The drowning of the animal caused dilatation of the pupils, not reducible by strong light, and allowed him to observe the retinal vessels, the extremity of the optic nerve and the choroid:

“When one plunges the head of a living cat in water and exposes its eyes to the rays of the sun, the pupil dilates instead of constricting, the opposite of what happens when the pupil is exposed in the air to the same rays of this star, at which time the pupil constricts instead of dilating.”

«Quand l'on plonge dans l'eau la tête d'un Chat vivant, si l'on expose les yeux aux rayons du Soleil, la prunelle se dilate au lieu de se rétrécir, au contraire exposée dans l'air aux mêmes rayons de cet Astre, la prunelle se rétrécit au lieu de se dilater. » (7)

“You cannot recognize any of the parts contained in the eyes when they are exposed to air, moreover, when they are plunged into water, you see these parts distinctly, except for the humors and the retina.”

« Or on ne peut discerner aucunes des parties contenues dans les yeux exposés dans l'air, plongés qu'ils sont dans l'eau : on les voit distinctement, excepté les humeurs & la rétine. » (8)

The visualization of the internal structures of the eye would have been possible, according to Méry, because of the association of three conditions: mydriasis without pupillary reflex, intense illumination of the interior of the eye, and flattening by water of the irregularities of the corneal surface.

Méry did not recognize the importance of this principal observation of visualization of the fundus and of corneal neutralization. As he indicates in the title, he gives priority to the “*movements of the iris*” and, as opportunity presents, to the “*principal part of the organ of sight*” meaning the choroid.

His presentation starts with a review of the anatomic and physiologic knowledge of that time. The review is incomplete, as it does not take into account the early discussions at the Royal Academy of Sciences on the role of the retina and the choroid respectively. It also documents that he had no knowledge of the circular fibers of the iris, and consequently was not aware of the whole mechanism of dilation of the iris at the origin of pupillary constriction (miosis) (9).

A - THE INTERPRETATION OF MYDRIASIS OF THE CAT BY AN ORIGINAL THEORY OF PUPILLARY MOTILITY

Not knowing of the existence of a sphincter muscle of the iris, Méry and his contemporaries did not possess any valid argument to explain either miosis or mydriasis, nor the particular mydriasis produced in spite of strong illumination on the submerged cat.

In order to explain **miosis**, Méry noted that constriction of the pupil demanded the simultaneous action of light and respiration. He thus proposed an original, but incorrect,

7. Méry 1704, record of the proceedings p. 278 recto and Mémoires p. 261.

8. Méry 1704, record of the proceedings p. 280 recto and Mémoires p. 265.

9. Méry had previously presented observations on the dissection of the eyes of animals to the Royal Academy of Sciences: in 1684 of the eyes of a cat, in 1688 those of a camel and in 1689, those of an ostrich.

theory according to which light would insinuate itself within the nerves of the iris, would there stimulate them and thus fluidify the ‘animal spirits’ (the innervation) which would flow more abundantly in the fibers of the iris. By this way, the fibers of the iris inflated and lengthened « *semblable à celle des corps caverneux de la verge, qui s’allongent à mesure qu’ils reçoivent plus ou moins d’esprits animaux* » (like those of the corpora cavernosa of the penis, that lengthen in proportion to whether they receive more or less animal spirits):

“Therefore you can thus imagine that, as soon as the rays of light enter the globe of the eye, they insinuate themselves inside the nerves, and render the substance of the animal spirits more fluid than it naturally is, and this provides the opportunity for these spirits to flow in the iris fibers more abundantly than they do in darkness.”

« On peut donc penser qu’en même temps que les rayons de la lumière entrent dans le globe des yeux, ils s’insinuent dans leurs nerfs, & rendent la matière des esprits animaux plus fluide qu’elle n’est naturellement, ce qui donne l’occasion à ces esprits de couler dans les fibres de l’Iris plus abondamment qu’ils ne font dans l’obscurité. » (10)

In order to explain **mydriasis**, or dilatation of the pupil, then thought to be constriction of radial fibers in the presumed absence of an iris sphincter muscle, Méry invokes a “spring effect” of the iris fibers. (11)

“As one is not aware of circular muscles of the iris for pupillary constriction, there is reason to believe that the dilation of the pupil depends uniquely on the spring of radial iris fibers which will always terminate in the internal circumference of this circle.”

« Or comme on ne remarque point de fibres circulaires dans l’Iris pour rétrécir la prunelle, il y a lieu de croire que sa dilatation dépend uniquement du ressort des fibres droites de l’Iris qui toutes vont se terminer à la circonférence interne de ce cercle. » (12)

B - THE EXPLANATION OF CORNEAL NEUTRALIZATION BY THE THEORY OF FLATTENING OF CORNEAL FOLDS

Méry based his argument on the observation that the fundus is visible under water, but not in air, in order to deduce that there is an obstacle in the cornea when this is exposed to air that prevents the penetration of light. This obstacle would be made up of corneal irregularities, folds and wrinkles, which would reflect light and prevent illumination and therefore observation of the eye when exposed to air:

“However polished the external surface of the cornea may appear, it is nevertheless always the case that it has many imperceptible inequalities, which, being not at all flat, reflect in the air a large number of rays of light which fall on this membrane.”

« Quelque polie que paraisse la surface extérieure de la cornée transparente, il est néanmoins constant qu’elle a beaucoup d’inégalités imperceptibles, qui n’étant point aplanies réfléchissent dans l’air un grand nombre de rayons de lumière qui tombent sur cette membrane. » (13)

10. Méry 1704, record of the proceedings p. 282 recto and Mémoires p.268.

11. In waiting for the discovery of the iris muscle sphincter by Merkel in 1820, one did not possess any plausible explanation for the mechanism of miosis and mydriasis. The theories put forward by Méry would be accepted to some degree, as, according to Mazzolini (1980), the "Spring Effect" which was taken up again by Zinn (1755) followed by the hypothesis of an erectile structure by Haller (1756).

12. Méry 1704, record of the proceedings p. 278 recto and Mémoires p. 261.

13. Méry 1704, record of the proceedings p. 280 recto and 280 verso and Mémoires p. 265.

It would not be the same situation if the eye would be plunged into water:

“Because the inequalities of the transparent cornea are flattened by this liquid and the pupil is completely dilated, all of the sun’s rays falling on the transparent cornea pass across it and, entering inside the ocular globe, light it up so brilliantly that you can then see the optic nerve head very distinctly and the choroid with all its color and vessels.”

« parce que les inégalités de la cornée étant aplanies par ce liquide & la prunelle tout a fait dilatée, tous les rayons du Soleil qui tombent sur la cornée transparente passent à travers & entrant dans le globe des yeux, ils l’éclairent si fort, qu’on peut voir alors très distinctement l’extrémité du nerf optique, & la choroïde avec toutes ses couleurs & ses vaisseaux. » (13)

C - THE CHOROID, AS PRINCIPAL ORGAN OF SIGHT

Finally, Méry emphasized that the experiment, which renders the fundus visible, would prove that the transparent structures of the eye, notably the crystalline lens, the vitreous and the retina, could not be the organ of sight, and that this function would therefore be attributed to the choroid. This argument, though finding favor with Mariotte (14) could not be defended before the Royal Academy of Sciences, the latter having an official doctrine as it had definitely decided in favor of the retina as the organ of sight.

1.1.2 - FONTENELLE’S EDITORIAL “SUR L’IRIS DE L’OEIL”

(Figure 5 – 2)

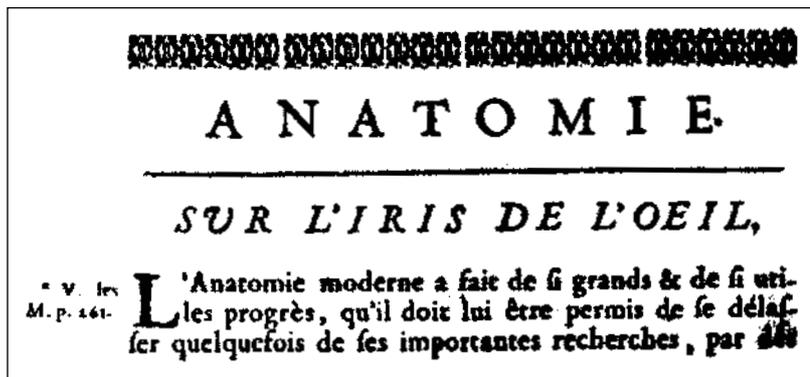


Figure 5 - 2

Fontenelle's comment " Sur l'iris de l'œil " on Méry's presentation.

Extract of the page 12 of the Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1704, Jean Boudot Paris 1707.

At the time of printing, the memoir containing the presentation of Méry was preceded in the “History” section by an unsigned editorial, “*Sur l’Iris de l’Oeil*” (*On the Iris of the Eye*) in which the editorialist, after summarizing the experiment of Méry, expresses his reservations in regard to the author’s interpretation:

“Mr Méry [...] believes that the cornea, [...] is not as smooth and not as coherent as it appears when the eye is in air. Evidently there are some folds and wrinkles, which augment its thickness in the areas where they are situated, rendering it more difficult to penetrate by the rays of light and consequently causing a great number of them to be reflected which are therefore lost for the eye. But in water, these wrinkles and folds flatten out because the membrane is moistened.”

« M. Méry [...] croit que la Cornée, [...] n’est pas aussi lisse ni aussi unie qu’elle le paraît, quand les yeux sont à l’air. Il s’y fait alors des plis & des rides qui augmentant son épaisseur dans les endroits où ils se

14. Mariotte had described the blind spot in 1666. From which discovery he deduced mistakenly that the choroid was the principal organ of vision.

forment, la rendent plus difficile à pénétrer aux rayons & par conséquent en font réfléchir un grand nombre, qui sont perdus pour l'œil. Mais dans l'eau, ces rides & ces plis s'aplanissent parce que la membrane est humectée. » (15)

The writer of the editorial refutes also the Méry's assertion that the choroid and not the retina was at the seat of sight.

1.2 - LA HIRE'S EXPLANATION AND HIS EDITORIAL

1.2.1 – LA HIRE'S LECTURE OF 20TH MARCH 1709: "EXPLICATION DE QUELQUES FAITS D'OPTIQUE"

(Figure 5 - 3)

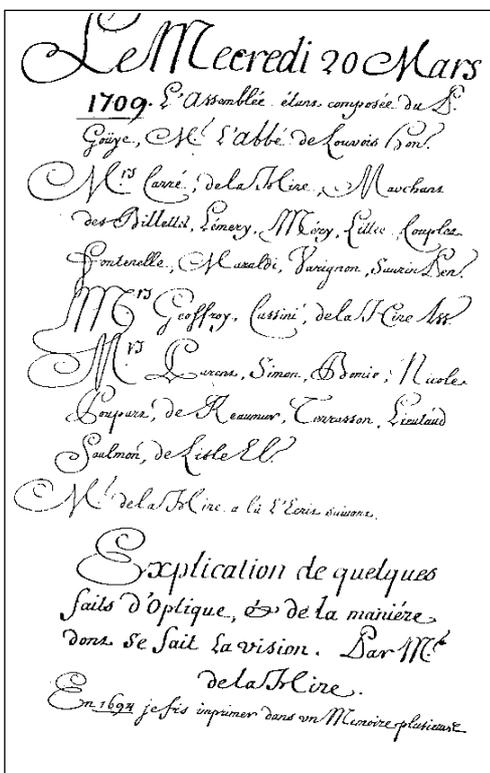


Figure 5 - 3

Extract from the record of the Proceedings of the Royal Academy of Sciences for the Year 1709, page 103 recto (Session of Wednesday 20th March 1709).

Minute of Philippe de La Hire's presentation: " Explication de Quelques Faits d'Optique, & de la Manière dont se fait la Vision " (Explanation of Several Optical Facts, and of the Manner in which Vision Occurs). Note the date of 20th March 1709, and not of 30th March, as usually cited by authors who have not consulted the original document.

(Document of the Archives of the Academy of Sciences, Paris)

On Wednesday 20th March 1709, Philippe de la Hire presented a communication with the harmless title "**Explication de Quelques Faits d'Optique & de la Manière dont se fait la Vision**" (Explanation of several optical facts and of the manner in which vision occurs) (16). This communication, however, fundamentally called into question the interpretations that Méry had given of the fundus oculi of the cat submerged in water. The record of the proceeding lists the presence of Méry in the assembly, but does not include any allusion to possible comments or discussions. The communication printed in 1711 was also preceded by a laudatory editorial.

In his introduction, La Hire recalled that, in 1694, he had published a treatise entitled "**Sur les Differens Accidens de la Vuë**". This communication seemed to La Hire to summarize appropriately the current state of knowledge regarding optics and vision. It had largely expanded on the role of pupillary mobility, to which La Hire attributed inter alia a primordial or fundamental function in the accommodation of the eye to near vision. It also attributed refractive errors to malformations of the ocular optical system (17).

15. Fontenelle 1704, p. 16.

16. The Mémoires de L'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1709 carry the incorrect date of 30th March 1709. This error was repeated in all current citations.

17. See Chapter IV: Philippe de La Hire's Ocular Contact.

There is no doubt that Méry's confused explanations that he gave in 1704 regarding pupillary motility, would have irritated *La Hire* and the latter made no secret of that in his communication without however naming their author. Essentially, he reviewed three points of Méry's presentation:

- pupillary motility,
- change in refraction of the cornea when submerged in water,
- the role of the retina.

Pupillary Motility and Visualization of the Fundus are Explained According to “the Laws of Optics”

(Figures 5 – 4 & 5 – 5)

In order to explain mydriasis, *La Hire* presents two hypotheses, (1) that described by Méry of the “spring effect” of the radial fibres of the dilator muscle of the pupil, and (2) that which he preferred, of the possible existence of a circular muscle, a sphincter muscle, which would serve as antagonist to the dilator muscle:

“You can imagine another muscle of little thickness and resting on the first muscle, the fibers of this muscle would be circular and they would serve as antagonist to the fibers of the first muscle; The circular fibers of this second muscle would then come to separate themselves the one from the other depending on their position, thus closing the pupil [...]; It is this opinion that seems to me the most logical and which I follow most willingly.”

« On pourrait imaginer un autre muscle de peu d'épaisseur & couché sur le premier dont les fibres seraient circulaires & qui lui servirait d'antagoniste ; car les fibres circulaires de ce muscle venant à s'écarter l'une de l'autre suivant leur plan, fermeraient la prunelle, [...] & c'est ce sentiment qui me paraît le plus naturel & que je suis le plus volontiers. » (18)

“The laws of optics” could also explain the mydriasis of the cat. With supporting diagram, *La Hire* explains that, when the cat is submerged, a dispersion of luminous rays is produced by the abolition of the corneal refraction. The light, arriving dispersed at the retina, creates there only “a very weak impression” on the constriction reflex of the pupil, which “does not oblige the pupil to spring back”:

“But if the eye is plunged in water, in order that its surface is perpendicular to the rays that come from the object to the eye, then evidently these rays, meeting the surface of the water will not there undergo any refraction, and they will enter the eye through its humors that will only be little different from the water, and will there experience minimal refraction.”

« Mais, si l'œil est plongé dans l'eau, en sorte que sa surface soit perpendiculaire aux rayons qui viennent de l'objet à l'œil, alors ces rayons rencontrant perpendiculairement la surface de l'eau n'y souffriront aucune réfraction, & ils entreront dans l'œil au travers de ses humeurs qui ne sont que peu différentes de l'eau en y souffrant peu de réfraction. » (19)

For *La Hire* there is evidently no doubt that the refraction at the entrance of the eye is abolished when the eye is immersed in water. He makes a parallel with the fish eye where the corneal dioptric power, also neutralized by water, is compensated by a more convex crystalline lens. (20)

18. *La Hire* 1709, record of the proceedings p. 104 recto - 104 verso and *Mémoires* p. 96.

19. *La Hire* 1709, record of the proceedings p. 106 verso and *Mémoires* p. 98-99.

20. Herschel will take up the same description in 1845.

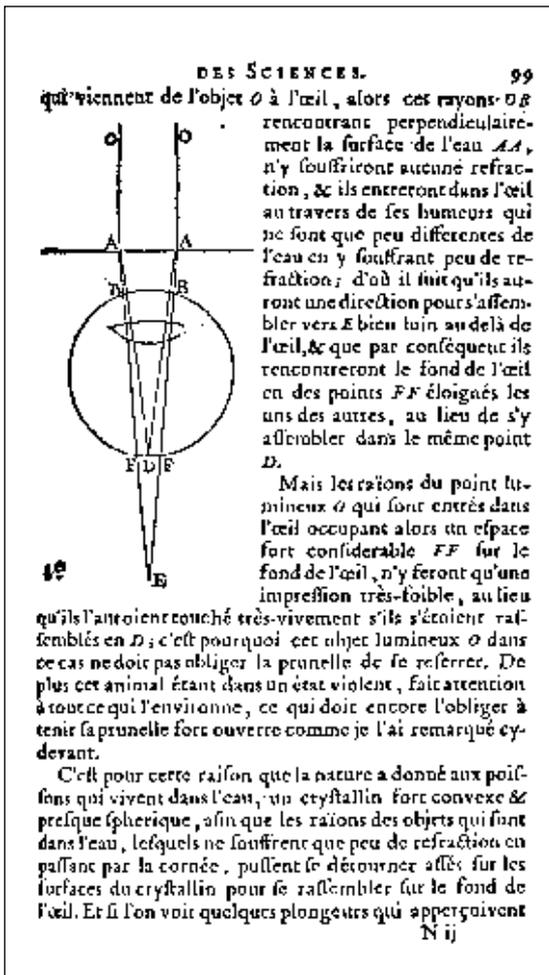


Figure 5 - 4

La Hire's explanation of the pupillary mydriasis by the " laws of optics".
Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1709, page 99.

La Hire explains the pupillary mydriasis of the immersed cat by the dispersed impact of the rays of light on the retina, where they produce a weaker stimulation than if they had been focused by the corneal dioptric power.

"But if the eye BBD is plunged in water AA , with the result that its surface AA may be perpendicular to the rays OB , which come from the object O to the eye, well now then these rays OB in meeting perpendicularly the surface of the water AA , will not there undergo any refraction, but they will enter the eye across its humors which are little different from water in that they will not here undergo any refraction; from which it follows that they will have a direction to gather together towards E far outside of the eye and that as a result they will meet the fundus oculi at points FF , far separated from each other instead of meeting at the same point in D ."

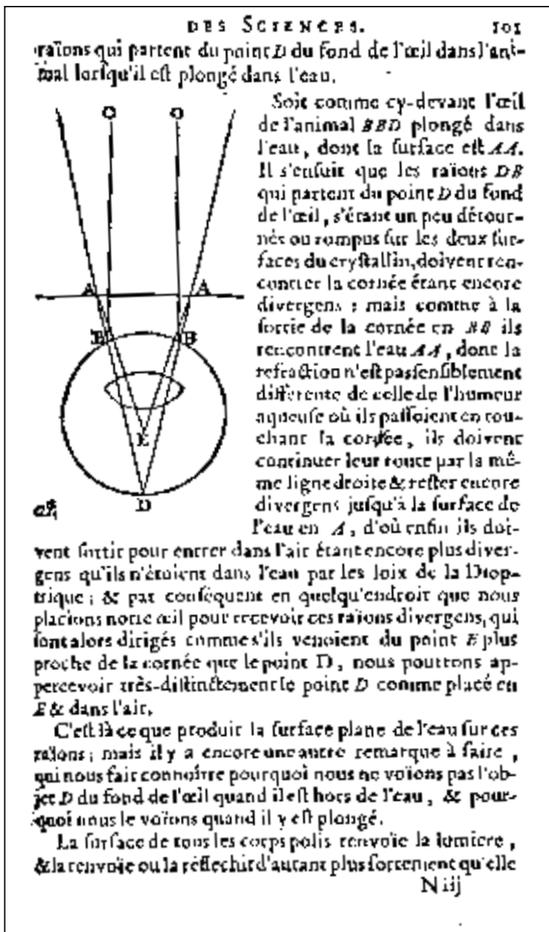


Figure 5 - 5

La Hire's explanation of the visualization of the fundus of the submerged cat.
Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1709, page 101.

By this diagram, La Hire explains the visualization of the fundus of the submerged cat by the fact that, the surface of the water having abolished the corneal dioptric power, the rays coming out of the eye would no longer be parallel, but would diverge and that would make them visible to the observer.

"Let us examine now what must happen to these same rays which leave point D in the fundus oculi of the animal when it is plunged into water.

Let us consider as in the previous example that the eye of an animal BBD is plunged into water of which the surface is AA . It follows that the rays DB , which leave the point D in the fundus, being a little deviated or broken on the two surfaces of the crystalline lens, must meet the cornea when they are more divergent; but as, at the exit of the cornea at BB , they meet the water AA of which the refraction is not perceptibly different from that of the aqueous humor where they pass touching the cornea, from which point they must continue their route by the same straight line and remain more divergent as far as the surface of the water in A , from where they must finally leave in order to enter the air being still more divergent than they were in the water according to the laws of refraction; and as a result, in any position where we were placing our eye in order to receive these divergent rays which are then directed as if they were coming from point E closer to the cornea than point D we will be able to appreciate very distinctly point D as if it were placed at E and in the air."

“This is the reason why nature has given to fishes living in water a more convex and almost spherical lens in order that the rays from objects present in the water that experience only a little refraction when passing through the cornea, may be enabled to change direction sufficiently on the surface of the crystalline lens in order to come together on the fundus”.

« C'est pour cette raison que la nature a donné aux poissons qui vivent dans l'eau, un cristallin fort convexe & presque sphérique, afin que les rayons des objets qui sont dans l'eau, lesquels ne souffrent que peu de réfraction en passant par la cornée, puissent se détourner assez sur les surfaces du cristallin pour se rassembler sur le fond de l'œil. » (21)

The visualization of the fundus would then be explained by the fact that the rays of light, coming out from the eye after crossing its humors, would no longer undergo refraction by the neutralized cornea and would remain divergent after their passage across the surface of the water, where we could perceive them:

“The rays leaving one part of the fundus, being somewhat diverted or broken on the two surfaces of the crystalline lens, must meet the cornea while still divergent. But just as, at the exit from the cornea, they meet the water, of which the refraction is not appreciably different from that of the aqueous humor where they pass touching the cornea, they must continue their route by the same straight line and remain still divergent as far as the surface of the water, whence they must finally leave in order to enter the air more divergent than they were in the water according to the laws of refraction. Consequently, in some place where we may position our eye in order to receive these divergent rays, [...] we will be able to see very distinctly the details of the fundus as if it was placed in air.”

« Les rayons qui partent d'un point du fond de l'œil, [...] s'étant un peu détournés ou rompus sur les deux surfaces du cristallin, doivent rencontrer la cornée étant encore divergents : mais comme, à la sortie de la cornée, ils rencontrent l'eau, dont la réfraction n'est pas sensiblement différente de celle de l'humeur aqueuse où ils passaient en touchant la cornée, ils doivent continuer leur route par la même ligne droite & rester encore divergents jusqu'à la surface de l'eau, d'où enfin ils doivent sortir pour entrer dans l'air étant encore plus divergent qu'ils n'étaient dans l'eau par les lois de la Dioptrique ; & par conséquent en quelque endroit que nous placions notre œil pour recevoir ces rayons divergent, [...], nous pourrions apercevoir très distinctement le point du fond de l'œil comme s'il était placé dans l'air ». (22)

In contrast, as the cornea is like a polished body, it returns and reflects a part of the light by a convex mirror effect, which is no longer the case in water:

“For the cornea, being of convex configuration, there can there be rays which will strike above it obliquely, that will be directed more or less following the axis of the eye of the observer. This does not happen at a flat surface, which would be perpendicular to this axis, where these rays would be reflected following the same inclination to the surface at which they would have met that surface. That is why you will be able to see much more distinctly and without the admixture of extraneous light, those parts of the fundus oculi of the cat's eye when this has been immersed in water than if it were placed in air.”

« Car la cornée étant de figure convexe, il peut y avoir des rayons qui frapperont dessus obliquement, lesquels seront dirigés ou à peu près suivant l'axe de l'œil de celui qui regarde ; ce qui n'arrive pas à une superficie plane laquelle serait perpendiculaire à cet axe, où ces rayons se réfléchiraient suivant la même inclinaison à la superficie, avec laquelle ils l'auraient rencontrée. C'est pourquoi on pourra voir bien plus distinctement & sans le mélange de cette lumière étrangère, les parties du fond de l'œil du Chat plongé dans l'eau que s'il était exposé à l'air. » (23)

21. La Hire 1709, record of the proceedings p. 107 recto and Mémoires p. 99.

22. La Hire 1709, record of the proceedings p. 108 verso-109 recto and Mémoires p. 101.

23. La Hire 1709, record of the proceedings p. 110 recto-110 verso and Mémoires p. 102 - 103.

In these explanations, *La Hire* described the abolition of the interface of reflection of the cornea and its replacement by the interface of the surface of the water and the air. From this fact, the flat surface of water replaces the convex surface of the cornea. By this demonstration *La Hire* replaces the theory of Méry of the infinitesimal and imperceptible folds of the cornea (24) with a logical explanation based on the neutralization of the dioptric power of the cornea.

Finally, *La Hire* still defends the opinion, which the Academy had adopted in the controversy of *Mariotte*, that the retina and not the choroid is the principal organ of sight.

1.2.2 - FONTENELLE'S EDITORIAL

« SUR QUELQUES FAITS PARTICULIERS D'OPTIQUE »

(Figure 5 – 6)

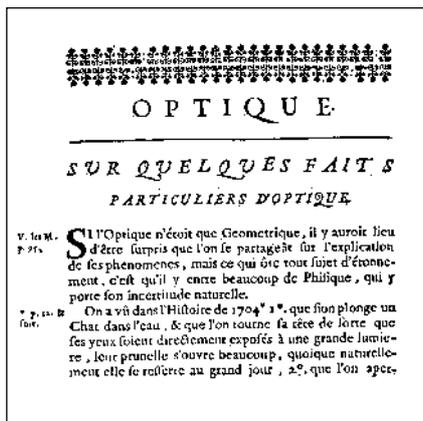


Figure 5 - 6

Fontenelle's comment " Sur quelques faits particuliers d'optique" (On Several Special Points of Optics) on *La Hire's* presentation.

Extract of the page 90 of the *Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1709*, Jean Boudot Paris 1711.

Fontenelle, in the *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* for the year 1709, presents a very elegant correction of his preceding editorial of 1704, where he seemed to have approved the theories of Méry: « *Sur quelques faits particuliers d'optique* » (On several special points of optics). He recalls, that in 1704, he had indicated "that if one plunges a cat in water [...] one views distinctly the fundus of the eyes of this animal." Now "Mr. de *La Hire* has given other explanations of it":

"Mr. de *La Hire* demonstrates that these rays, perpendicular to the water, are not subject to any refraction, and are only subject to a little when they pass from this medium into the humors of the eye because of the small difference between these humors and water."

« M. de *La Hire* démontre que ces rayons perpendiculaires à l'eau n'y souffrant point de réfraction & n'en souffrant qu'assez peu quand ils passent de ce milieu dans les humeurs de l'œil à cause du peu de différence de ces humeurs & de l'eau. » (25)

This would explain poor focusing on the retina and therefore feeble miosis to light. *Fontenelle* comments that:

"The refractions which occur in water elevate the fundus of the eye of the cat, and bring this object close to the eye of the viewer."

« Les réfractions qui se font dans l'eau élèvent le fond de l'œil du Chat, & rapprochent cet objet des yeux du spectateur. » (25)

And above all, water removes the corneal reflections, which would hinder the visualization of the fundus:

24. The theory of the corneal folds had also been accepted by Descartes in order to explain the perception of halos around lights. Traces of the idea of corneal folds are also found in Alhazan, Leonardo da Vinci, Bacon and others.

25. Fontenelle 1709, p. 91.

“ Because the cat’s cornea is convex, it therefore reflects to the eye of the viewer rays at all sorts of angles.[...]. But when the cat is plunged into the situation, as I have described, the surface of the water being a flat surface would not be able to transmit to the viewer’s eye extraneous rays parallel to the axis of vision, but only those which have been received perpendicularly, because the axis of vision for him is then perpendicular.”

« Parce que la Cornée du Chat étant convexe elle réfléchit à l’œil du Spectateur des rayons sous toutes sortes d’angles [...]. Mais quand le Chat est plongé dans la situation que nous avons dit (sic), la surface de l’eau qui est plane ne pourrait envoyer à l’œil du Spectateur des rayons étrangers parallèles à l’axe de la vision que ceux qu’elle aurait reçus perpendiculairement, parce que l’axe de la vision lui est alors perpendiculaire. » (26)

And so Fontenelle’s editorial matches the conclusions of *La Hire*.

1.3 - THE DEBATES AT THE ROYAL ACADEMY OF SCIENCES (1710 – 1712)

The debates extended into the following years. We notice three replies of Méry and a conclusion in the form of an editorial by Fontenelle.

1.3.1 – MÉRY’S THREE REPLIES (Figure 5 – 7)

The reaction of Méry to the criticism of *La Hire* was made in the form of three memoirs to the Academy:

1.) On the 4th and 7th June 1710, he read a first presentation, which was to be published in 1712 under the title “« *Réponse à la Critique de M. de La Hire du 20 Mars 1709* » (Reply to the Criticism of Mr. de La Hire on the 20th March 1709). This memoir deals specifically with the iris, with its musculature and its reflexes. It was made the subject of an editorial by Fontenelle entitled « *Sur l’Iris de l’Oeil* » (On the Iris of the Eye).

2.) The record of the proceedings of the Academy indicates that, on the 6th, the 10th and the 17th of February, and on the 30th March 1712, Méry read the « *Réponse à la Seconde Partie de la Critique de M. de La Hire du 20 Mars 1709 - Problème de Physique - Savoir quelle est de la Rétine ou*

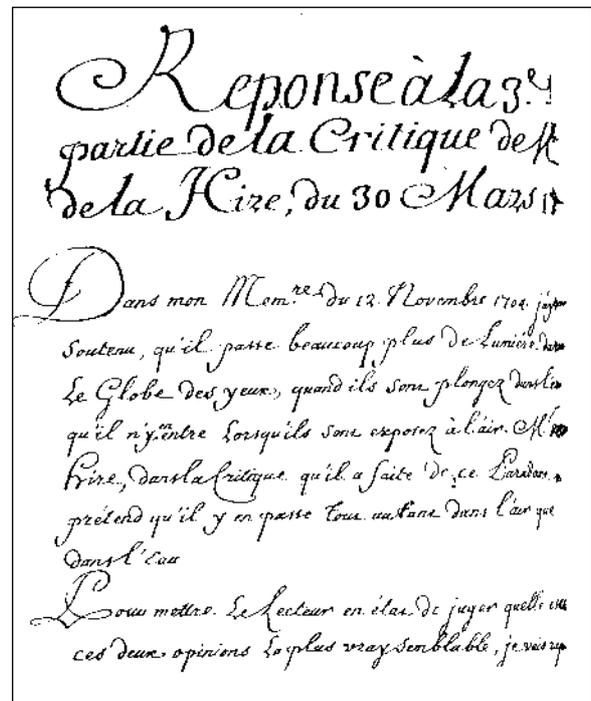


Figure 5 - 7

Extract from the record of the Proceedings of the Royal Academy of Sciences for the Year 1712, volume 31, page 317 (Session of Saturday 27th August 1712).

On the 27th and 30th July and on the 9th and 27th August 1712, according to the Record of the Proceedings, Méry read the " Réponse à la Troisième Partie de la Critique de M. de La Hire du 20 Mars 1709 " (Reply to the Third Part of the Criticism of Mr. de La Hire of the 20th March 1709). This text was not published in the Mémoires. (Document of the Archives of the Academy of Sciences, Paris)

26. Fontenelle 1709, p. 92.

de la Choroïde la Partie Principale de l'Oeil, où se fait la Sensation des Objets Colorés et Lumineux, résolu par M. Méry » (*Reply to the Second Part of the Criticism of Mr. de La Hire of the 20th March 1709 —A problem of Physics— To know which is the Principal Part of the Eye, Retina or Choroid, where the Sensation of Colored and Luminous Objects occurs, resolved by Mr. Méry*). This memoir is unedited and only consultable in the record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences. Of limited interest for our subject, it tries to justify the role of the choroid in visual perception.

3.) Finally, on the 27th and 30th July and on the 9th and 27th August 1712, according to the record of the proceedings, Méry read the « *Réponse à la Troisième Partie de la Critique de M. de La Hire du 20 Mars 1709* » (*Reply to the Third Part of the Criticism of Mr. de La Hire of the 20th March 1709*). This text was not published in the *Mémoires*, nevertheless Fontenelle wrote an editorial of it: « *Sur l'Expérience des Yeux du Chat plongé dans l'Eau* » (*On the Experiment of the Eyes of the Cat plunged into Water*).

The arguments presented by Méry in this third reply to *La Hire* are unconvincing. They rely on complicated demonstrations and painstaking reasoning in order to attribute to the choroid the role of organ of sight or to argue afresh the hypotheses on pupillary motility. We learn nevertheless that Méry lays claim to the priority of the observation of the fundus in the living cat:

“ *Which made me perceive with wonder the choroid, its blood vessels, its different colors and even the extremity of the body of the optic nerves very distinctly.* ”

« *...qui me fit apercevoir avec admiration, la Choroïde, ses Vaisseaux sanguins, ses couleurs différentes, et même l'extrémité du corps des Nerfs optiques très distinctement.* » (27)

He emphasizes that the discovery of the visualization of the fundus of the immersed cat was due to chance alone:

“*I assert ingenuously that I had no other intention than to provide myself with a cat skeleton by drowning the cat, when a view so pleasant presented itself on its own accord to my eyes without looking for it. But I may say also, without vanity, that all of the consequences that I drew from the observation were drawn only from my own reflections.*”

«*J'avoue ingénument que je n'avais d'autre dessein que de me donner un Squelette du Chat que je noyai, quand un spectacle, pour moi si agréable, se présenta de lui-même à mes yeux sans le rechercher ; mais je puis dire aussi sans vanité, que toutes les conséquences que j'en ai tirées, je ne les dois qu'à mes propres réflexions.* » (28)

Méry repeated the experiment with an artificial eye “*which is called the camera obscura*”. Finally, Méry persists with his point of view, in opposition to *La Hire*'s theory of corneal neutralization, the untenable argument that, across an eye wet with tears, one did not see the fundus oculi.

The record of the proceedings of the Royal Academy carries, following this presentation, a remark, which leaves no doubt on the result of the debates:

“ *After this lecture was finished, it appeared that the general sentiment of the Academy was, that the true reason why one does not see the fundus of the cat's eye in air is that the*

27. Méry 1712, record of the proceedings p. 319 verso - 320 recto.

28. Méry 1712, record of the proceedings p. 324 recto.

transparent cornea acts as a mirror and send to the observer his own reflected and very sharp image, so that it stops him seeing anything else except that in the water the cornea does not have these effects. The cornea in air is a convex mirror, of which the focus by reflection is beyond it, and very sharp, and in the water it must no longer be considered as a plane surface, almost homogeneous with water.”

« Après cette lecture finie, il a paru que le sentiment général de l'Académie était que la véritable cause pourquoi on ne voit point dans l'air le fond de l'œil du Chat, c'est que la Cornée transparente y fait office du Miroir, et envoie à l'Observateur son image réfléchie et très vive, ce qui l'empêche de voir autre chose au lieu que dans l'eau la Cornée ne fait point ces effets. Elle est dans l'air un Miroir convexe dont le foyer par réflexion est au-delà d'elle et très vif, et dans l'eau elle ne doit plus être censée qu'une surface plane, presque homogène à l'eau. » (29)

1.3.2 – FONTENELLE'S EDITORIAL « SUR L'EXPÉRIENCE DES YEUX DU CHAT PLONGÉ DANS L'EAU »

(Figure 5 – 8)

And so the discussion seemed over. It remained to draw conclusions from it. Although the text of Méry's communication was not published in the *Memoires* of the year 1712, Fontenelle nevertheless wrote an editorial entitled « *Sur l'Expérience des Yeux du Chat plongé dans l'Eau* » (*On the Experiment of the Eye of the Cat plunged in Water*), published in the *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* for the year 1712:

“One has seen above the main part of the debate between Mr. de La Hire and Mr. Méry on the cat submerged in water. There persists a dispute between them to know why the fundus of the cat's eye appeared illuminated in water and completely disappeared in air. Mr. Méry claimed that, when the animal was immersed in water, more light entered its eyes because its cornea was flattened out, and that in some way it lost its folds and wrinkles by increased uptake of water. But Mr. de La Hire has given a very natural explanation for it, drawn from optical principles.

“The cornea, being in air, acts as a mirror, because it is polished and as a convex mirror because of its configuration. It therefore has its focal point beyond it, that is rather sharp one, and it sends back to the observer his own image, which, because of its sharpness, prevents him from seeing any other object beyond the cornea. But, when this same cornea is in water, the little difference there is between its density and that of water causes the

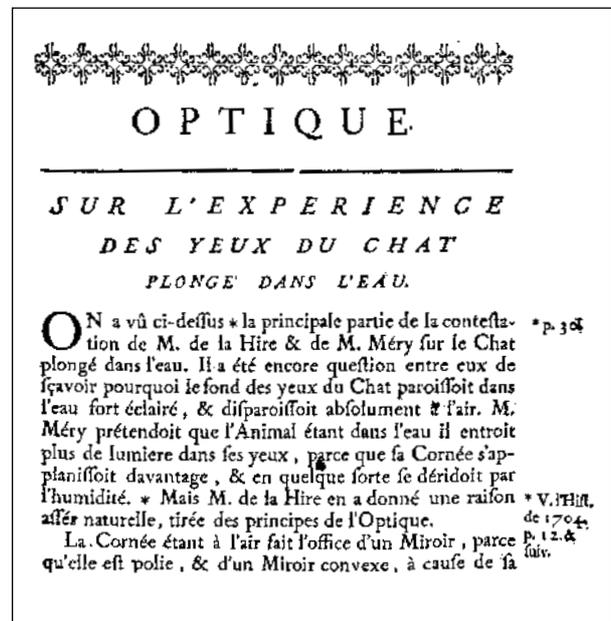


Figure 5 - 8

Fontenelle's comment " *Sur l'Expérience des Yeux du Chat plongé dans l'eau*" (*On the Experiment of the Eyes of the Cat Plunged into Water*) on Méry's presentation.

Extract of *Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1712*, page 73, Imprimerie Royale, Paris, 1714.

29. Record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences 1712, vol. 31, p. 333 verso-334 recto. (sessions of 27th August 1712)

medium to be physically homogeneous. Therefore the cornea is no longer a convex mirror, but it exists only as a flat surface of water and one can see through the cornea what one can see through the water.

*« On a vu ci-dessus la principale partie de la contestation de M. de la Hire & de M. Méry sur le Chat plongé dans l'eau. Il a été encore question entre eux de savoir pourquoi le fond des yeux du Chat paraissait dans l'eau éclairé, & disparaissait absolument à l'air. M. Méry prétendait que l'Animal étant dans l'eau il entrait plus de lumière dans ses yeux, parce que sa Cornée s'aplanissait davantage, & en quelque sorte se déridait par l'humidité. Mais M. de la Hire en a donné une raison assez naturelle, tirée des principes de l'optique. »
« La Cornée étant à l'air faite office d'un Miroir, parce qu'elle est polie, & d'un Miroir convexe, à cause de sa figure. Elle a donc au-delà d'elle son foyer, qui est même assez vif, et elle renvoie à celui qui la regarde sa propre image, qui par sa vivacité l'empêche de voir aucun autre objet au-delà de la Cornée. Mais quand cette même Cornée est dans l'eau, le peu de différence qu'il y a entre sa densité & celle de l'eau, fait qu'elle lui est physiquement homogène ; elle n'est donc plus un Miroir convexe, elle ne tient lieu que d'une surface d'eau qui serait plane, & on voit au travers d'elle ce qu'on aurait vu au travers de l'eau. » (30)*

2 – DISCUSSION

The French Royal Academy of Sciences had been designated by the King to give the Royal imprimatur for scientific works and to assess the validity of innovations and discoveries. This Society was thus invited to take a position, parallel to the debates on the eye of the immersed cat on other questions concerning the eye like hypotheses on the nature and situation of cataract and of ocular anatomy in general, in which the anatomist Méry was also competent.

2.1 - THE “MÉRY-LA HIRE CONTROVERSY” IN THE CONTEXT OF THE DEBATES OF THE ROYAL ACADEMY OF SCIENCES ON ‘GLAUCOMA’ AND CATARACT

We can find the first contemporary reference to cataract in the record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences for the year 1705, following the reading of a letter written by *Brisseau* to the Academy:

“On Wednesday, 18th November 1705 [...], Mr. Dodars read a submission of Mr. Briceau physician at... who claims that the spots on eyes or cataracts are the “glaucoma” of the ancients, that is to say the thickened crystalline lens which has become opaque. And that when one believes that by puncturing the eye to push down a membrane thus creating a type of curtain in front of the crystalline lens and preventing it from receiving the rays of light, it is the crystalline lens itself that one lowers and that one causes to enter into the inferior vitreous humor. This opinion, however well explained and sustained in the writings of Mr. Briceau, seemed unconvincing. Messrs the anatomists are invited to examine this opinion.”

« Le Mercredi 18 Novembre 1705 [...] M. Dodars a lu un Écrit de M. Briceau Médecin à ..., qui prétend que les Taies sur les yeux ou cataractes sont le Glaucoma des anciens, c'est à dire le Cristallin épaissi et devenu opaque et que quand on croit par la ponction de l'œil abaisser une membrane qui crée une espèce de rideau au devant du Cristallin et l'empêche de recevoir les rayons c'est le Cristallin lui-même que l'on abaisse et qu'on fait entrer dans le bas de l'humeur vitrée. Cette opinion quoi qu'assez bien expliquée et soutenue dans l'Écrit de M. Briceau a paru peu vraisemblable. Mrs les Anatomistes se sont chargés de l'examiner. » (31)

Already in 1685, according to the record of the proceedings, “*Mr. Méry had made a report on what he has observed in the dissection of the eye*” (32). In 1706, he was asked to read to the Academy a letter of *Antoine Maitre-Jan* to the Academy, wherein the latter maintained

31. Record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences 1705, vol. 24, p. 349 verso, (session of 18th November 1705).

Note the misinterpretation and hesitation of the meeting secretary; he wrote “Briceau” for “Brisseau” and suspension points for the city (Brisseau, surgeon at Douay, was born at Tournay).

32. Record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences 1685, vol. 11, p. 150 verso, (session of Wednesday 28th November 1685).

33. *M. Méry a lu une lettre qui lui a été écrite par M. Antoine, où il soutient toujours l'opinion qu'il a avancée que le glaucoma et la cataracte sont la même chose et tâche de répondre aux raisons contraires. ” (Mr. Méry read a letter which had been written to him by Mr. Antoine, in which he continues to stick to the opinion which he advanced that glaucoma and cataract are the same thing and tries to respond to contrary opinions). Record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences 1707, vol. 26 (2nd) p. 378 recto, (Session of Wednesday 31st August 1707).*

Antoine Maitre-Jan had asked the Academy for their opinion on certain passages in his “Traité des Maladies de l'Oeil et des Remèdes Propres à leurs Guérison” (Treatise on the Maladies of the Eye and the Remedies for their Cure), which he had published in 1707.

that cataract was constituted from the opacification of the crystalline lens and that operating on it was really just the pushing down of the crystalline lens (33). The Academy heard also in the same year a lecture by *La Hire* with the title: “*Remarques et réflexions sur la nature des cataracts qui se forment dans l’oeil*” (*Remarks and reflections on the nature of cataracts which are formed in the eye*) following which the session chairman recorded the following in the proceedings:

“*The most general opinion of the Academy attendees appeared contrary to that of Messrs Antoine and Briceau, the most decisive reason being that there are people who see, even without a magnifying glass after the cataract operation, and consequently, their crystalline lenses have not been displaced inferiorly.*”

« *Le sentiment le plus général de la Compagnie a paru contraire à celui de Mrs Antoine & Briceau, et la raison la plus décisive est qu’il y a des gens qui voient, même sans loupe, après l’opération de la Cataracte et par conséquent on ne leur a pas abattu le Cristallin.* » (34)

Even if, in 1707, Méry replied more positively to the question of “*knowing whether glaucoma and cataract are two different illnesses or one and the same condition*”, he changed his opinion in the following year. In 1708, after having assisted the surgeon *Jean-Louis Petit* in the extraction “*by a clear corneal incision*” of a cataract luxated into the anterior chamber, he reported this as being “*really a crystalline lens which had become glaucomatous*” (35). *Gabriel-Philippe de La Hire*, (*Philippe de La Hire*’s son), in a lecture entitled “*Remarques sur la Cataracte et le Glaucoma*” (*Considerations Pertaining to Cataract and Glaucoma*) presented finally the demonstration that an eye deprived of the crystalline lens could have vision, provided that it would be corrected by a convex lens. In 1708, *Fontenelle* summarized the new position of the Academy of Sciences that “*one can see without the crystalline lens, i.e. without what has always been considered to be the principal instrument of vision.*” In 1709, there is mention again that, “*Mr. Méry has brought two eyes [...] and has only found one crystalline lens that was becoming glaucomatous*” (36), and in 1712 that, “*Mr. Méry made a new demonstration in regard to the optic nerve and will present a memoir in that regard*”. (37)

One cannot but admire the scientific curiosity, the intellectual suppleness and flexibility of the members of the Royal Academy of Sciences who, having yielded on the most controversial of questions, have nevertheless understood how to recognize new facts from the moment these were presented to them with scientific proof. These ‘new facts’ were distinctly more difficult for physicians, surgeons, oculists, and barbers to accept.

34. Record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences 1706, vol. 25, p. 52 verso, (Session of 25th February 1706).

35. *Jean-Louis Petit* reports the first operation for cataract through a corneal incision in a certificate reproduced by *Brisseau* in his “*Traité de la Cataracte et du Glaucoma*” 1709, p. 165 - 168. It concerned the case of a priest whose crystalline lens had been couched, but which had moved up again into the anterior chamber and across the pupil, provoking painful attacks. The operation took place on the following day in 1708 with Méry and *Charles de Saint Yves* in attendance. *Petit* extracted the cataract in one piece and the assistants were convinced that it was the crystalline lens and not just a ‘little skin’. The patient was reported to have recovered useful vision.

36. Record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences 1709, vol. 28, p. 91 recto to 91 verso (Session of Wednesday 13th March 1709) and *Histoire de l’Académie Royale des Sciences pour l’Année 1709*, p. 22, 1711.

37. Record of the proceedings of the Royal Academy of Sciences 1712, vol. 31, p. 309 recto, (Session of Saturday 13th August 1712).

2.2 - THE CONTRIBUTIONS AND ERRORS OF MÉRY AND LA HIRE

Méry

In the debates on the cat's eyes when the cat had been plunged into water, Méry persistently searches for an explanation for his observation that the pupil dilates in water, when subjected to intense illumination, whereas it constricts in air under the same conditions. His presentation attempts to explain this apparent contradiction.

Méry had not taken account of the fact that, by immersion of the eye in water, he had neutralized the dioptric power of the anterior corneal surface, and that the optical interface, thus neutralized, had been displaced to the surface of the liquid in which the cat had been immersed. He tried hard to explain that he had flattened the hypothetical and imperceptible inequalities of the corneal surface and that these inequalities were at the origin of the corneal reflection of light, thus preventing the illumination of the interior of the eye.

Méry lacked a kind of 'global vision', that would have allowed him to compare the corneal anterior curvature to an optical lens surface neutralized by water at the time of the eye's immersion. Probably he was not cognizant of the all of optical knowledge of his era and, in particular, that knowledge popularized by *Descartes* (1636). Even if Méry the surgeon had been also a research scientist, and one who confirmed his observations by experimental immersion of isolated eyes in tubes filled with water, his presentations do not proceed in a manner consistent with scientific reasoning. This illustrates well how physicians and surgeons functioned at the beginning of the 18th century, impregnated as they were with traditional notions derived from *Galen* and confronted with progress brought about by scientists. After the event, one cannot doubt the sincerity of Méry. Considering that he was a surgeon, his examination of pupillary motility represented an important landmark test for the visual prognosis for couching of cataract. Pupillary immobility was the sign of 'glaucoma' or of 'gutta serena' and any conscientious surgeon would not have taken the chance of couching a cataract in the presence of pupillary areflexia. One must also note that the experiments on the dying cat were probably not easy to carry out. Besides, Méry does not divulge the number of animals sacrificed.

The somewhat confused presentation by Méry was summarized distinctly more clearly in the editorials that were published in the *Histoire de l'Académie royale des Sciences*. Their author, *Fontenelle*, was secretary to the Academy, and he provided in them an objective summary of Méry's views, but indicated concerns on the validity of the interpretations. It is possible that, at the moment of the editing of this editorial, *Fontenelle* would have had knowledge of the reservations expressed by *La Hire*. In a very elegant manner, *Fontenelle* refutes Méry's interpretations while at the same time praising their author for having carried out the actual experiments. He does not however pardon him for having attributed the visual function to the choroid and for not having regard to the previous positions of the Royal Academy on this matter.

If one admits the digressions, errors and unfounded hypotheses concerning pupillary motility and the presumed role of the choroid in seeing, one will remember nevertheless that Méry carried out in vivo and published the first proven observation of the internal structures of the eye in a living animal, and at the same time the neutralization of corneal dioptric

power by means of a liquid. (38) On the other hand, *Méry* did not understand the mechanism of corneal neutralization, and his interpretation was incorrect. His hypothesis in regard to the flattening of imperceptible irregularities of the surface of the cornea was little more than fantasy. His colleagues from the Royal Academy took good account of that, as the *Fontenelle* editorial indicates. This was, however, the opportunity for *La Hire* to review and correct the experiments and he presented them five years later to the same Society and interpreted them with more rigor than his forerunner.

La Hire

Méry's lecture had the beneficial effect of stimulating and even provoking *Philippe de la Hire*, a physicist and author in 1694 of a treatise on the “*Différens Accidens de la Vuë*”. *La Hire* repeated the immersion experiments, completed them and gave his interpretation to the Royal Academy on the 20th March 1709. At the time of the debates on the immersed cat's eye, *La Hire* was aged 69. His publication in his youth, concerning the ‘Accidents’ in to eyesight, had been overshadowed or eclipsed by his treatises on geometry, surveying, and astronomy, on which his reputation depended. He was not willing to review critically his earlier works and did nothing except to repeat, as far as the iris and crystalline lens were concerned, the erroneous arguments which he had presented in 1694.

We have seen from the foregoing chapter that *La Hire* had not described in 1694, the possibility of neutralization of the corneal dioptric power and that the diagrams placing a concave lens in contact with the cornea were nothing more than a method of simplifying his demonstration, that was a usual procedure at the time (39). *Philippe de La Hire* did not make any connection between the texts and the diagrams of this time and those of his controversy with *Méry*. In proposing an acceptable interpretation of the elimination by water of corneal dioptric power in the cat and of visualization of the fundus oculi after contact with a liquid, he did not recall that he had drawn a diagram in which he placed a lens up against the cornea and this was certainly in another context and without the interposition of a liquid. He did not make the connection that the liquid with neutralizing effect, that he had described in 1709, could be held against the eye by an instrument with refractive power, such as he would have been able to have used in 1694, according to certain authors of contact lens history.

38. The experiment of visualization of the fundus will be repeated by immersion in water by *Kussmaul* (1844), then successfully and without immersion by *Helmholtz* (1851).

39. See Chapter IV: *Philippe de la Hire's Ocular Contact*.

3 - MÉRY, LA HIRE AND THE NEUTRALIZATION OF CORNEAL DIOPTRIC POWER

The communication of *Méry* that took place on the 12th November 1704 regarding the observations of immersion of the head of a cat and its correction by *La Hire* on 20th March 1709 are complimentary and inseparable. Of course, it is necessary to remove numerous erroneous ideas of these two authors, although these ideas were in keeping with the concepts current at the epoch. The following were essential for the development of ophthalmic concepts, neutralization of corneal dioptric power and visualization of the fundus oculi:

- the **neutralization of corneal dioptric power** on a living eye, by immersion in a liquid was carried out for the first time in 1704 by *Méry*, whereas *La Hire* provided its optical interpretation in 1709,
- the **visualization of the fundus oculi** was carried out and described by *Méry* in 1704, whereas *La Hire* demonstrated its mechanism in 1709.

Other interesting ideas were revealed in these texts, e.g. the probable existence of an iris sphincter muscle and the presence of photomotor and psychomotor pupillary reflexes. It should be noted first and foremost that, when this work was carried out, these publications represented the first description of neutralization of corneal dioptric power by a liquid, the first essential property of a contact lens.

In conclusion, we recognize the complimentary merits of *Méry* and *La Hire*:

- It is important to attribute to *Méry* the merit of having **described and carried out** in 1704 an animal experiment on neutralization of corneal dioptric power by junction with a liquid,
- It is fair to recognize that, in 1709, *La Hire* gave an **explanation** for the neutralization of corneal dioptric power and for the transfer of the neutralized power towards the surface of the liquid. One can only regret that he did not make the connection between the descriptions and the diagrams of his dissertation in 1694 and those of his memoir in 1709. The juxtaposition and the fusion of these two documents would have permitted us to attribute to him the invention of the contact lens.

4 – A SHORT HISTORICAL SURVEY OF THE CITATIONS, OMISSIONS, AND MISINTERPRETATIONS

4.1 - THE GAPS IN THE TREATISES ON CONTACT LENSES

One would search in vain, in publications on contact lens history, for any allusion to the description by Méry of the immersion of the cat's eye or to the explanation by *La Hire* of the neutralization of corneal dioptric power. Certainly, *La Hire* is occasionally cited, but only in order to attribute incorrectly the priority of corneal contact of a glass lens in the publication of 1694. These citations do not take account of the correct explanation that he had given fifteen years later, in 1709, of Méry's experiment. We should note one exception and that was a publication by *Levene*:

“Essentially, the dispute resolved itself into the question of why the fundus of a cat's eye appeared illuminated under water and yet disappeared in air. Méry's opinion was that the cornea became flatter. De la Hire, whose views were apparently based on sounder optical principles, appreciated that the cornea in air behaves as a smooth convex mirror. He considered quite correctly that when in water, the relative differences in density (refractive indices) being negligible, the corneal surface would be eliminated.” (40)

From this relatively 'true to the facts' summary of the controversy between Méry and *La Hire*, *Levene* at the same time draws the erroneous deduction that this polemic would have inspired in *La Hire* the idea of a glass placed directly on the cornea in the manner of a contact lens. The mistake, based on the consistent anachronism of placing the 1709 publication before the 1694 one, seems to have escaped *Levene* and allows him to conclude:

“The Méry question and the ensuing controversy may well have been a factor influencing de La Hire's original stimulus for his idea of a contact lens.” (40)

We have seen in the previous chapter that this hypothesis, though satisfying to the spirit, has no foundation. This is because *La Hire* had not made any connection between the diagrams and descriptions of lenses placed on the cornea in the first place and the neutralization of the corneal dioptric power by water in the second.

At the time of his reply to Méry, *La Hire*, then aged 69, had no interest in debates on either anatomy or medicine. He had granted to his son *Gabriel-Philippe de La Hire* who was also an academician, the responsibility for following the evolution of anatomical innovations, which the latter took on, at the risk of criticizing and disavowing the works of his father, in particular at the time of the debates on the crystalline lens and cataract.

40. *Levene* 1977, p. 302 - 303.

La Hire senior enjoyed a reputation as a physicist, geometrist, surveyor and architect, benefiting from court honors and a certain intimacy with the king (41). His lecture of 1709, by means of which he intended to defend his reputation and the soundness of his 1694 treatise that had evidently gone out of fashion was one of his last contributions to the Royal Academy of Sciences.

The history of contact lenses, as written up by *Mackie* in *Duke-Elder's System of Ophthalmology* makes no reference to *Méry's* observation nor to *La Hire's* interpretation in 1709 of the neutralization of corneal dioptric power by water and of the corneal reflection. This author emphasizes however the explanation that we have seen to be erroneous, of the diagram drawn by *La Hire* (1685) of a glass placed against the eye.

In the same classic treatise, *Smith* writes the history of ophthalmoscopy, and does recognize the priority of *Méry* and *La Hire*:

"Méry (1704) had noted that a cat's eye seen in air might be luminous, but if the animal were immersed in water, its retinal vessels became visible and de La Hire (1709) pointed out that this was due to the abolition of the corneal reflection." (42)

Recently, *Mazzolini* has embraced the errors and the anachronisms of *Levene* while adding other personal extrapolations. Thus, he advances the hypothesis, according to him, "not improbable" that *Méry* "had drowned the cat in order to verify a Galen hypothesis that the immersion would allow a superior focusing of the vascular details of the eye." (43). This allegation is incorrect because *Méry* had quite definitely stated in his communication to the Academy that he had intended to kill the cat by drowning in order to procure its skeleton. *Galen* had not described visualization of the fundus, but congestion of the blood vessels in animals that had died from suffocation or drowning (44).

4.2 – MÉRY, LA HIRE AND THE FIRST VISUALIZATION OF THE FUNDUS OF A LIVING EYE

If the merit of *Méry* for the neutralization of corneal dioptric power is omitted in treatises on contact lenses, the same cannot be said for works dedicated to ophthalmoscopy. The neutralization of corneal power and the elimination of the corneal reflex constitute in fact the forerunners of the practicability of this examination.

41. "Le Roi avait souvent la curiosité de l'aller voir. [...] Il l'engageait dans des explications & dans des discours de Science dont on s'aperçut qu'il était fort content. C'est un avantage rare à un Savant d'être goûté par un prince, & pour tout dire aussi, c'est un avantage rare à un Prince de goûter un Savant." (*Fontenelle Éloge de M. de La Hire, Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1718*, p. 108-109).

(The King often had the curiosity to go to see him [...]. He engaged La Hire in explanations and scientific discourses and appears to have been very content with these. It is a rare advantage for a man of knowledge to be appreciated by a prince, and, by the same token, one must admit that it is also a rare advantage for a prince to enjoy the company of a man of knowledge.)

42. *Smith* in *Duke-Elder 1962*, VII, p. 212, note 1.

43. *Mazzolini 1980*, p. 39 - 44.

44. According to *Siegel 1970*, p. 42-43, referring to *Duckworth*, p. 38: "He stated that death of the animal through suffocation by a noose or by immersing in water produced better visualisation of vascular details as the result of distension of the veins."

In 1845, *Kussmaul* repeated *Méry's* experiment, and then he repeated it again with ox eyes submerged in water:

“I repeated this experiment and found it to be correct [...]. One can, moreover, carry this experiment out on fresh ox eyes held under water and obtain the same result.”

« Ich habe diesen Versuch wiederholt und richtig gefunden (...). Man kann übrigens diesen Versuch mit weniger Mühe an frischen Ochsenaugen, welche man unter Wasser hält, vornehmen, man erhält dasselbe Ergebnis.» (45)

It is interesting to note that *Kussmaul* made on this occasion also some attempts at visualization of the human fundus across a plano-concave lens applied to the cornea:

“I attempted finally this experiment in order to use it to make visible the area of the entrance of the optic nerves in the living human. This would have been of very great value for the diagnosis of many illnesses showing abnormalities of the retinas. I had had cut a plano-concave lens with the convex surface to be precisely ground out according to the radius of curvature of the human cornea. But my attempt to investigate the individual details of the posterior wall of the eye through the medium of this lens was completely unsuccessful.”

« Ich versuchte diese Erfahrung zu Ende zu benutzen um die Eintrittsstelle des Sehnerven im Auge am lebenden Menschen sichtbar zu erhalten, was für die Diagnose mancher Krankheiten des Augengrundes sehr großen Wert hätte. Ich ließ mir eine planconcave Linse schleifen und die convexe Fläche nach dem Radius der Cornea des Menschen genau aushöhlen. Aber mein Versuch, durch das Medium dieses Glases die einzelnen Stellen der hinteren Augenhaut zu erkennen, waren ohne allen Erfolg » (46).

After these disappointing results, *Kussmaul* then tried out a tubular contact system, but this also failed because of the absence of an adequate system of illumination. The original ophthalmoscope constructed by *Helmholtz* in 1851 was equipped with an illumination system and it avoided direct eye contact. *Helmholtz* was unaware of the descriptions of *Méry* and *Kussmaul*.

In 1852, *Coccius* published the comment that the first person to explain the visualization of the fundus after corneal neutralization was in fact *La Hire*:

“The fact that the refractive media and especially the cornea, prevented a precise view of the parts lying behind the lens, was first explained by La Hire, and then in a scientific manner by Helmholtz.”

« Inwiefern die brechenden Mittel und unter diesen wesentlich die Hornhaut eine genaue Ansicht der hinter der Linse gelegenen Theile verhindern, ist zuerst von de La Hire, alsdann von Helmholtz wissenschaftlich auseinandergesetzt worden. » (47)

45. *Kussmaul* 1845, p. 28.

46. *Kussmaul* 1845, p. 28 - 29.

47. *Coccius* 1852, p. 111.

The following year, and in a much detailed work, *Coccius* assessed Méry's observation and gave a detailed explanation of the “*principle of Méry and La Hire*” of corneal neutralization, illustrated by a full literal quotation of the original passage (48). Attention was attracted to the priority of Méry and *La Hire*. Every treatise concerning ophthalmoscopy should appropriately cite this in future. Thus, *Helmholtz* compensated for his earlier omission by later describing, in addition, the “*Méry-La Hire principle*” in his treatise on *Physiological Optics* published in 1867:

“At the beginning of the 18th Century, Méry had observed that he could distinguish the retinal vessels of a cat plunged into water, and of which the eyes appeared highly illuminated. La Hire provided an exact explanation for this.”

“Schon im Anfange des 18. Jahrhunderts hatte Méry beobachtet, dass er bei einer Katze die er unter Wasser getaucht hatte in den Augen, welche stark leuchtend erschienen die Netzhautgefäße erkennen konnte. La Hire gab von diesem letzteren Umstande die richtige Erklärung.“ (49)

The historian *Hirschberg*, does not fail to attribute to Méry and *La Hire* the first visualization of the fundus oculi and he classes them among the pioneers of the ophthalmoscope:

“Méry belongs to the forerunners of the discoverers of ophthalmoscopy. On the 12th November 1704, he read to the Academy of Sciences a dissertation ‘On the movement of the iris and on occasion of the principal organ of sight’ and he noted at this time the fact that, when a cat is plunged under water, the pupil dilates and the parts lying in the depths of the eye, the entrance of the optic nerve and the choroid with all its colors and blood vessels are observable, that one cannot see when the cat is held in air.

“For the explanation of these facts, he committed an error as happens often in optics, (Méry believed that the very finest irregularities causing the corneal surface to be uneven were smoothed out by water). His Royal Academy colleague, de La Hire, was more competent in that regard. On 30th March 1709, some five years later, Philippe de La Hire gave a lecture before the same Academy entitled ‘Explanation of several optical facts and of the manner in which vision occurs’ in which he provided the correct explanation that, as the result of the submersion under water, refraction at the corneal surface is eliminated, and [...] in addition the disturbing corneal reflection is bypassed.

« (Méry) gehört zu den Vorläufern des Erfinders der Augenspiegelung. Am 12. Nov. 1704 las er in der Akademie der Wissenschaft eine Abhandlung „über die Bewegung der Iris und gelegentlich über den wichtigsten Theil des Seh-Werkzeuges“ und erwähnt hierbei die Thatsache, dass wenn eine Katze unter Wasser taucht, die Pupille sich erweitert und die in der Tiefe des Auges gelegenen Theile, der Sehnerven-Eintritt und die Aderhaut mit allen ihren Farben und Gefäßen wahrnehmbar werden, die man bei der Betrachtung der Katze in Luft nicht zu sehen vermöge.

« Bei der Erklärung dieser Thatsache irrt er, wie meistens in der Optik, (Méry meint, dass die feinsten Unebenheiten der Hornhaut durch das Wasser ausgeglichen werden), die nicht seine Stärke war. Darin war sein Akademie-Genosse De La Hire besser beschlagen; Derselbe gab 5 Jahre später in einer am 30 März 1709 vor derselben Akademie gelesener Abhandlung „Über einige optische Erscheinungen und die Art und Weise, wie das Sehen bewirkt wird“, die richtige Erklärung, dass durch das Eintauchen unter Wasser die Lichtbrechung an der Hornhaut ausgeschaltet werde, und [...] zumal gleichzeitig der störende Hornhaut-Reflex fortgefallen sei. » (50)

48. *Coccius* 1853, p. 151 - 154. Citation of the pages 100 to 103 of *La Hire*. (But *Coccius* indicated in reference erroneously the year 1708 in place of 1709).

49. *Helmholtz* 1867, p. 190.

50. *Hirschberg* 1911, § 363, p. 44 - 45.

APPENDIX 1

TRANSCRIPTION OF

Jean Méry

Des Mouvements de l'Iris, et par Occasion de la Partie Principale de l'Organe de la Vue

Record of the proceedings of the sessions of the Académie Royale des Sciences, 1704, tome 23, 277 verso - 284 verso (session of November 12th, 1704) & « *Histoire et Mémoires de l'Académie Royale des Sciences Année 1704. Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique pour la même Année. Tirés des Registres de cette Académie* », 261-271, Paris, Jean Boudot, 1707.

L'iris est un cercle membraneux, posé sur le devant de l'œil. On l'a ainsi nommé à cause des différentes couleurs qui dans l'homme paraissent sur sa surface au travers de la cornée transparente.

Ce cercle forme dans son centre un trou à qui on a donné le nom de prunelle, apparemment parce qu'il paraît de couleur noire. Ce trou est absolument nécessaire pour la vision ; car s'il avait été fermé par l'iris qui est opaque, les rayons de la lumière, sans lesquels la vision ne se peut faire, n'auraient pu passer dans l'œil.

La prunelle se dilate dans l'ombre et dans l'eau : elle se resserre dans l'air étant exposée aux rayons de la lumière, sans qu'on s'aperçoive que la volonté ait part à ses mouvements. Quand la prunelle se dilate, les fibres de l'iris s'accourcissent ; quand elle se resserre, ces fibres s'allongent.

Or comme on ne remarque point de fibres circulaires dans l'iris pour rétrécir la prunelle, il y a lieu de croire que sa dilatation dépend uniquement du ressort des fibres droites de l'iris qui toutes vont se terminer à la circonférence interne de ce cercle.

Mais quoiqu'il paraisse que le rétrécissement de la prunelle dépende absolument des rayons de la lumière, néanmoins ces rayons ne peuvent pas d'eux mêmes prolonger les fibres de l'iris, ni rétrécir la prunelle. Tout ce qu'ils peuvent faire c'est de donner seulement, par leur entrée dans l'œil, occasion aux esprits animaux de couler dans les fibres de l'iris plus abondamment qu'ils ne font dans l'ombre ; ce sont donc ces esprits qui en prolongeant les fibres de l'iris, sont effectivement la cause de la dilatation de la prunelle. D'où il s'ensuit que ce trou doit plus ou moins se rétrécir, selon que la lumière, étant plus ou moins forte, détermine une plus ou moins grande quantité d'esprits à couler dans les fibres de l'iris : mais pour cet effet la respiration doit être de la partie ; car quand elle vient à manquer, le mouvement des esprits animaux s'arrête, et alors la lumière devient inutile.

L'observation que je vais rapporter prouve cette hypothèse dans toutes ses parties. Quand on plonge dans l'eau la tête d'un chat vivant, si l'on expose ses yeux aux rayons du soleil, la prunelle se dilate au lieu de se rétrécir, au contraire exposée dans l'air aux mêmes rayons de cet astre, la prunelle se rétrécit au lieu de se dilater.

Par l'explication du premier de ces deux phénomènes qui semble détruire l'hypothèse que je veux établir, je vais démontrer que la dilatation de la prunelle dépend uniquement du ressort des fibres de l'iris. Par celle du second je ferai connaître que les esprits animaux sont la même cause immédiate de son rétrécissement et que la lumière n'en peut être que l'occasion.

Quand au premier phénomène, il faut remarquer que lorsque la tête du chat est plongée dans l'eau, cet animal ne peut plus respirer. Or les mouvements de toute la matière des esprits animaux dépendant du mouvement circulaire du sang et celui-ci de la respiration, il est évident que quand elle vient à manquer, la circulation du sang et le mouvement des esprits animaux doivent cesser bientôt après. On observe qu'à mesure que le mouvement de ces esprits se ralentit, la prunelle se dilate, les esprits animaux ne peuvent donc pas être la cause de son élargissement. Il faut donc nécessairement que sa dilatation dépende uniquement du ressort des fibres de l'iris.

A l'égard du second phénomène, si l'on retire le chat de l'eau encore vivant, et qu'on expose ses yeux aux rayons du soleil, on voit la prunelle se rétrécir à mesure que la respiration se rétablit. Donc les esprits animaux qui pour lors viennent à couler dans les fibres de l'iris, sont la cause immédiate du rétrécissement de la prunelle ; car l'on ne peut pas l'attribuer aux rayons de la lumière ; parce que les yeux de cet animal étant plongés dans l'eau, la prunelle se dilate, quoiqu'il entre dans leur globe beaucoup plus de lumière, que lorsqu'ils sont dans

l'air exposés à ses rayons ; la lumière ne peut donc être que l'occasion de l'écoulement des esprits animaux dans les fibres de l'iris : mais elle ne le peut procurer, si l'animal ne respire ; d'où il est aisé de juger que la lumière ne cesse de produire cet effet, quand la tête du chat est plongée dans l'eau ; que parce que le mouvement des esprits animaux est arrêté dans leur source par ce défaut de la respiration dont il dépend absolument, de même que celui du sang.

Que la dilatation de la prunelle dépende uniquement du ressort des fibres de l'iris, son rétrécissement des esprits animaux immédiatement, et par occasion de la lumière ; en voici des preuves bien convaincantes. Premièrement, quand par l'obstruction des nerfs optiques les esprits animaux ne peuvent plus s'écouler dans les yeux de l'homme, la prunelle se dilate, il est donc visible que sa dilatation ne dépend pas de ces esprits ; mais du ressort des fibres de l'iris, qui fait que dans cette maladie ces fibres se raccourcissent.

Secondement, si pendant l'obstruction de ces nerfs on expose les yeux de cet homme à la plus grande lumière, la prunelle reste dans la même dilatation : les rayons du soleil ne peuvent donc pas être d'eux-mêmes la cause de son rétrécissement.

Troisièmement, si on lève l'obstruction des nerfs optiques, et qu'on expose ensuite les yeux de cet homme aux rayons de la lumière, la prunelle se resserre ; il est donc évident que les esprits animaux, qui dans ce moment viennent à couler dans les fibres de l'iris qu'ils prolongent, sont la cause immédiate du rétrécissement de la prunelle, et que la lumière n'en peut être que l'occasion : d'où il s'ensuit que la force du ressort des fibres de l'iris étant en équilibre avec la puissance des esprits animaux, la prunelle doit rester dans une moyenne dilatation ; mais pour cela il ne faut qu'une lumière médiocre : car quand elle est trop faible ou trop forte, l'équilibre se rompt, et alors la prunelle se dilate ou se rétrécit considérablement.

Une lumière faible, telle qu'elle est dans l'ombre, déterminant peu d'esprits animaux à couler dans les fibres de l'iris, leur ressort l'emporte sur ces esprits, et dans ce moment, la prunelle s'élargit davantage. Au contraire une lumière forte donnant occasion aux esprits animaux de couler plus abondamment dans les fibres de l'iris, ces esprits surmontent par leur puissance la force du ressort de ces fibres, et alors la prunelle se rétrécit beaucoup plus.

De ces preuves soutenues par des expériences si évidentes l'on peut donc enfin conclure. 1° Que les esprits animaux sont la cause immédiate du rétrécissement de la prunelle. 2° Que la lumière ne fait que donner occasion à l'écoulement de ces esprits. 3° Que la volonté n'y a point de part. 4° Que le ressort des fibres de l'iris est l'unique cause de la dilatation de la prunelle.

Sur ce système, quoique fondé sur des observations indubitables, il se présente néanmoins à l'esprit trois

difficultés considérables, dont voici la première : savoir s'il entre moins de lumière dans les yeux lorsqu'ils sont dans l'air, que quand ils sont dans l'eau exposés aux rayons du soleil.

Pour reconnaître dans lequel de ces deux éléments il passe plus de lumière dans les yeux, il n'y a qu'à remarquer qu'un lieu est d'autant plus éclairé qu'il reçoit plus de ces rayons, et que plus ce lieu est éclairé, mieux on voit les objets qu'il renferme.

Or on ne peut discerner aucune des parties contenues dans les yeux exposés dans l'air, plongés qu'ils sont dans l'eau, on les voit distinctement, excepté les humeurs et la rétine, qui disparaissent de telle sorte que le dedans du globe des yeux semble n'être rempli que d'un air lumineux. Il entre donc beaucoup moins de rayons de lumière dans les yeux exposés à l'air que plongés dans l'eau, ce qui arrive par les raisons que je vais rapporter.

Quelque polie que paraisse la surface extérieure de la cornée transparente, il est néanmoins constant qu'elle a beaucoup d'inégalités imperceptibles, qui n'étant point aplanies réfléchissent dans l'air un grand nombre de rayons de la lumière qui tombent sur cette membrane.

D'ailleurs lorsque les yeux sont exposés dans l'air aux rayons de soleil, la prunelle se rétrécit considérablement. Il ne peut donc passer en cet état qu'un très petit nombre de ses rayons dans les yeux ; ce qui n'étant pas suffisant pour éclairer leur globe, il n'est pas étrange qu'on ne puisse discerner aucune des parties qui y sont renfermées.

Mais aussi n'est-il pas extraordinaire de les apercevoir quand les yeux sont plongés dans l'eau, parce que les inégalités de la cornée étant aplanies par ce liquide, et la prunelle tout à fait dilatée, tous les rayons du soleil qui tombent sur la cornée transparente passent à travers, et entrant dans le globe des yeux, ils l'éclairent si fort, qu'on peut voir alors très distinctement l'extrémité du nerf optique, et la choroïde avec toutes ses couleurs et ses vaisseaux. Mais l'on ne peut nullement apercevoir ni les humeurs, ni la rétine ; parce qu'étant transparentes comme l'eau, elles semblent ne faire qu'un même corps avec elle, ce qui fait qu'on ne peut les distinguer d'avec l'eau.

Que la surface de la cornée, quelque polie qu'elle paraisse, soit remplie d'inégalités que l'eau aplanit, en voici une preuve bien sensible. Dans la goutte sereine la prunelle de l'homme se dilate entièrement et les yeux étant exposés à la plus grande lumière, ce trou ne peut se rétrécir.

Or si la surface de la cornée était parfaitement polie, tous les rayons de lumière qu'elle recevrait devraient passer dans les yeux de l'homme exposés à l'air, comme ils sont dans ceux du chat plongés dans l'eau, et l'on découvrirait également dans l'un et dans l'autre la choroïde. On n'aperçoit point cette membrane dans les yeux de l'homme, on la voit dans ceux du chat, il faut donc qu'il y ait sur la surface de

la cornée des inégalités imperceptibles que l'air ne peut unir, mais que l'eau aplanit. Et c'est par cette raison qu'un homme, pour peu qu'il ait les yeux plongés dans l'eau, aperçoit un objet au fond d'une rivière, qu'il ne peut plus voir lorsqu'il les a hors de l'eau appliqués à demie ligne de la superficie. C'est aussi par la même raison, la vie étant éteinte, que la choroïde d'un chat que l'on voit dans l'eau ne peut être aperçue dans l'air, quoique la prunelle reste également dilatée dans ces deux éléments après la mort de cet animal.

L'aplanissement des inégalités de la cornée par l'eau se vérifie encore par l'exemple du verre. Il reste toujours au plus poli des parties raboteuses qui réfléchissent dans l'air quand il y est exposé, une grande partie des rayons de la lumière qui viennent se rendre sur la surface ; mais lorsqu'il est plongé dans l'eau, tous ces rayons passent à travers ; parce que toutes les inégalités du verre étant aplanies par ce liquide, il ne se fait plus de réflexion dans l'air d'aucune partie de la lumière.

Il est donc certain par toutes les expériences, premièrement, que les inégalités de la cornée ne pouvant être aplanies par l'air lorsqu'elle y est exposée, elles doivent repousser la plus grande partie des rayons de la lumière qui viennent frapper cette membrane ; ce qui fait qu'il en passe si peu dans le globe des yeux qu'on ne peut voir la choroïde, lors même que la prunelle est entièrement dilatée dans un grand jour.

Secondement, que les inégalités de la cornée étant aplanies par l'eau, alors tous les rayons de lumière que reçoit cette membrane doivent passer à travers, et rendre en entrant dans le globe des yeux la choroïde visible avec toutes ses couleurs et ses vaisseaux.

La seconde difficulté consiste à savoir, si les rayons de la lumière qui entrent dans le globe des yeux par la prunelle, déterminent effectivement les esprits animaux à couler dans les fibres de l'iris, ou si ces rayons s'insinuant dans ces fibres ne font seulement que raréfier ce qu'ils renferment de ces esprits ; ce qui pourrait produire le même effet, c'est-à-dire, prolonger les fibres de l'iris, comme peuvent le faire les esprits animaux par leur épanchement.

Pour répondre à cette difficulté, il ne faut qu'examiner si la matière des esprits animaux peut s'exhaler sitôt que leur mouvement vient à cesser. Comme il n'y a pas d'apparence qu'elle se dissipe avant la mort, il est aisé de décider la question par l'expérience de la tête du chat que je viens de rapporter.

Quand la tête du chat vivant est plongée dans l'eau, ses yeux exposés au soleil, il est constant qu'il entre beaucoup plus de rayons de cet astre dans leur globe, que lorsqu'ils sont dans l'air exposés à la lumière.

Dans l'eau la prunelle se dilate, et le mouvement des esprits animaux cesse. Donc tous les rayons du soleil qui entrent dans les yeux du chat ne sont pas capables par eux-mêmes de raréfier la matière de ces esprits

renfermée dans les fibres de l'iris, puisque ces fibres se raccourcissent dans l'eau.

Au contraire si on retire de l'eau la tête du chat encore vivant, et qu'on expose ses yeux aux rayons du soleil, les esprits animaux reprennent leur cours, et alors la prunelle se resserre. Donc le peu de lumière qui entre dans le globe des yeux, détermine effectivement les esprits animaux à couler dans les fibres de l'iris, puisque ces fibres s'allongent dans l'air.

On me demandera peut être comment les rayons de la lumière peuvent donner l'occasion à l'écoulement des esprits animaux dans les fibres de l'iris. Voici sur cela quelle est ma conjoncture.

Je viens de faire remarquer que ce n'est point en raréfiant la matière de ces esprits. On peut donc penser qu'en même temps que les rayons de la lumière entrent dans le globe des yeux, ils s'insinuent dans leurs nerfs, et rendent la matière des esprits animaux plus fluides qu'elle n'est naturellement, ce qui donne occasion à ces esprits de couler dans les fibres de l'iris plus abondamment qu'ils ne font dans l'obscurité.

La troisième difficulté qui se présente à l'esprit contre l'hypothèse que je soutiens, c'est qu'on a peine à comprendre que les fibres de l'iris puissent s'allonger à mesure de ce qu'ils reçoivent d'esprits animaux, parce qu'on est prévenu que tous les muscles s'accourcissent d'autant plus qu'ils en sont pénétrés d'une plus grande quantité, au lieu que les fibres de l'iris s'allongent d'autant plus qu'ils en reçoivent davantage.

Pour résoudre cette difficulté qui paraît la plus embarrassante, je me représente la structure des fibres de l'iris semblable à celle des corps caverneux, qui s'allongent à mesure qu'ils reçoivent plus ou moins d'esprit animaux. Les fibres de l'iris doivent donc s'étendre de même, selon qu'ils en sont plus ou moins remplis, si leur structure est la même que celle des corps caverneux.

Ce qui semble confirmer davantage cette idée, c'est qu'il est certain que le raccourcissement des fibres de l'iris dépend, de même que celui du corps caverneux, de leur ressort.

Au reste l'expérience qui m'a appris que les humeurs des yeux disparaissent lorsqu'elles sont dans l'eau exposées aux rayons du soleil, me fournit un moyen assuré pour résoudre aisément ce problème : savoir, quelle est la partie principale de l'organe de la vue.

On ne doute pas que ce ne soit celle sur laquelle se va peindre l'image des objets. Or les trois humeurs de l'œil donnant passage aux rayons de la lumière, il est constant que l'image des objets ne peut se former sur aucune de ces humeurs : nulle d'entre elles ne peut donc être la partie principale de l'organe de la vue.

Et parce que ces mêmes rayons de la lumière qui entrent dans le globe de l'œil traversent encore la rétine, il n'y a pas non plus d'apparence que cette membrane puisse être la partie principale de cet organe, à laquelle on doit rapporter la vision,

puisque l'image des objets ne peut pas aussi se peindre sur cette membrane, qui comme les humeurs disparaît dans l'eau étant exposée aux rayons du soleil, ce qui confirme l'observation de M. Mariotte. Ce savant académicien a remarqué il y a longtemps que lorsque les rayons de la lumière réfléchi par les objets tombent sur l'extrémité du nerf optique où la choroïde est percée, on ne peut apercevoir l'objet d'où ils partent, parce que ces rayons s'enfoncent dans le corps de ce nerf, où ils s'amortissent et s'éteignent.

Or la rétine n'étant qu'un développement fort superficiel de la moelle, que ces rayons peuvent percer beaucoup plus aisément, ne peut pas les arrêter, donc cette membrane ne peut pas être la partie principale de l'organe de la vue.

D'ailleurs cette même expérience qui m'a fait découvrir que les rayons de la lumière traversent les humeurs et la rétine, m'a fait aussi connaître que ces mêmes rayons sont enfin arrêtés par la choroïde qui est opaque, il y a donc bien de l'apparence que c'est plutôt sur la surface de cette membrane que sur la rétine, qui est transparente, que va se peindre l'image des objets : la choroïde est donc la partie principale de l'œil. C'est ce que la manière dont se fait la vision fera aisément comprendre.

Lorsque la lumière vient directement du corps lumineux frapper la choroïde, ses rayons réfléchis par cette membrane contre la rétine ébranlent les filets de celle-ci, et donnent aux esprits animaux dont ils sont remplis une modification particulière, qui produit dans l'âme le sentiment de lumière.

Quand au contraire la lumière sortant du corps lumineux se porte sur un objet capable de la réfléchir, et que par réflexion elle tombe sur la choroïde, ses rayons repoussés par cette membrane donnent alors aux esprits animaux renfermés dans les filets de la rétine qu'ils ébranlent par leur retour, une autre modification qui cause dans l'âme le sentiment de

couleur.

Et parce que la lumière en se réfléchissant se revêt de la figure et de la grandeur du corps qui la renvoie, cela fait qu'avec la couleur on aperçoit aussi la figure et la grandeur de l'objet et c'est en quoi consiste tout son image.

Contre l'usage de la choroïde que je viens d'établir sur des expériences sensibles, on pourrait cependant me faire cette objection.

La manière dont vous expliquez la vision montre qu'elle dépend de l'ébranlement des petits filets nerveux de la rétine et de la modification des esprits animaux qui y sont renfermés. Cela étant, les rayons de la lumière sont donc capables, étant réfléchis seulement par les objets, de donner d'abord en entrant dans l'œil aux filets de la rétine et aux esprits animaux, ce mouvement particulier que vous dites être nécessaire pour la sensation. La rétine est donc dans votre principe la principale partie de l'œil qui sert à la vision, et non la choroïde.

Pour répondre à cet argument, je dis que si les rayons de la lumière réfléchis par les objets, n'étaient une seconde fois réfléchis par la choroïde, nous ne pourrions voir les objets. C'est ce que nous montre l'expérience, car quand les rayons de la lumière modifiés seulement par les corps qui les renvoient vers nos yeux, tombent sur le centre du nerf optique où la choroïde est percée, nous ne pouvons pas, comme a fort bien remarqué M. Mariotte, apercevoir les objets : nous les voyons quand ces rayons viennent frapper la choroïde. C'est donc cette membrane, qui repoussant une seconde fois les rayons de la lumière contre la rétine, modifie les filets nerveux de cette membrane d'une manière propre à faire sentir à l'âme et la lumière et les objets. La choroïde est donc enfin la partie principale de l'organe de la vue.

APPENDIX 2

TRANSCRIPTION OF

Fontenelle

Anatomie - Sur l'Iris de l'Oeil

Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1704, 12 - 17, Paris, Jean Boudot, 1707

L'anatomie moderne a fait de si grands et de si utiles progrès, qu'il doit lui être permis de se délasser quelquefois de ses importantes recherches, par des curiosités qui ne seront qu'agréables. Tel est le mouvement de l'iris, dont la mécanique a été jusqu'à présent inconnue.

L'iris est cette membrane de l'œil, qui lui donne les différentes couleurs qu'il a en différents sujets, et de là vient son nom d'iris. C'est une espèce de zone ou d'anneau circulaire assez large, dont le milieu qui est vide est la prunelle, par où les rayons entrent dans l'œil. Quand l'œil est exposé à une grande lumière, la prunelle se rétrécit sensiblement, c'est-à-dire que l'iris s'élargit et s'étend, au contraire dans l'obscurité la prunelle se dilate, ou, ce qui est la même chose, l'iris se resserre. A une lumière moyenne, l'ouverture de la prunelle, ou l'extension de l'iris est moyenne aussi. Ces mouvements ne dépendent point de la volonté, ils sont purement naturels, et par là l'œil s'accommode et se proportionne de lui-même au degré de lumière qu'il doit recevoir. Il s'ouvre beaucoup quand elle est faible, pour en recevoir davantage ; il s'ouvre peu, quand elle est forte, de peur d'en recevoir trop, et d'en être blessé. Quelle sagesse a dû présider à cette mécanique !

Mais ce n'est pas assez de connaître la fin qu'elle s'est apparemment proposée, il faut tâcher de découvrir les moyens dont elle s'est servie. La difficulté consiste à trouver et comment se fait la dilatation ou le resserrement de la membrane iris, et comment la lumière plus ou moins forte cause ces deux mouvements contraires. Si l'iris avait des fibres circulaires et concentriques à la prunelle, on concevrait aussitôt que ces fibres seraient autant de petits muscles, qui en se gonflant et en se contractant raccourciraient les cercles qu'ils formeraient, et en diminueraient l'espace, et par conséquence l'ouverture de la prunelle. Il ne resterait plus qu'à imaginer comment une grande lumière causerait le gonflement de ces petits muscles. Mais l'iris n'a point de fibres circulaires, elles sont toutes tirées de la circonférence vers le centre, et si l'on prétendrait que des muscles ainsi posés se gonflaient par une grande lumière, il paraît qu'ils se raccourciraient

nécessairement et augmenteraient l'ouverture de la prunelle, ce qui est précisément contraire au fait qu'il faut expliquer. Je laisse à part la difficulté de concevoir comment les rayons de la lumière gonfleraient les petites fibres de l'iris, il serait inutile de s'en mettre en peine, puisque ce gonflement n'a pas lieu.

Voilà où l'on en était sur ce phénomène, lorsqu'une expérience que fit M. Méry, lui donna une idée qu'il a cru qui le conduirait au dénouement. Il est certain qu'une infinité de choses ne demeurent obscures, que faute d'un assez grand nombre de faits, qui les présentent à nos yeux de plusieurs manières différentes, ou qui nous en apprennent toutes les circonstances essentielles. M. Méry plongea dans l'eau un chat vivant, et exposa en même temps sa tête et ses yeux au soleil. Il vit que malgré la grande lumière la prunelle de l'animal ne se rétrécissait point, qu'au contraire elle se dilatait ; dès qu'il l'eut retiré de l'eau encore vivant, elle se resserra.

Quoiqu'il passe moins de rayons dans l'eau que dans l'air, et qu'il semble par conséquent que les yeux du chat plongé dans l'eau, en recevraient moins que s'ils eussent été à l'air, cependant comme ils étaient directement exposés au soleil, leur prunelle aurait toujours dû se resserrer, quoiqu'un peu moins ; et de ce qu'elle se dilata, loin de se resserrer, M. Méry en conclut que la lumière seule ne pouvait causer le resserrement. Et comme l'animal était plongé dans l'eau, quel changement cet état apportait-il par rapport au phénomène ? Le chat ne respirait point, la circulation de son sang était presque entièrement arrêtée, et par conséquent aussi le mouvement des esprits animaux et par conséquence ces esprits sont nécessaires afin que la prunelle puisse se resserrer, ou plutôt afin que l'iris puisse s'élargir.

Cette conséquence est appuyée par l'exemple de tous ceux en qui la vue est éteinte par une simple obstruction du nerf optique. Leur prunelle ne se resserre point à la plus grande lumière, selon la remarque de M Méry, et il est certain que les esprits animaux ne coulent plus dans le nerf qui fait la vision, ou n'y coulent pas en assez grande abondance.

Puisque ces esprits concourent avec la lumière à

causer l'extension et l'élargissement de l'iris, il faut absolument et que la lumière détermine les esprits à couler en plus grande quantité dans les fibres, et que ces fibres en soient allongées. Pour le premier point, on peut le concevoir par ce principe général d'expérience, que les esprits coulent plus abondamment dans une partie nerveuse, quand elle est chatouillée ou irritée par quelques cause que ce soit, et il faudra supposer que la lumière cause une espèce d'irritation aux fibres de l'iris. Mais sur le second point, il semble que l'on retombe dans la difficulté que nous avons marquée. Tous les muscles ou toutes les fibres se raccourcissent par une plus grande quantités d'esprits, comment celles de l'iris s'allongent-elles par cette même cause ? Cette difficulté serait insurmontable sans un exemple unique, mais très sensible, d'une partie qui se gonfle et s'allonge en même temps. Ni le raccourcissement ni l'allongement d'une partie gonflée ne sont des suites nécessaires du gonflement, mais seulement de sa structure intérieure.

Les fibres de l'iris doivent comme toutes les autres fibres avoir un ressort. Il les retire, les raccourcit et résiste à leur allongement. Ainsi dès que la grande lumière cesse de les tenir dans cet allongement violent, elles se resserrent d'elles-mêmes et agrandissent la prunelle. Ce ressort et la lumière sont deux puissances opposées, dont les différents degrés de force combinés ensemble, tiennent la prunelle plus ou moins ouverte.

Cela suffirait pour l'explication du phénomène que M. Méry s'était proposé, mais afin de la rendre encore plus vraisemblable et d'établir mieux que la lumière sans le concours des esprits animaux ne fait rien sur l'iris, il prétend que les yeux du chat plongé dans l'eau reçoivent plus de lumière que s'il eut été à l'air. Ce n'est pas qu'il se passe plus de rayons dans l'air que dans l'eau, mais c'est que les yeux d'un animal en reçoivent davantage dans l'eau.

Il est constant par l'expérience qu'un plongeur aperçoit au fond de l'eau à une assez grande distance des objets qu'il n'apercevra plus dès qu'il sera hors de l'eau, quand ils se seraient assez rapprochés pour être toujours à la même distance de ses yeux. M. Méry imagine une raison de ce fait qui peut paraître embarrassante. Il croit que la cornée, cette membrane dure et transparente qui enveloppe extérieurement le globe de l'œil, n'est pas aussi lisse ni aussi unies qu'elle le paraît, quand les yeux sont à l'air. Il s'y fait alors des plis et des rides qui augmentant son épaisseur dans les endroits où ils se forment, la rendent plus difficile à pénétrer aux rayons, et par conséquence en font réfléchir un grand nombre, qui sont perdus pour l'œil. Mais dans l'eau, ces rides et

ces plis s'aplanissent, parce que la membrane est humectée, elle est également pénétrable à la lumière en toutes ses parties, et il ne s'y réfléchit plus de rayons, qu'autant qu'il est indispensable qu'il s'en réfléchit sur une surface parfaitement transparente. L'œil qui reçoit plus de rayons voit mieux.

A cette quantité de rayons plus grande que reçoit un œil plongé dans l'eau, parce que sa cornée est aplanie, si l'on joint l'ouverture de la prunelle qui est plus grande, parce que, selon le système de M Méry les fibres de le l'iris sont moins remplies d'esprits, on aura deux causes qui conspirent ensemble pour rendre la vision plus forte que l'eau. Une plus grande ouverture de la prunelle doit aussi faire paraître les objets plus grands.

Il est si vrai, selon M. Méry, qu'un œil qui est dans l'eau en est plus éclairé, que c'est par cette raison qu'il est mieux vu, et que ses parties sont mieux distinguées. On y voit la choroïde qui est une membrane placée derrière la rétine, les vaisseaux de la choroïde et l'extrémité du nerf optique. Rien de tout cela ne se verrait dans un œil exposé à l'air, et quant aux parties qui ne s'y voient pas dans l'eau, telles que sont les humeurs et la rétine, c'est qu'elles sont transparentes, et de la couleur de l'eau.

On pourrait croire que la seule dilatation de la prunelle dans l'eau, y rendrait les parties de l'œil plus visibles, et que l'aplanissement de la cornée n'entrerait pour rien dans cet effet, et ne serait qu'une fiction. Mais M Méry prévient cette pensée par l'exemple qu'il rapporte de ceux qui ont la goutte sereine, c'est à dire une obstruction dans le nerf optique. Ils ont la prunelle extrêmement dilatée, et cependant on ne distingue aucune partie du fond de leur œil. D'où cela vient-il, sinon de ce qu'il n'est pas assez éclairé ? Et qui empêche qu'il ne le soit assez, si ce ne sont les plis de la cornée ?

De ce que les humeurs et la rétine de l'œil d'un chat plongé dans l'eau disparaissent également, et sont par conséquent également transparentes, M. Méry en tire cette conséquence que la rétine n'est pas plus que les humeurs l'organe immédiat de la vision, ou, pour ainsi dire, la toile qui reçoit la peinture des objets. Il donne cet usage à la choroïde, qui est derrière la rétine, et beaucoup plus opaque, puisqu'elle arrête les rayons, et le fait voir. Cette question a été autrefois agitée dans l'Académie et fort au long, et fort ingénieusement, par deux habiles adversaires, dont l'un soutenait la rétine selon l'opinion commune, et l'autre prétendait mettre la choroïde en sa place. Le public fut instruit du procès en ce temps là et il n'est pas besoin de rappeler ici une contestation fort délicate et fort subtile, sur laquelle M. Méry ne prend parti que par occasion.

APPENDIX 3

TRANSCRIPTION OF

Philippe de La Hire

Explication de Quelques Faits d'Optique, & de la Manière dont se fait la Vision

Record of the proceedings of the Académie Royale des Sciences for 1709, tome 28, p. 108 recto - 114 verso (session of March 20th, 1709) & « *Histoire et Mémoires de l'Académie Royale des Sciences Année 1709 avec les Mémoires de Mathématique & de Physique pour la même Année. Tirés des Registres de cette Académie* », 95-106, Paris, Jean Boudot, 1711

En 1694 je fis imprimer dans un Mémoire plusieurs remarques sur différents accidents de la vue, dont je rendis raison par l'optique. Je joignis à ces remarques un nouveau système de la vision dont j'avais donné une partie dans les Journaux des Savants quelques années auparavant. J'examine maintenant ici un autre accident de la vue qui n'est pas naturel et qu'on ne remarque que dans une expérience particulière, et je crois que j'en puis aussi rendre raison comme des autres par les seules règles d'optique.

On sait que la prunelle de l'œil dans la plupart des animaux s'étend à la grande lumière, et qu'elle s'ouvre considérablement dans l'obscurité. Il est facile de voir dans la dissection de l'œil, que la membrane iris qui est percée dans son milieu, ce qu'on appelle l'ouverture de la prunelle, est un muscle circulaire qui peut se raccourcir en se retirant vers sa circonférence, ce qui augmente alors l'ouverture de la prunelle; mais en se relâchant ses parties se rapprochent du centre de la prunelle par une vertu élastique, et c'est ce qui diminue la prunelle.

Pour bien entendre, comment se peut faire ce changement de la prunelle par l'action du muscle, il faut considérer que le corps de ce muscle est vers sa circonférence où il est attaché au dedans de l'œil, et que toutes ses fibres paraissent tendre de la circonférence vers le centre où elles n'arrivent pas, car elles se terminent au petit cercle que forme la prunelle. Mais ce muscle ayant une épaisseur assez considérable vers sa tête, si ses fibres s'écartent l'une de l'autre suivant l'épaisseur du muscle où il doit y en avoir une grande quantité, leur extrémité qui forme la prunelle doit se rapprocher de la tête, en conséquence dilater la prunelle, mais lorsque l'action du muscle cessera, le ressort des mêmes fibres peut les remettre dans leur premier état et fermer la prunelle, ou bien il pourrait y avoir dans ce muscle quelques fibres à ressort qui ne serviraient que pour ces effets, ou bien enfin on pourrait imaginer un autre

muscle de peu d'épaisseur et couché sur le premier dont les fibres seraient circulaires et qui lui serviraient d'antagoniste, car les fibres circulaires de ce muscle venant à s'écarter l'une de l'autre suivant leur plan fermeraient la prunelle, l'action de l'autre muscle ayant cessé, et c'est ce sentiment qui me paraît le plus naturel et que je suis le plus volontiers. Mais entre deux muscles qui sont antagonistes l'un à l'autre, le plus fort l'emportera toujours, lorsqu'il n'y aura aucune détermination particulière pour l'un ni pour l'autre; d'où il s'ensuit que si celui qui dilate la prunelle est le plus fort, comme il le paraît, on jugera que l'état naturel de la prunelle est d'être dilatée.

L'action d'ouvrir et de fermer la prunelle n'est pas de celles qu'on appelle volontaires; mais de celles qui se font nécessairement par une cause étrangère, comme il arrive à plusieurs parties du corps des animaux.

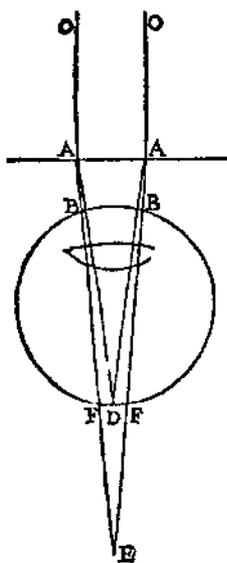
Il paraît assez vraisemblable qu'une très grande lumière faisant une trop forte impression sur le fond de l'œil, dont il est blessé et en quelques façon brûlé, comme quand on regarde le feu ou un corps blanc exposé au soleil, nous oblige aussitôt à fermer la prunelle autant qu'il est possible, pour recevoir moins de ces rayons trop lumineux et pour remédier au danger qui menace l'œil. Au contraire quand on regarde attentivement quelqu'objet dans l'obscurité, on fait tout son possible pour le voir distinctement, et pour en bien discerner toutes les parties, ce qu'on ne peut faire sans le secours d'une lumière assez vive; c'est pourquoi on dilate la prunelle afin qu'il entre dans l'œil une plus grande quantité de ces faibles rayons, qui tous ensemble feront une plus forte impression en se réunissant sur le principal organe de la vision.

Mais quoiqu'on soit exposé à une assez grande lumière, on ne ferme pas toujours la prunelle quand on est attentif à regarder quelqu'objet dont l'image doit se peindre vivement sur le fond de l'œil, ce qu'on remarque dans les animaux qui peuvent fermer et dilater extraordinairement la prunelle comme les chats; car lorsqu'ils sont au grand jour et dans un

état tranquille, ils ont la prunelle presque toute fermée, et s'il arrive subitement quelqu'objet extraordinaire auquel ils font attention, on les voit alors l'ouvrir autant qu'ils peuvent et tout d'un coup. Ce sont ces sortes d'animaux dont je parlais dans mon Mémoire, auxquels je croyais que la nature avait donné une structure particulière de la membrane iris, qui ne se ferme pas circulairement mais par le côté, afin qu'elle pût s'ouvrir promptement et considérablement dans l'obscurité où ils cherchent le plus souvent leur nourriture.

Quelle que puisse être l'attention qu'on fait à voir les parties d'un objet, la prunelle sera toujours moins ouverte au grand jour que dans l'obscurité, surtout si cette attention dure un peu de temps, puisque la grande lumière l'oblige naturellement à se fermer pour éviter que le principal organe de la vision ne soit blessé.

Aussi dans l'obscurité ou dans une faible lumière, on ne saurait douter que la prunelle ne se mette dans son état naturel de dilatation, et qu'elle ne s'ouvre autant que le permet l'équilibre des muscles qui composent la membrane iris, comme il arrive à toutes les parties du corps des animaux qui se meuvent par les muscles antagonistes.



L'observation dont je parle dans ce Mémoire est commune, et ceux qui l'ont faite ont toujours remarqué la même chose. Ils ont plongé dans l'eau la tête d'un chat vivant dont la prunelle peut se dilater extraordinairement, et aussitôt elle s'ouvre toute entière quoique l'animal soit exposé à des objets fort éclairés, et l'on peut voir alors distinctement les moindres parties qui font le fond de l'œil.

J'entreprend donc d'expliquer ici par les lois de l'optique

1°. pourquoi les objets lumineux par leur présence n'obligent pas la prunelle de ce chat de se fermer.

2°. pourquoi l'on voit distinctement le fond de l'œil. Soit dans la figure suivante un objet O lumineux ou fort éclairé dont les rayons OB viennent comme parallèles entr'eux jusqu'à la cornée BB, l'objet O étant à une médiocre distance de l'œil. On sait que l'œil étant exposé à l'air, la plus grande réfraction des rayons OB se fait d'abord sur la cornée et qu'ensuite après deux autres réfractions bien moindres que la première sur les surfaces du cristallin, ces rayons s'assemblent en D sur le fond de l'œil que nous appelons bien conformé.

Mais si l'œil BBD est plongé dans l'eau AA, en sorte que sa surface AA soit perpendiculaire aux rayons

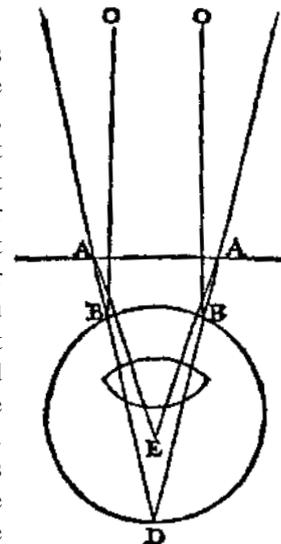
OB qui viennent de l'objet O à l'œil, alors ces rayons OB rencontrant perpendiculairement la surface de l'eau AA n'y souffriront aucune réfraction, ils entreront dans l'œil au travers de ses humeurs qui ne sont que peu différentes de l'eau en y souffrant peu de réfraction; d'où il suit qu'ils auront une direction pour s'assembler vers E bien loin au-delà de l'œil et que par conséquent ils rencontreront le fond de l'œil en des points FF fort éloignés les uns des autres, au lieu de s'y assembler dans le même point D.

Mais les rayons du point lumineux O qui sont entrés dans l'œil occupant alors un espace fort considérable FF sur le fond de l'œil, n'y feront qu'une impression très faible au lieu qu'ils l'auraient touché très vivement s'ils s'étaient rassemblés en D; c'est pourquoi cet objets lumineux O dans ce cas ne doit pas obliger la prunelle de se resserrer. De plus cet animal étant dans un état violent, fait attention à tous ce qui l'environne, ce qui doit encore l'obliger à tenir sa prunelle fort ouverte comme je l'ai remarqué ci-devant.

C'est pour cette raison que la nature a donné aux poissons qui vivent dans l'eau, un cristallin fort convexe et presque sphérique, afin que les rayons des objets qui sont dans l'eau, lesquels ne souffrent que peu de réfraction en passant par la cornée, puissent se détourner assez sur les surfaces du cristallin pour se rassembler sur le fond de l'œil. Et si l'on voit quelque plongeurs qui aperçoivent dans l'eau des objets à un plus grande distance qu'ils ne seraient dans l'air, ce ne peut être qu'un cas particulier de la conformation de l'œil de ces plongeurs, qui ayant la vue fort courte à cause de la figure très convexe de leur cristallin peuvent voir très distinctement dans l'eau comme les poissons, des objets éloignés dont les rayons dans l'air concourraient entre le cristallin et le fond de l'œil et rencontrant le fond de l'œil dans un espace considérable s'y confondraient et par conséquent feraient une vue confuse.

Il faut maintenant expliquer pourquoi l'œil du chat étant plongé dans l'eau, on aperçoit distinctement toutes les parties du fond de l'œil comme s'il n'était point rempli d'humeurs.

Il est certains que plus les fenêtres d'une chambre sont grandes, les objets y seront d'autant plus éclairés et qu'on pourra les voir plus distinctement; c'est pourquoi on pourra voir bien mieux les parties du fond de l'œil du chat plongé dans l'eau quand la prunelle est fort dilatée que si elle était resserrée. Mais ce n'est pas seulement la grande ouverture de la prunelle qui fait qu'on peut voir



distinctement les objets, puisque dans les hommes qui ont la goutte sère et dont la prunelle est fort ouverte, on ne peut rien apercevoir du fond de l'œil qui est exposé à l'air. C'est donc l'eau qui touche l'œil laquelle fait qu'on peut voir ces objets, et c'est ce qu'il faut expliquer pour les mêmes principes d'optique, dont nous nous sommes servis d'abord.

Lorsqu'un œil bien conformé est dans l'air, les rayons qui partent d'un point comme D de son fond, ayant passé par les trois surfaces de ses humeurs s'y détournent de telle manière qu'ils en sortent comme parallèles entr'eux, c'est pourquoi nous pourrions voir distinctement cet objet D puisque des rayons parallèles ou comme parallèles font toujours dans notre œil une vision distincte, cependant nous ne voyons pas ces objets D.

Examinons maintenant ce qui doit arriver à ces mêmes rayons qui partent du point D du fond de l'œil de l'animal lorsqu'il est plongé dans l'eau.

Soit comme ci-devant l'œil d'un animal BBD plongé dans l'eau dont la surface est AA. Il s'ensuit que les rayons DB qui partent du point D du fond de l'œil, s'étant un peu détournés ou rompus sur les deux surfaces du cristallin, doivent rencontrer la cornée étant encore divergents; mais comme à la sortie de la cornée en BB ils rencontrent l'eau AA dont la réfraction n'est pas sensiblement différente de celle de l'humeur aqueuse où ils passaient en touchant la cornée, ils doivent continuer leur route par la même ligne droite et rester encore divergents jusqu'à la surface de l'eau en A, d'où enfin ils doivent sortir pour entrer dans l'air étant encore plus divergents qu'ils n'étaient dans l'eau par les lois de la Dioptrique; et par conséquent en quelque endroit que nous placions notre œil pour recevoir ces rayons divergents qui sont alors dirigés comme s'ils venaient du point E plus proche de la cornée que le point D nous pourrions apercevoir très distinctement le point D comme placé en E et dans l'air.

C'est là ce que produit la surface plane de l'eau sur ces rayons, mais il y a encore une autre remarque à faire qui nous fait connaître pourquoi nous ne voyons pas l'objet D du fond de l'œil quand il est hors de l'eau, et pourquoi nous le voyons quand il y est plongé.

La surface de tous les corps polis renvoie la lumière et la renvoie ou la réfléchit d'autant plus fortement qu'elle est plus polie; et si ces corps polis sont aussi transparents une partie de la lumière passera au travers du corps et une autre partie se réfléchira, et ce sera toujours à proportion de la transparence et du poli. Mais comme nous n'avons point de corps dont la surface soit plus polie que celle des liquides, on pourrait dire qu'il entrerait dans l'œil exposé à l'air bien moins de rayons de lumière qu'il n'en entre dans l'eau, si la cornée n'était toujours enduite d'une liqueur claire et onctueuse. Ce n'est donc pas pour cette raison qu'on ne voit pas le fond de l'œil dont la cornée est exposée à l'air, et qu'on le voit quand l'œil

est dans l'eau; car s'il se réfléchit des rayons de la lumière sur la cornée dans l'air, il s'en réfléchit aussi sur la surface de l'eau et presque en égale quantité, ce qui est contre l'opinion de quelques uns qui ont prétendu qu'il s'en perdait beaucoup sur la cornée dans l'air, et qui n'ont point fait attention qu'il ne s'en perdait pas moins sur la surface de l'eau.

Mais ce n'est pas tant la quantité des rayons qui se réfléchissent sur la cornée ou sur l'eau qu'il faut considérer dans ce qui peut apporter quelque empêchement à une vision bien claire, quoique les rayons soient disposés comme il faut pour la faire, que la direction de ces mêmes rayons réfléchis. Car si ces rayons réfléchis sont parallèles ou à peu près à l'axe de l'œil qui rencontre le principal organe de la vision où l'on voit le plus distinctement les objets, et où est peint l'objet qu'on considère attentivement, on doit voir une assez grande lumière en cet endroit, laquelle par son éclat empêchera de distinguer ces objets, qui d'ailleurs sont d'une couleur obscure, et c'est ce qui arrivera à la cornée d'un œil quoique la lumière ne l'éclaire que de biais. Car la cornée étant de figure convexe, il peut y avoir des rayons qui frapperont dessus obliquement, lesquels seront dirigés ou à peu près suivant l'axe de l'œil de celui qui regarde; ce qui n'arrive pas à une superficie plane laquelle serait perpendiculaire à ces axes, où ces rayons se réfléchiraient suivant la même inclinaison à la superficie, avec laquelle ils l'auraient rencontrée. C'est pourquoi on pourra voir bien plus distinctement et sans le mélange de cette lumière étrangère, les parties du fond de l'œil du chat plongé dans l'eau que s'il était exposé à l'air. C'est aussi pour cette raison que lorsqu'on est à l'air hors d'une chambre et qu'on regarde au travers des vitres quoique fort nettes, les objets qui y sont, on ne peut les entrevoir qu'avec peine à cause de l'inégalité de la surface du verre qui réfléchit la lumière de tous les côtés.

On pourra faire l'expérience de ce que j'avance ici en regardant un objet au travers d'une bouteille de verre qui soit ronde, et ensuite au travers d'un morceau de glace plan, la lumière donnant de même manière sur les surfaces sphériques et planes de ces deux verres, car la tête de celui qui regarde de près, empêcherait les rayons qui tomberaient sur le verre plan et qui pourraient se réfléchir dans l'œil vers l'axe de la vision; mais ce ne sera pas la même chose sur la surface du verre de la bouteille où il y en aura toujours qui entreront dans l'œil à peu près parallèles à l'axe, à cause de la figure convexe de la bouteille. Dans tout ce que j'ai dit ci-dessus, je n'ai point marqué quelle partie de l'œil je prenais pour le principal organe de la vue, et je ne croyais pas après toutes les raisons que j'ai rapportées dans le Mémoire dont j'ai parlé d'abord, qu'il puisse rester aucun lieu de douter quelle était la partie qui doit être le principal organe de la vision.

Cependant un des plus célèbres anatomistes de cette Compagnie ayant examiné le fait qui est le sujet de

ce Mémoire et en ayant rendu raison d'une manière fort savante pour le mouvement des esprits animaux dans l'œil du chat, prend partie pour la choroïde contre la rétine, en suivant à ce qu'il dit le sentiment de M. Mariotte.

La découverte de M. Mariotte est une des plus curieuses qu'on ait faites dans la Physique, et comme l'expérience en est très facile à faire, on ne saurait en douter. Cependant je dis encore ici que le défaut de vision à l'endroit où la rétine est percée par la choroïde ne prouve rien contre la rétine, et que la choroïde ne peut être considérée que comme un organe moyen qui communique à la rétine l'ébranlement ou le mouvement qu'elle reçoit de la lumière avec ses différentes modifications. En effet, peut-on rechercher le principal organe d'un sens autre part que dans les nerfs qui ont communication avec le cerveau, et qui peuvent faire connaître à l'âme sous différentes apparences ce qui se passe hors du corps, et cela par l'entremise d'un certain milieu propre à les mouvoir; car les nerfs sont des parties trop délicates pour être exposées à découvert. Ce sera la même chose pour les autres sens que pour la vue, et l'on ne dira pas que la peau qui couvre tout le corps soit le principal organe du toucher, ni que la membrane du tambour de l'oreille le soit pour l'ouïe, non plus que la peau de la langue est celui du goût, à cause que lorsque cette peau est brûlée, on n'a plus aucun sentiment des saveurs.

La couleur noire de la choroïde est très propre pour être sensiblement ébranlée par tous les différents et moindres mouvement de la lumière, comme on voit dans l'expérience du papier blanc exposé à un miroir ardent, et qui ne peut s'enflammer à moins qu'il ne soit noirci; car les mouvement des particules du corps qui transmet la lumière, ou la lumière elle-même, agit fortement entre les pointes hérissés des corps noirs où elle s'engage, au lieu qu'elle ne fait que se réfléchir sur les corps blancs qui ne sont composés que de parties fort polies comme de petits miroirs. La rétine ne sera donc pas ébranlée par une réflexion des rayons lumineux sur la choroïde qui est noire, comme prétend notre anatomiste. Enfin la conclusion de son Mémoire me fait connaître qu'il n'est pas du sentiment de M. Mariotte comme il dit, mais qu'il a suivi le mien en changeant seulement la définition du principal organe de la vision qu'il donne à la choroïde et moi à la rétine. Ainsi toute la différence qu'il y aura entre lui et moi ne sera que du nom du principal organe, à l'explication près qu'il

met dans une réflexion des rayons lumineux sur la choroïde et moi dans un ébranlement des parties de la choroïde pour se transmettre au nerf optique ou à la rétine.

Pour ce qui est du sentiments de M. Mariotte, il croit que la choroïde est le principal et le seul organe de la vision, et que c'est cette membrane toute seule qui porte au cerveau les sensations des couleurs, puisqu'étant une production de la pie mère elle accompagne le nerf optique dans tout son chemin jusqu'à l'œil, où étant parvenue elle forme la choroïde, et enfin que le nerf optique ne sert qu'à contenir les esprits et qu'il n'a point de filets. On peut voir ce sentiment expliqué fort au long avec toutes les raisons qu'il apporte que le soutenir dans ses lettres écrites au sujet de sa découverte et dans celles de Mrs Pecquet et Perrault, qui lui marquaient les difficultés qu'ils trouvaient à abandonner l'opinion des Anciens.

Mais il me semble qu'il n'est pas aisé de concevoir comment l'âme peut avoir la sensation d'une très grande quantité d'objets qu'on aperçoit tous à la fois et dans l'ordre où ils sont, sans imaginer une infinité de filets très déliés qui composent le nerf optique et qui sont disposés par ordre sur toute la surface de la rétine, ce que la seule membrane de la pie mère ou de la choroïde ne pourrait pas faire sans une grande confusion, quand même elle aurait des filets comme ceux du nerf optique. Mais on voit que les fonctions que j'attribue à la choroïde et à la rétine sont toutes les deux ensemble nécessaires à la vision, et que l'une sans l'autre elle ne peut pas se faire.

Je pourrai encore ajouter ici qu'on n'aperçoit les couleurs que par un sentiment de chaleur; car personne ne doute qu'il n'y a point de lumière sans chaleur, soit que cette lumière vienne directement du corps lumineux ou par réflexion. Mais comme cette chaleur est ordinairement si faible, surtout si le corps lumineux est fort éloigné du corps qui éclaire, il fallait qu'il entrât dans l'œil une assez grande quantité de ces rayons, et qu'à même temps ils se rassemblent en un point sur le corps noir de la choroïde pour y faire une plus forte impression, et pour ne faire aucune confusion avec ceux qui viennent d'autres points lumineux, et tout proche, et modifié en des manière différentes que le sens du toucher ne peut pas apercevoir. C'est une pensée qu'on pourrait, à ce qu'il me semble, appuyer de très fortes raisons.

APPENDIX 4

TRANSCRIPTION OF :

Fontenelle

Sur Quelques Faits Particuliers d'Optique

Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1709, p. 90 - 92, Paris, Jean Boudot (1711)

Si l'optique n'était que géométrie, il y aurait lieu d'être surpris que l'on se partageât sur l'explication de ses phénomènes, mais ce qui ôte tout sujet d'étonnement, c'est qu'il y entre beaucoup de physique qui y porte son incertitude naturelle

On a vu dans l'Histoire de 1704 1° que si on plonge un chat dans l'eau, et que l'on tourne sa tête de sorte que ses yeux soient directement exposés à une grande lumière, leur prunelle s'ouvre beaucoup, quoique naturellement elle se resserre au grand jour, 2° que l'on aperçoit distinctement le fond des yeux de cet animal, qu'il est bien certain qu'on ne verrait pas à l'air. Ces deux faits ont été expliqués, mais M de la Hire en donne ici d'autres explications

1° Lorsque le chat est plongé, les rayons qui entrent dans son œil tombent perpendiculairement sur l'eau, parce que pour mieux voir cet œil, on tient la face de l'animal parallèle à la surface de l'eau. Cela posé, M de la Hire démontre que ces rayons perpendiculaires à l'eau n'y souffrant point de réfraction, et n'en souffrant qu'assez peu quand ils passent de ce milieu dans les humeurs de l'œil à cause du peu de différence de ces humeurs et de l'eau, ils ne pourront se réunir que bien loin au-delà de la rétine et que par conséquent ils y tombent séparés et y occupent un plus grand espace qu'ils ne devraient. De là il conclut que ces rayons agissant plus faiblement sur la rétine que si l'œil était exposé à l'air, ils ne doivent pas causer de rétrécissement à l'iris. Il remarque aussi que le chat plongé dans l'eau étant fort inquiet et fort attentif à tout ce qui se passe autour de lui, cette attention et cette crainte tiennent sa prunelle plus ouverte, car M de la Hire suppose que le mouvement de l'iris qui est presque toujours nécessaire et n'a aucun rapport qu'au plus ou moins de clarté, est en partie volontaire dans certaines occasions. S'il l'est, on pourrait peut-être se contenter de cette seule cause

du phénomène.

2° M de la Hire démontre que les réfractions qui se font dans l'eau élèvent le fond de l'œil du chat, et rapprochent cet objet des yeux du spectateur. Si l'on joint à cela que la prunelle de l'animal est plus ouverte, et par conséquent le fond de son œil plus éclairé, il ne sera pas étonnant qu'on l'aperçoive. Encore une raison que M de la Hire ajoute. Un objet est d'autant mieux vu que dans le temps qu'on le regarde il vient à l'œil moins de lumière étrangère et qui ne sert point à le faire voir. Quand on regarde à l'air l'œil d'un chat de manière à tâcher d'en découvrir le fond, l'axe de la vision du spectateur se porte vers ce fond et s'il vient en même temps des rayons étrangers parallèles à cet axe, ils troublent d'autant la vision. Or il en vient, parce que la cornée du chat étant convexe elle réfléchit à l'œil du spectateur des rayons sous toutes sortes d'angles et ceux qui sont parallèles à l'axe de la vision qui se dirige au fond de l'œil du chat, la troublent puisqu'ils viennent d'un autre objet. Mais quand le chat est plongé dans la situation que nous avons dit, la surface de l'eau qui est plane ne pourrait envoyer à l'œil du spectateur des rayons étrangers parallèles à l'axe de la vision que ceux qu'elle aurait reçus perpendiculairement, parce que l'axe de la vision lui est alors perpendiculaire. Or la tête du spectateur empêche qu'elle ne reçoive des rayons perpendiculaires et par conséquent le fond de l'œil du chat en peut être mieux aperçu

Nous ne parlerons ici ni de la structure du muscle de l'iris, ni du principal organe de la vision. M de la Hire tient pour la rétine contre la choroïde; mais ces sortes de questions ne peuvent devenir intéressantes sans un certain détail, qui fasse voir la grandeur et l'importance de ce qui paraissait petit et léger.

APPENDIX 5

TRANSCRIPTION OF :

Jean Méry

Réponse à la 3^e Partie de la Critique de M. de la Hire, du 20 Mars 1709

Record of the proceedings of sessions of the Académie Royale des Sciences, tome 31, p. 319 verso - 334 recto (August, 27th, 1712)

Dans mon mémoire du 12 novembre 1704, j'ai soutenu, qu'il passe beaucoup plus de lumière dans le globe des yeux, quand ils sont plongés dans l'eau qu'il n'y en entre lorsqu'ils sont exposés à l'air. M. de la Hire, dans la critique qu'il a faite de ce paradoxe prétend qu'il y en passe tout autant dans l'air que dans l'eau.

Pour mettre le lecteur en état de juger quelle est de ces deux opinions la plus vraisemblable, je vais rapporter encore une fois l'observation qui m'a convaincue de la vérité de cette hypothèse, avec les objections les plus contestables de ce savant académicien.

En exposant, dans l'eau, les yeux d'un chat vivant, aux rayons du soleil, je vis aussitôt la prunelle se dilater extraordinairement. En même temps les humeurs de la rétine disparurent, et alors leur globe ne me parut rempli que d'un air lumineux, qui me fit apercevoir avec admiration, la choroïde, ses vaisseaux sanguins, ses couleurs différentes, et même l'extrémité du corps des nerfs optiques très distinctement.

Je ne sais pas si cette découverte a été faite par quelque autre avant moi. Ce qui pourrait donner lieu de le croire, c'est la manière dont en parle ce célèbre opticien, qui me paraît méprisante, si par la peine qu'il a bien voulu prendre de critiquer mon système de la vision, il ne m'avait mis au nombre des plus grands hommes qu'il a ainsi honoré de son estime particulière. Quoiqu'il en soit, voici ses propres termes, par lesquels on peut connaître combien il fait cas de ma remarque. *L'observation dont je parle dans ce mémoire, est assez commune et ceux qui l'ont faite ont toujours remarqué la même chose, mais la découverte de Mr Mariotte est une des plus curieuses qu'on ait faite en physique.* Avant que d'en juger, je vous prie Messieurs d'entendre ma réponse. Si mon observation est commune, parce qu'elle a été faite par plusieurs physiciens avant moi, M. de la Hire n'était-il pas obligé de citer ces auteurs pour le prouver ? Il n'en rapporte aucun. En doit-il être crû

sur sa simple parole ? Si c'est parce qu'elle ne mérite point qu'on en fasse cas, qu'il dit qu'elle est commune, examinons ce que la découverte de M. Mariotte, qu'il dit être une des plus curieuses qu'on ait faite en physique a de plus merveilleux que la mienne pour lui donner la préférence.

En faisant l'expérience de M. Mariotte, on apprend seulement que la vision ne se fait point dans l'endroit du fond de l'œil, où la choroïde ne se trouve pas opposée directement à la rétine; mais on ne peut connaître certainement par cette observation, si la rétine est transparente ou opaque. On n'en peut juger que par conjecture, comme a fait M. Mariotte, ce qui a fait dire à M. de la Hire *Je ne crois pas aussi, qu'on puisse attribuer le défaut de la vision dans cet endroits de l'œil, à autre chose qu'au défaut de la choroïde.* Ce qu'il se serait bien donné de garder d'avancer, s'il avait fait réflexion, que dans cet endroit la choroïde enveloppe la rétine et même jusqu'à la pie-mère qui couvre le cerveau. Ainsi ce défaut de la vision ne peut pas venir de ce que la choroïde manque dans cet endroits, mais bien de l'une ou de l'autre de ces deux causes, auxquelles je ne sache pas qu'aucun philosophe ait fait jusque ici d'attention, et peut-être de toutes les deux jointe ensemble. Savoir ou de ce que les rayons de la lumière que réfléchit un objet, ne trouvant pas la choroïde directement opposée à leur passage dans le fond de l'œil, ils s'insinuent, et vont se perdre dans le centre du nerf optique, où tous les filets de la rétine se trouvent ramassés dans la choroïde qui les enveloppe.

De là vient que, ne pouvant faire d'impression sur cette membrane, l'esprit animal ne peut y recevoir la modification propre au sentiment de la vue; ce qui fait qu'on n'aperçoit pas l'objet par ce qu'encore une fois les rayons de la lumière s'enfoncent dans la substance moelleuse du nerf optique, où ils s'éteignent.

Ce défaut de vision peut venir aussi, de ce que la liqueur noire, dont la choroïde est imbibée dans le

globe de l'œil, et qui apparemment reçoit l'image des objets, n'humecte point cette membrane dans le corps du nerf optique. Ce qui se passe dans un miroir fait avec le papier blanc et noir, appliqué l'un après l'autre, derrière sa glace, donne un grand air de vérité à cette conjecture; car l'expérience m'a appris que l'image d'un objet ne peut point s'imprimer dans ce miroir quand il n'y a derrière qu'un papier blanc appliqué, par ce que les rayons de la lumière, nécessaires à sa peinture, passent à travers le verre.

Au contraire l'image de l'objet s'y forme parfaitement lorsqu'on y applique un papier noirci, parce que les rayons de la lumière qui passent à travers le verre sont arrêtés et réfléchis vers nos yeux par le papier noir, qui ne peut leur donner passage. Ainsi il y a beaucoup d'apparence que ces deux causes jointes ensemble contribuent à ce défaut de vision. Revenons à mon observation.

En faisant mon expérience, on remarque que la rétine disparaît entièrement avec toutes les humeurs des yeux alors on ne voit dans leur globe que la choroïde et l'extrémité du corps des nerfs optiques, preuve évidente et de l'opacité de la choroïde et de la transparence de la rétine; et c'est en cela que ma découverte devrait déjà l'emporter sur celle de M. Mariotte. Car la remarque de M. Mariotte ne montre par certainement la transparence de la rétine dans l'endroit du fond de l'œil où manque la vision; puisque on découvre dans le fond des yeux plongés dans l'eau, tout aussi facilement l'extrémité du corps des nerfs optiques que la choroïde. Cet endroit, où manque la vision est donc opaque, au lieu que la rétine disparaît partout ailleurs, preuve irréfutable de sa transparence.

De plus, si ma découverte avait été faite par quelque autre avant moi, et que l'on en ait eu connaissance du temps de cette fameuse question qui fit tant de bruit dans l'Académie Royale des Sciences en 1669 entre Messieurs Mariotte, Pesquet et Perault, pour savoir quelle est de la rétine ou de la choroïde, la partie dans laquelle se fait la vision, ou sur laquelle de ces deux membranes s'imprime l'image des objets, sans doute que M. Mariotte s'en serait servi pour défendre son opinion. Car mon observation démontrant et la transparence de la rétine et l'opacité de la choroïde, il aurait pu par son moyen, plus facilement que pas sa remarque, prouver à ces Messieurs que l'image des objets ne pouvait pas se peindre sur la rétine, mais bien sur la choroïde; qu'ainsi cette membrane devait être la partie principale de l'organe de la vue, ce qu'il aurait pu encore démontrer plus aisément s'il avait su que la rétine est insensible, et qu'au contraire la choroïde est douée d'un sentiment très exquis. Il n'est point parlé dans le différent de ces trois académiciens, ni de l'insensibilité de la rétine, ni du sentiment de la choroïde, ni de mon observation; il y a donc grande apparence qu'alors elle n'avait pas encore été faite, et que ce n'est que depuis que je l'ai communiqué à l'Académie qu'elle a été connue, ce que M. de la Hire n'a pas pu ignorer, après ce qu'en

a rapporté M. du Hamel dans l'histoire de cette illustre compagnie dont il était secrétaire. Voici les propres paroles de ce fameux historien.

“D. Méry observationem quandam nuper a se fact* commemoravis die ultimo maii 1684 cum felem in aquam demergeres, illud advertis pupillam ante oblongam es are paulatim in aqua dilatari, adeo ut in fele pene extincto, si major quam antea vederetur, mortui et ex aqua educti, non potuis fundum oculi despiciere. Sed ubi intra aquam mer* est, tum quasi omni humore vacuus, et uberiore luce perfusus apparuis. Jam oculi fundum et varios choroïdis colores nervi optici limbum exquo vasa in choroïdem exhibant, conspexis; sed retina ipsa aut humores in conspectum non venerunt”.

Si M. de la Hire ne peut citer aucun auteur, qui ait fait avant ce temps là, cette découverte, il n'a pas raison de dire qu'elle est assez commune, ni que celle de M. Mariotte est des plus curieuses qu'on ait vu en physique; d'autant moins qu'après s'être assuré de la transparence de la rétine par mon observation, qu'il a apparemment faite lui-même, il semble renoncer dans sa critique de 1709, à son système de la peinture de objets sur la rétine, que l'expérience de M. Mariotte antérieure à sa dissertation des accidents de la vue de 1694 n'a pu lui faire abandonner. C'est un fait dont il ne peut pas disconvenir; puisqu'après avoir avancé en plus de cinquante endroits de ce traité, que l'image des objets se peint sur la rétine, ou que les rayons de la lumière qu'ils réfléchissent vers nos yeux, se rendent sur cette membrane, on n'en trouve pas un seul dans toute sa critique pour soutenir cette opinion; s'il y avait persisté, il aurait dû, en combattant mon hypothèse, démontrer que ce n'est pas sur la choroïde que se forme leur peinture, comme je prétends mais sur la rétine comme il l'a cru avant mon observation, parce que c'est en cela que consiste le point essentiel qui fait la différence propre de son système de la vision d'avec le mien, et le sujet principal de sa critique. Il le passe sous silence dans le traité, se contentant d'attaquer mon opinion par le sentiment vif qu'il attribue à la rétine, dont j'ai démontré l'insensibilité dans la seconde réponse que j'ai faite à sa critique. Il ne croit donc plus à présent que l'image des objets se peint sur la rétine. Cela étant il doit avouer que mon observation est du moins aussi considérable que la découverte de M. Mariotte, qu'il dit être une des plus curieuses qu'on ait faite en physique; puisqu'encore un coup, il n'a pu lui faire quitter son ancien système que ma remarque lui a fait abandonner.

Après cette discussion, on peut bien penser, que l'habile opticien n'a donné l'avantage à la découverte de M. Mariotte sur la mienne, que par ce que j'ai soutenu, contre le sentiment des philosophes qu'il a adopté, que c'est sur la choroïde que se peint l'image des objets, parce que cette membrane est noire et opaque, et non pas comme ils le croient, sur la rétine, parce qu'elle est blanche et transparente. Mais pourquoi trouver mauvais que j'ai réfuté leur

opinion, puisque dans tout mon mémoire qui fait le sujet de sa critique, il n'y a pas un seul mot dont il ait pu tirer le moindre indice, que j'ai eu dessein de l'attaquer en particulier.

Je n'aurais pas crû qu'un procédé si honnête eut pu lui donner sujet de faire si peu de conte de mon observation qu'il ne soit donc point surpris des expressions dont je puis me servir pour soutenir mon hypothèse. Je l'estime et l'honore véritablement. Mais mon inclination naturelle porte à défendre la vérité par des raisons pressantes, que je reconnais que l'esprit humain éclairé de sa lumière au lieu de prendre son parti, s'efforce au contraire de la combattre, et de la détruire par de vaines subtilités, parce qu'elle ne s'accorde pas avec son préjugé.

Au reste quelque considérable que me paraisse ma découverte, je ne prétends pas cependant, m'en faire honneur dans le monde. Le hasard quelque merveilleux qu'il soit, ne saurait faire la gloire d'un académicien. J'avoue ingénument que je n'avais d'autre dessein que de me donner un squelette du chat que je noyais, quand un spectacle, pour moi si agréable, se présenta de lui-même à mes yeux sans le rechercher; mais je puis dire aussi sans vanité, que toutes les conséquences que j'en ai tirées, je ne les dois qu'à mes propres réflexions.

En effet après avoir observé d'abord dans le globe des yeux de ce chat couvert d'eau, la dilatation de la prunelle, la choroïde, ses couleurs différentes, ses vaisseaux sanguins et l'extrémité du corps des nerfs optiques, réfléchissant ensuite sur la cause qui pouvait faire évanouir les humeurs et la rétine, je m'imaginai que ce ne pouvait être que la lumière qui entrant beaucoup plus abondamment dans les yeux de cet animal plongé dans l'eau, que lorsqu'ils sont exposés à l'air, effaçait par son grand éclat leur transparence; de même que nous voyons les étoiles qui brillent dans le ciel pendant une nuit obscure, disparaître à nos yeux au lever du soleil, parce qu'il est beaucoup plus lumineux que tous les autres astres du firmament. Effets indépendants de l'optique; quoique la manière dont se fait la vision dépende de ses règles, comment peut-on s'imaginer que c'est par des règles d'optique qu'on voit la choroïde dans l'eau qu'on ne peut apercevoir dans l'air le plus lumineux? Pour faire croire ce paradoxe, il faudrait démontrer que le jour et la nuit qui se succèdent l'un à l'autre, en dépendent aussi. L'entreprendre, ce serait, ce me semble tenter l'impossible. Ce qui me fit penser à tirer de ma supposition cette conséquence, qu'il devait passer à travers la cornée couverte d'eau, infiniment plus de lumière dans les yeux du chat, que lorsque cette membrane est à découvert dans l'air. Autrement j'aurais pu apercevoir à l'air beaucoup plus aisément que dans l'eau, la choroïde, puisque la cornée reçoit bien plus de lumière étant exposée à l'air, que quand elle est plongée dans l'eau, dont la surface réfléchit une partie de ses rayons; ce qui me fut impossible; quoique la prunelle restait également dilatée dans ces deux

éléments après la mort de cet animal. D'où je conclus que la plus grande partie des rayons de la lumière, qui passe de l'air dans l'eau, tombant sur la cornée, doivent entrer dans le globe des yeux de ce chat; qu'ainsi la surface de cette membrane devait avoir beaucoup d'inégalités que l'eau unissait, mais que l'air ne pouvait aplanir. Raisonnement fondé sur ce principe véritable, que plus les corps transparents sont polis, plus le passage qu'ils donnent à la lumière devient libre. D'où il suit qu'un plus grand nombre de ses rayons, passant après cela à travers ces corps, ils deviennent alors plus éclatants, non pas parce qu'ils réfléchissent plus de lumière, comme le croit M. de la Hire, mais parce que beaucoup plus de leurs parties sont éclairées de ses rayons qui les traversent. Car s'ils en réfléchissaient davantage quant ils sont polis, comme il prétend, il en passerait beaucoup moins par la cornée aplanie par l'eau qu'auparavant; ainsi il entrerait bien moins de lumière dans le fond des yeux du chat plongé dans l'eau, qu'étant exposé à l'air. On verrait donc moins la choroïde dans l'eau que dans l'air; ce qui est certainement contraire à mon expérience; car on ne peut point apercevoir cette membrane dans l'air, on la découvre dans l'eau, soit qu'on regarde directement ou obliquement la prunelle exposée tour à tour en plein jour dans ces deux éléments. Il est donc certain qu'il passe infiniment plus de lumière dans le globe des yeux étant dans l'eau que dans l'air. Cependant M. de la Hire soutient qu'il n'y en a pas davantage, et pour le prouver voici ce qu'il m'objecte. *La surface de tous les corps polis renvoie la lumière et la renvoie ou la réfléchit d'autant plus fortement qu'elle est plus polie.* Je vais démontrer que cette proposition générale si affirmative est certainement fautive, tant à l'égard des corps transparents, qu'à l'égard des corps opaques. En voici des preuves qui me semblent convaincantes.

L'image d'un objet ne peut jamais se former sur une glace de verre parfaitement polie des deux côtés, parce que tous les rayons de la lumière qui doivent la représenter passent à travers. Au contraire son image se peint toujours d'autant plus nettement sur une table de marbre noir qu'elle est plus unie. Mais comme en polissant cette table on rend sa surface transparente, il est certain que ce n'est point sa superficie polie qui réfléchit les rayons de la lumière dont cette image est formée, mais la partie opaque qui lui est jointe immédiatement; ainsi la surface polie de cette table ne sert qu'à donner passage à ces rayons et sa partie opaque à les réfléchir. Ce qui m'est facile de prouver, et par la structure de l'œil artificiel, qu'on appelle chambre noire, et par son effet.

Le verre objectif placé sur le devant de cet œil, fait l'office de la cornée et du cristallin; la surface polie de la glace qui est derrière, l'effet de la rétine, et sa surface dépolie celui de la choroïde. Si sa glace était polie des deux côtés, comme est l'objectif, l'on ne verrait point l'image des objets peinte sur la glace,

parce que les rayons de la lumière réfléchis par les objets passeraient tous à travers comme ils font pour l'objectif.

Les lunettes d'approche dont les verres sont polis des deux côtés, nous fournissent une preuve incontestable de cette vérité; car c'est une chose connue de tous le monde, que l'image des objets ne peut s'imprimer sur aucun de leurs verres, parce que tous les rayons de la lumière qui pourraient la représenter passent à travers. On ne voit donc l'image des objets peints sur la glace d'un œil artificiel, que parce que les rayons de la lumière que les objets réfléchissent, sont arrêtés sur sa surface dépolie. D'où il suit évidemment que ce n'est pas la superficie polie de la table de marbre noir qui réfléchit la lumière, mais sa partie impolie qui est au-delà et qui la touche immédiatement; de même que fait l'étain d'un miroir. Donc plus la surface des corps opaques est polie, moins elle réfléchit de lumière. Il en est de même des corps transparents; car plus on les polit, plus le passage qu'ils donnent à la lumière devient libre ainsi il est certain qu'il passe après cela beaucoup plus de ses rayons à travers qu'auparavant. De sorte que leur surface renvoie alors moins de lumière. Ce que je vais démontrer même par cette autre proposition de M. de la Hire.

Et si ces corps polis sont aussi transparents, une partie de la lumière passera à travers du corps et l'autre partie se réfléchira. Donc puisqu'il passe beaucoup plus de lumière à travers une glace de verre et même par la surface d'une table de marbre noir et opaque après les avoir polis qu'auparavant il est évidemment faux, *que la surface de tous les corps polis renvoie la lumière et la renvoie ou la réfléchisse d'autant plus fortement qu'elle est plus polie;* puisqu'alors elle laissera passer et repasser ses rayons, qui ne pouvaient la traverser avant le polissage. D'ailleurs si l'on fait une sérieuse réflexion sur ce que nous dit ce fameux opticien des corps transparents, en particulier, on reconnaîtra encore que son opinion n'est pas vraisemblable; car il est constant que les rayons de la lumière, nécessaires pour former une image parfaite d'un objet dans un miroir, passent tous à travers sa glace. Car autrement la peinture de ces objets paraîtrait percée comme un tamis fort fin, si une partie des rayons de la lumière, qui doivent la représenter, était réfléchi par la surface de la glace du miroir. Cette image ne paraît point trouée. Donc tous les rayons que la lumière qui la forment, traversent toute l'épaisseur de la glace du miroir, et vont se rendre sur l'étain qui les arrête et les réfléchit. Ce qui fait que nous apercevons l'image de ces objets; d'où il suit, que si ces mêmes rayons sont poussés par un objet sur la cornée, ils doivent aussi traverser cette membrane, les humeurs et la rétine qui sont transparentes et se rendre sur la choroïde qui est opaque, pour peindre sur la surface de cette noire membrane une image parfaite. Mais que nous ne pouvons découvrir; parce qu'il passe à travers la

cornée trop peu de lumière dans les yeux pour nous la faire apercevoir. Cependant nous voyons bien la notre dans les yeux d'un homme dont nous regardons de fort près la prunelle, parce que les ténèbres qui règnent toujours dans leur globe nous renvoient la lumière que notre corps y réfléchit. Mais la cornée étant ôtée, notre image disparaît, parce qu'alors le globe des yeux est éclairé. Ce sont donc ces ténèbres qui nous la font apercevoir.

Nous ne la voyons pas, ni celle des objets dans les yeux d'un chat couverts d'eau et tournés du côté du soleil, parce que la trop grande lumière qui les pénètre fait disparaître les humeurs sans lesquelles nous ne pouvons la remarquer; ce qui donne lieu de croire qu'on peut en ces états, ne pouvoir aussi pour la même raison, voir les objets extérieurs, quoiqu'il distingue parfaitement ceux qui sont dans le fond d'une rivière, quand il a les yeux tournés de leur côté, parce qu'auparavant la lumière qu'ils réfléchissent, est trop affaiblie pour faire évanouir les humeurs.

Qu'il me soit permis de hasarder ici une conjoncture sur l'hypothèse ordinaire de la vision. On a cru jusqu'à présent qu'elle se fait quand les rayons de la lumière que réfléchissent les objets, impriment leur image sur la rétine comme ils font sur la glace d'un œil artificiel; néanmoins nous ne pouvons voir cette image dans l'œil naturel, pas même lorsqu'on enlève la cornée; car on ne découvre alors à travers les humeurs, que la rétine et la choroïde aperçoit la peinture des objets sur ces membranes. D'où l'on peut conjecturer qu'elle ne se forme point dans l'œil naturel, qu'ainsi la vision dépend de la modification que le peu de rayon de lumière, qui entrent dans le globe de l'œil, donnent aux esprits animaux renfermés dans la choroïde de même que toutes les autres sensations dans les organes desquels il n'y a nulle apparence que l'image de leurs objets propres puisse s'imprimer. Pour démontrer le contraire, il faudrait faire voir l'image des objets sur la rétine comme sur la surface dépolie de l'œil artificiel; autrement la comparaison doit passer pour fausse.

Mais de quelque manière que se fasse la vision, je dis que puisqu'on ne voit que la lumière dans les yeux du chat, plongé dans l'eau, et qu'au contraire il ne paraissent, dans l'air, rempli que d'épaisses ténèbres; quoique la prunelle reste également dilatée dans ces deux éléments après la mort de cet animal, je dis qu'il est constant qu'il passe à travers la cornée aplanie par l'eau, beaucoup plus de lumière dans le globe des yeux du chat, qu'il n'y entre, lorsque cette membrane est exposée à l'air avec ses inégalités. Pour détruire cette conséquence, M de la Hire se sert de cette supposition qu'il ne prouve nullement. *Comme nous n'avons point,* dit-il, *de corps dont la surface soit plus polie que celle des liquides, on pourrait dire qu'il entrerait dans l'œil, exposé à l'air bien moins de rayons de lumière qu'il n'y entre dans l'eau, si la cornée n'était toujours enduite d'une liqueur claire et onctueuse. Ce n'est donc pas par cette raison qu'on ne voit pas le fond de l'œil dont la cornée est*

exposée à l'air, et qu'on le voit quand l'œil est dans l'eau. Je n'ai donc qu'à prouver que la cornée n'est point naturellement enduite de cette liqueur, pour faire connaître la vérité de mon hypothèse. Or c'est ce que je vais démontrer si cette liqueur claire et onctueuse existait, et qu'il fut vrai qu'elle produisit sur la cornée le même effet qu'y cause l'eau, comme il suit de sa supposition, il est constant qu'on devrait voir la choroïde dans l'air comme dans l'eau. Cependant on ne peut l'apercevoir dans l'air, on ne la voit que dans l'eau. Donc sa prétendue liqueur n'existe pas; mais supposé qu'elle existe, il est évident qu'elle ne fait pas sur la cornée le même effet que l'eau, puisque dans l'air on ne peut voir la choroïde qu'on découvre dans l'eau. Ne nous donne-t-il pas lui-même lieu de croire que cette liqueur n'est qu'imaginaire, quand il nous dit dans sa dissertation des différents accidents de la vue, que *la cornée est fort dure et sèche de sa nature?*

Peut-être me répondra-t-il, que cette liqueur claire et onctueuse s'écoule continuellement des glandes lacrymales sur la surface de la cornée, ce qui n'empêche pas que cette membrane ne soit dure et sèche naturellement. Mais ne sait-on pas que lorsque les yeux sont baignés de larmes, on n'aperçoit point la choroïde dans l'air, qu'on ne voit même les objets que confusément, et qu'il faut essuyer les yeux pour les voir plus nettement? Donc ni les larmes ne peuvent pas avoir sur la cornée le même effet que l'eau, ni sa liqueur claire et onctueuse, supposé qu'elle vienne d'ailleurs des glandes lacrymales.

Comment nous prouvera-t-il encore la dureté et la sécheresse de cette membrane! L'expérience ne détruit-elle pas ce prétendu fait? Car si on laisse sécher la cornée, elle devient mince; si après cela on la plonge dans l'eau, elle reprend sa première épaisseur; preuve certaine qu'elle est en elle-même abreuvée d'humidité, dans son état naturel. Les corps durs et secs de leur nature ne diminuent point d'épaisseur. A la vérité le globe de l'œil, gonflé naturellement de ses propres humeurs, alors la cornée tendue comme un bâton plein d'air, paraît dure, mais sans être sèche; car si on retire les humeurs hors de l'œil, on la trouve effectivement molle et humide comme une vessie qu'on vient de vider. Sa dureté n'est donc qu'apparente et sa sécheresse imaginaire.

De plus cet académicien si célèbre, pour combattre mon opinion objecte que *s'il se réfléchit des rayons de lumière sur la cornée dans l'air; il s'en réfléchit aussi sur la surface de l'eau, et presque en égale quantité ce qui est contre le sentiment de quelques uns qui ont prétendu qu'il s'en perdait beaucoup plus sur la cornée dans l'air, et qui n'ont pas fait d'attention qu'il ne s'en perdait pas moins sur la surface de l'eau.* Outre que je trouve dans cette objection un défaut de justesse entre ces deux énoncés 1) Il se réfléchit sur la surface de l'eau une quantité de lumière presque égale à celle qui se réfléchit sur la cornée. 2) Il ne s'en perd pas moins

sur l'une que sur l'autre; car cette quantité étant ainsi égale et inégale on ne saurait reconnaître dans laquelle de ces deux expressions différentes pourrait être la vérité, je vais prouver que cette proposition est fautive.

Il est bien vrai que je n'ai point fait d'attention à la perte qui se peut faire des rayons de la lumière sur la surface de l'eau. Mais je demande à M. de la Hire avais-je besoin de la comparer avec celle qui s'en fait sur la cornée, pour reconnaître dans lequel de ces deux éléments de l'air ou de l'eau, il passe plus de lumière dans le globe des yeux du chat. Il n'aurait pas raison de prétendre que cette comparaison me fut nécessaire, puisque lui-même n'a pas fait d'attention, pour en juger, à la perte qui se peut faire d'une partie de ses rayons sur la surface de la liqueur prétendue, qui, selon lui, enduit toujours la cornée et cause le même effet que l'eau.

Pour ne pas m'éprendre dans cette recherche, j'ai dit qu'il me suffisait de remarquer seulement que dans l'air le globe des yeux semble n'être plein que d'épaisses ténèbres, au lieu que dans l'eau, il ne paraît rempli que de lumière, pour conclure de ces deux circonstances qu'il y a beaucoup plus de ses rayons dans le globe des yeux plongés dans l'eau, qu'étant exposés à l'air.

L'objection de cet habile opticien ne saurait détruire cette conséquence; car s'il était vrai qu'il se perdit autant de lumière sur la surface de l'eau que sur celle de la cornée, comme il croit, il est indubitable qu'il entrevoir tout aussi peu de ses rayons dans les yeux plongés dans l'eau, qu'étant exposés à l'air, on verrait donc tout aussi peu la choroïde dans l'eau que dans l'air. Cependant on ne peut nullement apercevoir dans l'air cette membrane, on la découvre très nettement dans l'eau. Il faut donc nécessairement qu'il se réfléchisse infiniment plus de lumière sur la surface de la cornée exposée à l'air que sur celle de l'eau. Il n'y a donc nulle apparence qu'il s'en perde tout autant sur l'une que sur l'autre, comme le prétend M. de la Hire ce qui sera aisé de comprendre, si l'on fait réflexion que nous n'avons point de corps dont la surface soit aussi polie, ni dont les parties soient aussi transparentes que celles de l'eau, ni qui donnent par conséquence un aussi libre passage à la lumière. De là vient qu'on aperçoit dans le fond d'une rivière à travers une grande hauteur d'eau un objet qu'on ne peut découvrir dans l'air à travers un corps d'une beaucoup moindre épaisseur, quelque transparent et quelque poli qu'il puisse être, d'où il suit évidemment qu'il doit entrer beaucoup plus de lumière dans le fond des yeux, lorsque les inégalités de la cornée sont aplanies par l'eau qu'auparavant. Et parce que la prunelle restant aussi dilatée dans l'air que dans l'eau, après la mort du chat on n'aperçoit néanmoins que ténèbres dans ses yeux exposés à l'air, et que lumière quand ils sont plongés dans l'eau, il est constant que la dilatation de la prunelle a infiniment plus de part à ces effets surprenants, que l'aplanissement des inégalités de la

cornée par l'eau dans laquelle les yeux sont plongés. Il ne me reste plus qu'à faire voir que c'est en vain que M de la Hire s'est flatté d'avoir détruit mon hypothèse par l'expérience que voici, comme de tout temps, de tous les physiciens. Qu'on mette dans le fond d'un bassin vide, un objet, on le perd de vue à une certaine distance, d'où l'on peut l'apercevoir en remplissant d'eau ce bassin; parce que les rayons de la lumière réfléchis par cet objet se rompent en passant de l'eau dans l'air et viennent en s'éloignant de la perpendiculaire, se rendre sur la cornée transparente, et passent par la prunelle dans le fond de l'œil, d'où il conclut que c'est par la même raison qu'on aperçoit la choroïde dans l'eau, et non pas parce qu'il entre plus de lumière dans le globe des yeux, comme je le prétends. Je tombe d'accord de cette expérience, mais je nie la conséquence qu'il en tire, et vais prouver par une autre expérience que j'ai imaginée et faite depuis sa critique, qu'elle n'est pas vraisemblable.

J'ai pris deux gobelets d'argent, l'un et l'autre profonds d'environ trois pouces, de figure semblable. J'ai mis dans le fond de chaque gobelet, précisément au même endroit, un Louis d'or, et pour tenir lieu de la cornée transparente, j'ai scellé avec de la cire dans l'un de ces gobelets une glace de verre, éloignée de son bord de dix lignes, et de son fond de deux pouces. Par ce moyen, j'ai divisé sa capacité en deux parties, entre lesquels je n'ai laissé aucune communication.

J'ai placé ensuite ces deux gobelets sur une même ligne, l'un à coté de l'autre, et m'étant éloigné assez pour perdre de vue ces deux pièces d'or, j'ai fait verser de l'eau dans ces gobelets jusqu'à leur bord; alors j'ai aperçu le Louis d'or du gobelet plein d'eau; mais je n'ai pu de la même distance découvrir l'autre dans le gobelet qui renfermait deux pouces d'air sous dix lignes d'eau; il a fallu me rapprocher pour le voir; d'où il suit évidemment que les rayons de la lumière réfléchis par le Louis d'or de ce gobelet s'éloignent bien moins de la perpendiculaire en passant de l'air intérieur dans l'eau, et de l'eau dans l'air extérieur, qu'ils ne font en sortant du gobelet qui n'est rempli que d'eau. Preuve certaine que la conséquence que tire M. de la Hire de son expérience contre mon hypothèse n'est pas vraisemblable.

Je vais démontrer à présent et par le rapport qu'il y a entre ces gobelets et les yeux du chat placé dans l'eau et dans l'air, et par les effets différents qui se passent dans les uns et les autres, qu'elle est certainement fautive.

Puisque les yeux de cet animal, plongé dans l'eau, paraissent remplis que d'un air lumineux, je puis en ces états les comparer au gobelet qui contient deux pouces d'air renfermé sous dix lignes d'eau, et parce que les humeurs des yeux sont analogues à l'eau, je puis aussi les comparer étant dans l'air, au gobelet plein d'eau, avec d'autant plus de raison que les yeux du chat couverts d'eau et plein de lumière, paraissent de même que le gobelet rempli d'air et d'eau, plus

profonds qu'ils ne sont effectivement, et qu'au contraire, les yeux de cet animal remplis de leurs humeurs mais vides de lumière, semblent de même que le gobelet plein, seulement d'eau, moins profonds qu'il ne sont naturellement d'où l'on peut juger qu'il y a entre les yeux et ces gobelets un juste rapport eu égard à ces circonstances.

Examinons maintenant les effets qui se passent dans les uns et les autres, pour reconnaître sûrement, s'il est vrai ou faux que ce soit pour la même raison qu'on voit un objet dans le fond d'un bassin plein d'eau, qu'on aperçoit la choroïde dans le globe des yeux couverts d'eau et si la liqueur supposée par M. de la Hire fait sur la cornée le même effet que l'eau. Si je pose sur une même ligne, et à égale hauteur, ces deux gobelets et deux têtes de chat dont les yeux de l'une soient plongés dans l'eau, et ceux de l'autre exposée à l'air; il arrive que de la même distance, d'où je découvre ma pièce d'or sur le fond du gobelet, qui n'est rempli que d'eau, je ne puis voir la choroïde dans les yeux plongés dans l'eau, ni la pièce d'or du gobelet plein d'air et d'eau, il faut me rapprocher pour les voir. Mais de quelque distance et de quelle manière que je regarde les yeux du chat exposé à l'air, je ne saurais y découvrir la choroïde que je vois dans l'eau; ce ne peut donc être certainement pas la même raison qu'on découvre un objet dans le fond d'un bassin plein d'eau qu'on remarque la choroïde dans le globe des yeux du chat plongés dans l'eau. D'ailleurs si la cornée était toujours couverte d'une liqueur qui cause sur sa surface le même effet que l'eau, on pourrait apercevoir la choroïde dans l'air comme dans l'eau; cependant il est impossible de découvrir cette membrane dans l'air, on la voit très distinctement dans l'eau. Il passe donc infiniment plus de lumière dans les yeux du chat, quand ils sont plongés dans l'eau qu'il n'y entre lorsqu'ils sont exposés à l'air. Je dis infiniment, parce que les yeux étant placés dans l'air, on n'y voit que d'épaisses ténèbres en plein jour quoiqu'on regarde de près et directement la prunelle, et qu'au contraire on n'y aperçoit, dans l'eau, qu'une lumière éclatante, quoiqu'on regarde de loin et obliquement ce trou qui donne passage à ces rayons dans l'œil. Donc la conséquence qu'en tire cet opticien de son expérience contre mon hypothèse, est évidemment fautive. Ce ne peut donc être que parce qu'il entre infiniment plus de lumière dans les yeux plongés dans l'eau, qu'étant exposés à l'air, qu'on voit dans l'eau la choroïde.

Voici encore de ce paradoxe surprenant une autre preuve, qui confirme la précédente d'une manière si convaincante, que je ne saurais m'imaginer que la critique la plus ingénieuse puisse rien opposer de raisonnable à cette expérience.

Les yeux étant exposés dans l'air à la lumière, il est impossible d'apercevoir dans leur globe, de quelque façon qu'on les regarde, la choroïde à travers la cornée. Qu'on enlève cette membrane, toute l'humeur aqueuse s'écoule, ce qui n'empêche pas

qu'on voie alors à travers le cristallin le corps vitré, qui ne perdent rien de leur convexité, aussi facilement le centre des nerfs optiques et la choroïde dans l'air que dans l'eau. Preuve incontestable qu'il entre infiniment plus de lumière dans le globe des yeux, quand les inégalités de la cornée sont aplanies par l'eau qu'auparavant; et même davantage que quand cette membrane en est séparée; puisque étant ôtée on distingue alors, dans l'eau même le cristallin, le corps vitré et la rétine, qui disparaissent entièrement, quand la lumière entre dans les yeux plongés dans l'eau, la cornée étant appliquée au devant de la prunelle; d'où il suit évidemment qu'il se perd beaucoup moins de ses rayons sur la surface de l'eau que sur cette de la cornée, étant exposée à l'air. M. de la Hire se trompe donc certainement, quand il m'objecte qu'il s'en perd tout autant sur l'une que l'autre; car si cela était ainsi, on verrait tout aussi peu la choroïde dans l'eau que dans l'air, l'eau n'apportant aucun changement à la structure intérieure de l'œil.

Following this transcription, the record of the proceedings bears the following annotation, on page 334 recto:

Après cette lecture finie, il a paru que le sentiment général de l'Académie était que la véritable cause pourquoi on ne voit point dans l'air le fond de l'œil du chat, c'est que la cornée transparente y fait l'office du miroir; et envoie à l'observateur son image réfléchie et très vive, ce qui l'empêche de voir autre chose au lieu que dans l'eau la cornée ne fait point ces effets.

Elle est dans l'air un miroir convexe dont le foyer par réflexion est au-delà d'elle et très vif, et dans l'eau elle ne doit plus être censée qu'une surface plane presque homogène à l'eau.

APPENDIX 6

TRANSCRIPTION OF :

Fontenelle

Sur l'Expérience des Yeux du Chat Plongé dans l'Eau

Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1712 , 73-74, Paris, Imprimerie royale, 1714

On a vu ci-dessus la principale partie de la contestation de M. de la Hire et M. Méry sur le chat plongé dans l'eau. Il a été encore question entre eux de savoir pourquoi le fond des yeux du chat paraissait dans l'eau fort éclairé, et disparaissait absolument à l'air. M. Méry prétendait que l'animal étant dans l'eau il entrait plus de lumière dans ses yeux, parce que sa corné s'aplanissait davantage, et en quelque sorte se déridait par l'humidité. Mais M. de la Hire en a donné une raison assez naturelle, tirée des principes de l'optique. La cornée étant à l'air fait office d'un miroir, parce qu'elle est polie, et

d'un miroir convexe, à cause de sa figure. Elle a donc au-delà d'elle son foyer, qui est même assez vif, et elle renvoie à celui qui la regarde sa propre image, qui par sa vivacité l'empêche de voir aucun autre objet au delà de la cornée. Mais quand cette même cornée est dans l'eau, le peu de différence qu'il y a entre sa densité et celle de l'eau, fait qu'elle lui est physiquement homogène ; elle n'est donc plus un miroir convexe, elle ne tient lieu que d'une surface d'eau qui serait plane, et on voit au travers d'elle ce qu'on aurait vu au travers de l'eau.

