

# **Chapter IV**

---

**PHILIPPE DE LA HIRE'S  
OCULAR CONTACT**



## INTRODUCTION

The physicist, mathematician and geometrician, *Philippe de La Hire* (1640-1718), member of the *French Royal Academy of Sciences*, is the author of a voluminous work published in 1694 and called “*Mémoires de Mathématiques et de Physique*” (*Memoirs of Mathematics and Physics*). This contains in its fourth part a “*Traité des Différens Accidens de la Vuë, en deux Parties*” (*Treatise on the Different Anomalies of Sight, in two Parts*).

Several historical introductions to treatises on contact lenses attribute to *La Hire's* dissertation and particularly chapter 28, the priority of the citation and of the application of both corneal neutralization and ocular contact by a glass lens. For that reason, *La Hire* is sometimes cited amongst the inventors of contact lenses.

In order to assess the reality of these statements, I shall review successively:

- the contents of a first lecture, of which *La Hire* had reserved the announcement for the French Royal Academy of Sciences in July 1685 and of which the text was published in the *Journal des Sçavans* of the same year,
- chapter 28 of his treatise on the “*Différens Accidens de la Vuë*”, which appeared in 1694, the analysis of which should be able to help us understand the significance which *La Hire* intended for his publication.
- I am going to place this chapter in the context of *La Hire's* dissertation and more generally of *La Hire's* work and the anatomic and optical knowledge of his era.
- I shall also refer to certain theories current at the end of the 17th Century regarding presbyopia, the crystalline lens, cataract, retina, entoptic phenomena, visual anomalies and the optometer used in *Scheiner's* experiment.
- I shall then describe the circumstances in which *La Hire* had used a terminology and diagrams amounting to an ocular contact capable of evoking the concept of corneal neutralization and a contact glass. Then, I shall also decide if the same terminology and diagrams are capable of evoking the concepts of corneal neutralization by a contact glass and if *La Hire* had been aware of the significance of these aspects.
- I shall next review those arguments, which could plead in favor or against corneal neutralization and replacement of the cornea thus neutralized by a structure possessing the properties of a contact lens. These observations will finally be compared with the properties of modern contact lenses and with the habitual citations of contact lens historians.



# 1 - SOURCE DOCUMENTS

## 1.1. - THE PUBLICATIONS OF LA HIRE

### 1.1.1 - THE LECTURE TO THE FRENCH ROYAL ACADEMY OF SCIENCES (1685)

(Figure 4 - 1)

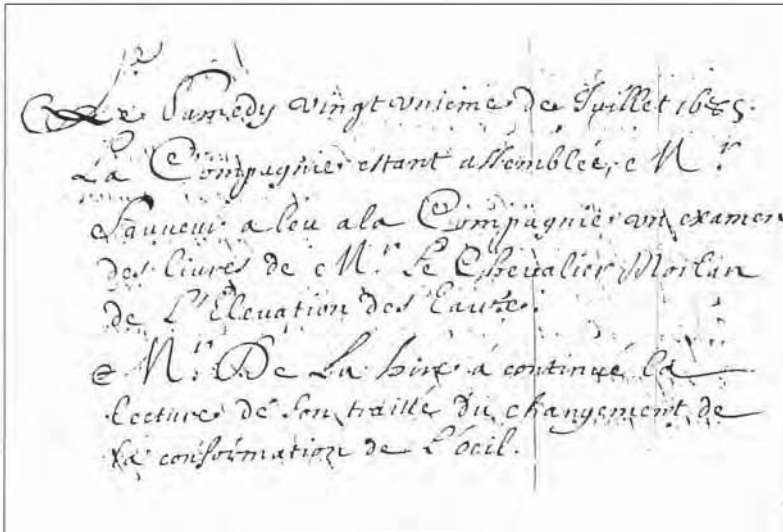


Figure 4 - 1

Extract from record of the proceedings of the sessions of the French Royal Academy of Sciences showing the date of "Saturday 21st July 1685".

One notes the comment: "Mr. de La Hire continued the reading of his lecture from his treatise on the changes in the conformation of the eye." (Document Archives de l'Académie des Sciences, Paris).

"On Saturday, 7<sup>th</sup> July 1685, after the audience had been assembled, Mr. De La Hire started to lecture from his treatise regarding the conformation of the eye and its humors."

« Le Samedi sept Juillet 1685, la Compagnie étant assemblée, Mr. De La Hire a commencé la lecture de son traité de la conformation de l'œil et des humeurs. » (1)

"On Saturday, 21<sup>st</sup> July 1685, Mr. De La Hire continued the reading of his lecture from his treatise on changes in the conformation of the eye."

« Le Samedi vingt-unième de Juillet 1685, Mr. De La Hire a continué la lecture de son traité du changement de la conformation de l'œil. » (2)

The record of the proceedings does not include any other mention of or reference to a possible discussion.

1. La Hire, Record of the Proceedings of the French Royal Academy of Sciences for the year 1685, July 7th, p. 133 recto.

2. La Hire, Record of the Proceedings of the French Royal Academy of Sciences for the year 1685, July 21st, p. 134 recto.

La Hire had effectively reserved, the 7<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> July 1685, for his colleagues at the French Royal Academy of Sciences to hear the announcement of his 'discovery' of a new examination technique for vision, inspired by Scheiner's experiment, and of the deductions he was drawing from this concerning the 'conformation' of the eye and the mechanism of accommodation. The record of the proceedings of the Academy recorded at that time the following comments:

1.1.2 - THE PUBLICATION IN THE JOURNAL DES SÇAVANS (1685)  
(Figures 4 – 2, 4 – 3)



Figure 4 - 2

Cover-page of the "Journal des Sçavans pour l'Année 1685" in which La Hire published the "Dissertation sur la Conformation de l'Œil" in the issues dated 30th July and 20th August 1685. (Document Bibliothèque Nationale de France, Paris)

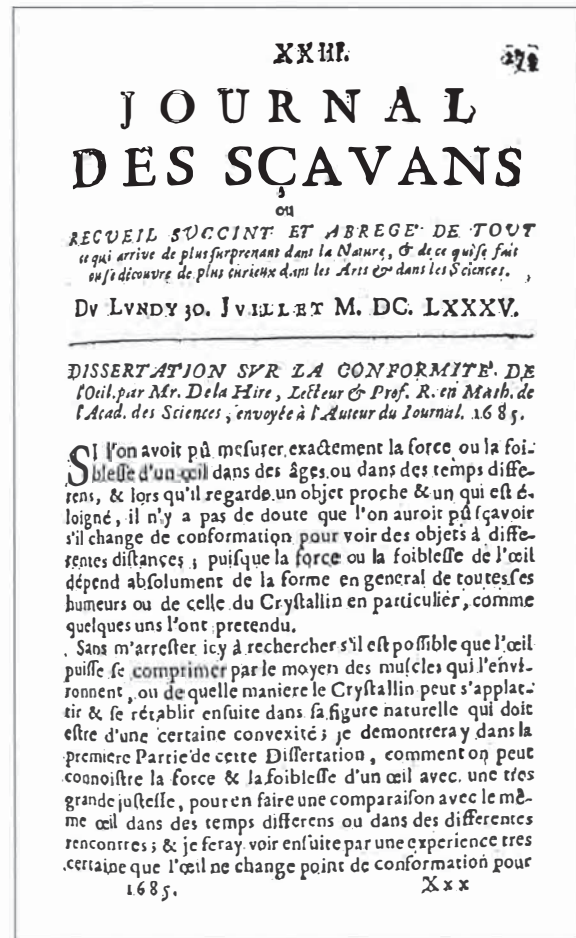


Figure 4 - 3

Philippe de La Hire. "Dissertation sur la Conformation de l'Œil" in "Journal des Sçavans pour l'Année 1685". issue dated 30th July 1685. (Document Bibliothèque Nationale de France, Paris)

La Hire addressed his lecture to the *Journal des Sçavans*, where it was published in the issues dated 30<sup>th</sup> July and 20<sup>th</sup> August 1685 under the title of "*Dissertation sur la Conformation de l'Œil*" (*Dissertation on the Conformation of the Eye*).

The first part of the lecture described Scheiner's experiment (3) and its utilization for the measurement of ocular ametropias:

*"I shall demonstrate in the first part of this dissertation how one can measure the strength and the weakness of an eye with very great precision."*

3. Two holes are pierced in a carton. The distance separating them must be less than the inter-pupillary diameter. When the eye looks through these two holes and fixates on a needle placed perpendicularly in the line joining the two apertures, the needle is seen as one. But, if the eye fixates on one side or the other of the needle, it is seen as double.

« Je démontrerai dans la première partie de cette dissertation, comment on peut connaître la force et la faiblesse d'un œil avec une très grande justesse. » (4)

We should remember that, in 1619, *Scheiner* had observed and described that, when he fixated a needle across two near holes pierced in a carton he saw a single object at a certain distance, whereas two needles were seen if the object being viewed was fixated nearer or further away.

In part two, *La Hire* details arguments to justify the incorrect idea, that accommodation might be due to pupillary mobility and not, as considered at his time, to modifications of the 'conformation' of the eye or of the crystalline lens:

"I shall next demonstrate by a very reliable experiment that the eye and the crystalline lens do not change conformation at all in order to see objects which are very close or very far away."

« Je ferai voir ensuite par une expérience très certaine que l'œil et le cristallin ne changent point de conformation pour voir des objets forts proches et forts éloignés. » (4)

### 1.1.3 - THE PUBLICATION OF THE "TRAITÉ DES DIFFERENS ACCIDENS DE LA VUË" (1694)

(Figures 4 - 4 & 4 - 5)

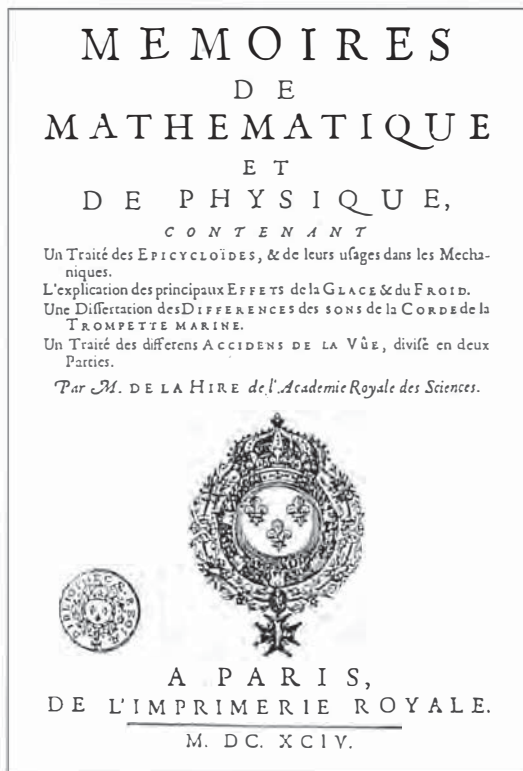


Figure 4 - 4

Cover-page of "Mémoires de Mathématique et de Physique" of Philippe de La Hire, 1694.

This rare work originates in the King's Library, and is stored in the Bibliothèque Nationale de France, Paris.

(Document Bibliothèque Nationale de France, Paris)

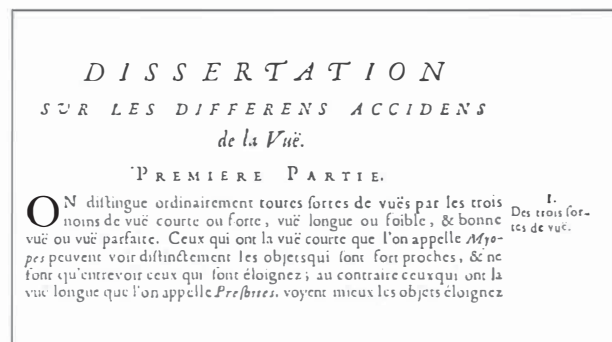


Figure 4 - 5

Philippe de La Hire, "Dissertation sur les Différens Accidens de la Vuë" in *Mémoires de Mathématique et de Physique*, 1694.

(Document Bibliothèque Nationale de France, Paris).

4. La Hire, *Journal des Sçavans pour l'Année MDCLXXXV* of 30th July 1685, folio 23, p. 196.

Nearly ten years later, in 1694, *La Hire* completed his early studies with a new publication, which was significantly more comprehensive, under the title of “*Traité des Différens Accidens de la Vuë*” (*Treatise on the Different Anomalies of Sight*) which was included in a collection entitled “*Mémoires de Mathématique et de Physique*” (*Memoirs of Mathematics and Physics*), where it was linked with other publications, the whole bearing witness to the diversity of the enquiring mind and the interests of the author. (5)

The preface to the *Mémoires of Mathematics and Physics* presents the treatise on the “*différens Accidens de la Vuë*” this being a complement to, and an application of, the studies published 1685 in the *Journal des Sçavans*:

*“I am very exercised regarding the Treatise on Sight; for it is a form of knowledge which is as fascinating as it is useful, because it makes us see that several ‘accidens’ of sight have no dangerous consequences, and that it is most of the time not necessary to fall back on remedies which could besides be injurious to health. You will find here a large number of new observations which I have tried to explain by the laws of optics: but, in order not to leave out anything substantial in this regard, I have felt compelled to record also several other observations, which are already known and sufficiently commonplace. In the year 1685, I had already published in our Journals several points which I explain in the second part of this treatise: but to render my work more complete, I believed I had to add this part to the first, and that I must at the same time bring several clarifications to difficulties which may remain for those who have embraced my system of vision and satisfy also in the same fashion the objections which some have made and which have seemed to me to be of too little importance for individual reply.”*

*« Je me suis fort étendu sur le traité de la Vuë : car c’est une connoissance qui n’est pas moins utile que curieuse, puisqu’elle nous fait voir que plusieurs accidens de la vuë n’ont rien qui soit dangereux dans la suite, & qu’il n’est pas besoin la plupart du temps de recourir à des remèdes qui pourroient d’ailleurs nuire à la santé. On y trouvera un grand nombre d’observations nouvelles que j’ay tâché d’expliquer par les loix de l’Optique : mais pour ne rien omettre de considérable sur cette matière, j’ay été obligé de rapporter aussi quelques remarques qui sont déjà connues & assez communes. En l’année 1685 j’avois déjà publié dans nos Journaux plusieurs choses que j’explique dans la seconde partie de ce traité : mais pour rendre cet Ouvrage plus complet, j’ay crû que je devois joindre cette partie à la première, & que je devois en même-temps apporter quelques éclaircissemens aux difficultez qui restoient à ceux qui avoient embrassé mon système de ma vision, & satisfaire aussi par même moyen aux objections que quelques-uns y avoient faites, lesquelles m’avoient semblé de trop peu de consequence pour y répondre en particulier. » (6)*

5. The collection includes also the following publications: “*Traité des Epicycloïdes & de leurs usages dans les Mécaniques - L’explication des principaux effets de la glace & du froid - Une Dissertation des différens des Sons de la Corde de la Trompette Marine*”. (*Treatise on Epicycloids and their Application in Mechanics - Description of the Principal Effects of Ice and Cold - A Dissertation on the String Notes of the Marine Trumpet*).

6. *La Hire* 1694, Preface (without pagination). This quotation preserved exceptionally and intentionally the original orthography.



## 1.1.4 - THE POSTHUMOUS PUBLICATION OF LA HIRE'S WORKS (1730)

(Figures 4 - 6, 4 - 7 &amp; 4 - 8)

When *Fontenelle* was given the commission of compiling and editing the publications of the academicians, which appeared between 1666 and 1699, the works of La Hire also benefited from this favor. They were thus re-issued in 1730 and included in the "*Œuvres diverses de M. de La Hire*," as volume IX of the "*Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699*". This posthumous version is the most readily available and the most cited. The differences between the versions are minor. (7)

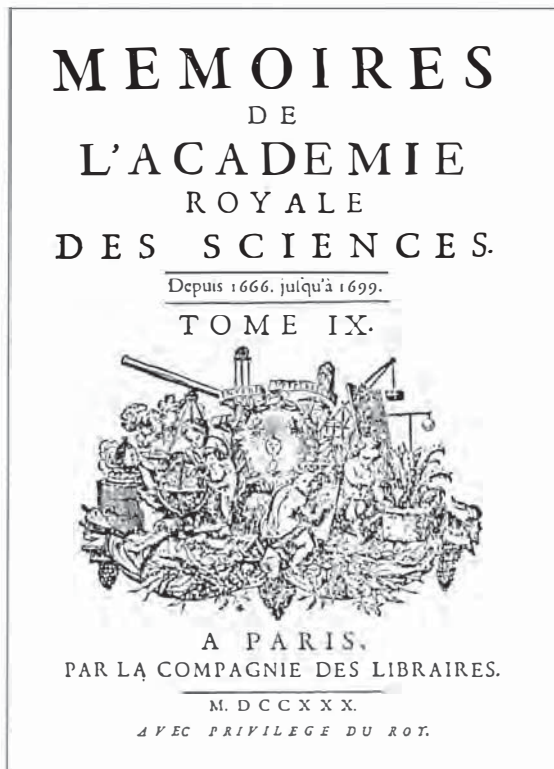


Figure 4 - 6

Cover-page of Volume IX of the "*Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699*" in which Fontenelle re-issued in 1730 La Hire's works ("*Oeuvres Diverses de M. de La Hire*").

<b>T</b> raité de Mécanique	page 1.
Traité des Epicycloïdes & de leur usage dans les Mécaniques.	341.
Examen de la Courbe formée par les Rayons réfléchis dans un Quart de Cercle.	448.
Explication des principaux effets de la Glace & du Froid.	475.
Explication des différences des Sons de la Corde tendue sur la Trompette Marine.	500.
Dissertation sur les différens Accidens de la Vuë. I. Partie.	530.
	II. Partie.
	610.
Traité de la Pratique de la Peinture.	637.

Figure 4 - 7

Table of Contents of Volume IX of "*Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. depuis 1666 jusqu'à 1699*".

This volume contains La Hire's "*Dissertation sur les Différens Accidens de la Vuë*".

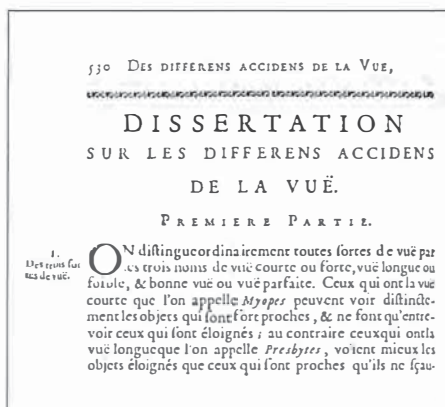


Figure 4 - 8

Philippe de La Hire's "*Dissertation sur les Différens Accidens de la Vuë*" in Volume IX of "*Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. depuis 1666 jusqu'à 1699*", Paris 1730.

7. The references of citations in this and the next chapter refer to the most accessible 1730 edition.

## 1.2 - SUMMARY AND ANALYSIS OF CHAPTER 28

(Figures 4 – 9, 4 – 10 & 4 – 11)

Chapter 28 of the “*Traité des Différens Accidens de la Vuë*” is titled: “*De l’Utilité des Verres Concaves*” (On the Usefulness of Concave Glasses).

There are three sections entitled:

- for those individuals having a very convex crystalline lens,
- for those having a well-conformed crystalline lens,
- for those individuals having a very long eye.

In this chapter *La Hire* envisages the application of concave correcting lenses to these three groups of myopes depending on whether the myopia results from, according to his interpretation, an increase in the convexity of the crystalline lens, of the cornea, or of the length of the globe.

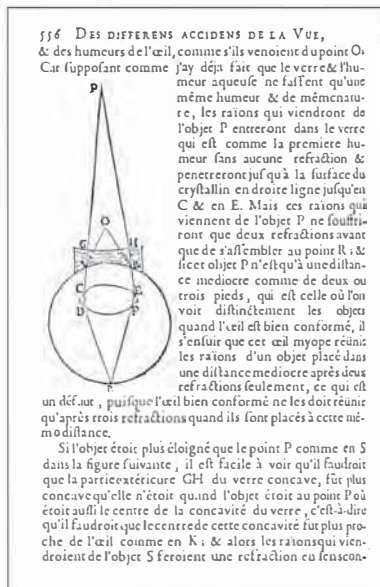


Figure 4 - 9

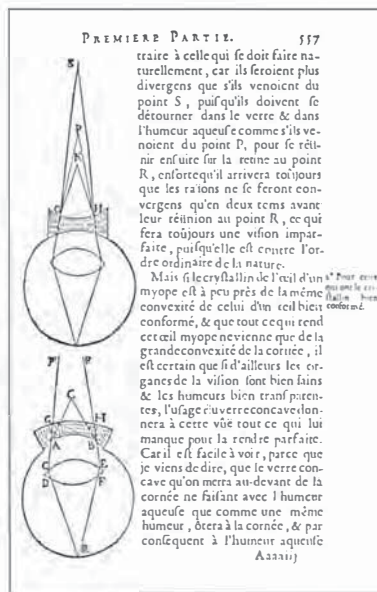


Figure 4 - 10

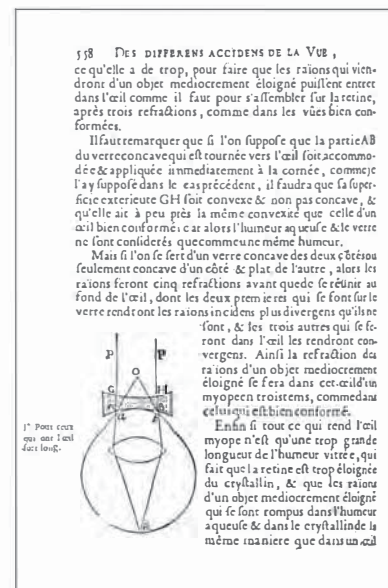


Figure 4 - 11

Figures 4 - 9; 4 - 10; 4 - 11

Philippe de La Hire, “*Dissertation sur les Différens Accidens de la Vuë*”, *Mémoires de l’Académie Royale des Sciences. depuis 1666 jusqu’à 1699, Volume IX, page 557.* (marginal number XXVIII), 1° “*De l’utilité des verres concaves.* 2° *Pour ceux qui ont le cristallin bien conformé*”.

### 1.2.1 – ON THE USEFULNESS OF CONCAVE LENSES FOR THOSE HAVING A VERY CONVEX CRYSTALLINE LENS

(Figure 4 - 12)

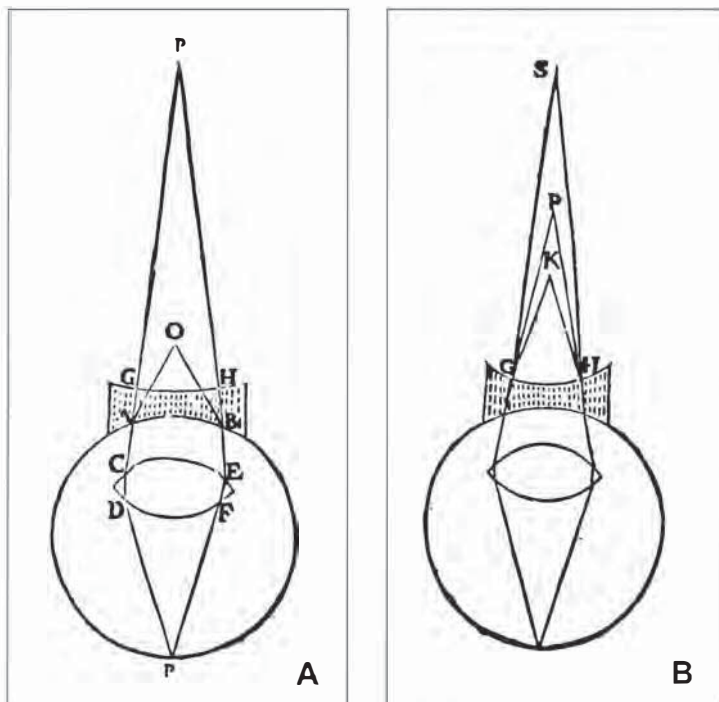


Figure 4 - 12

The two figures of the first paragraph of Chapter 28 of the "Dissertation des différens Accidens de la Vue" (on pages 556 and 557) illustrate the case of "those having a very convex crystalline lens."

For La Hire:

A. The concave lens corrects the corneal curvature and would permit the observer to see a distant object P with the same clarity as the near object O.

B. However with every change of position of the distant object P, there should occur a different curvature in the front surface GH of the concave lens.

In this way La Hire justifies his theory that myopes "having very convex crystalline lenses" would only see clearly for a certain distance and that concave lenses would be of little value to them.

This surprising hypothesis regarding the cause of poor vision in certain myopes is illustrated by two diagrams depicting a spherical ocular globe, without corneal protrusion, to which is adhered a biconcave lens. In the first case, according to the text, the concave lens corrects the corneal curvature and allows seeing the distant object 'P' with the same distinctness as the near object 'O'. In the second case, however, each change of the position of the distant object 'P' corresponds to a different curvature of the concave lens surface

In the hypothesis where the myopia would be due to a "very convex crystalline lens", La Hire claims that these myopes would also have a relatively flat cornea, "they do not have a very steep cornea" and, therefore, the concave lenses would not be any help to them. He describes also a theory, according to which, the sharpness of the images on the retina in the normal eye would be due to a triple refraction of the rays in the eye.

Moreover, in case of a flat cornea and a very convex crystalline lens, only two refractions would occur, the one at the entrance, the other at the exit from the crystalline lens. A concave lens, which would diminish the convexity of the cornea, would give a relative weakness to the eye, which is already deficient. It would suppress both the first refraction of rays of light and would maintain the double refraction, which is responsible for the defective sharpness of images on the retina. This would explain, according to La Hire, why myopes, who have flat corneas and very convex crystalline lenses, do not have sharp vision when concave lenses correct them.

'GH'. For *La Hire*, these myopes would not therefore see clearly for a given distance, and the concave lenses would only be for them of limited usefulness when the object changed position.

In the course of this confused and very complex demonstration, *La Hire* makes the following statements:

*"The rays then passing across the concave glass and the aqueous humor; that one could consider to be a single transparent body, without undergoing any refraction."*

*« les raïons passant alors au travers du verre concave & de l'humeur aqueuse, qu'on peut considérer comme un seul corps transparent, sans souffrir aucune réfraction. » (8)*

And further on:

*"For, supposing as I have done already, that the glass and the aqueous humor form one same humor and with the same nature, the rays which will come from the object P will enter the lens, which is like the first humor; without any refraction and will penetrate up to the surface of the crystalline lens in a straight line."*

*« Car supposant comme j'ay déjà fait que le verre & l'humeur aqueuse ne fassent qu'une même humeur & de même nature, les raïons qui viendront de l'objet P entreront dans le verre qui est comme la première humeur sans aucune réfraction & pénétreront jusqu'à la surface du cristallin en droite ligne. » (9)*

The interpretation of these sentences could leave one to understand, according to certain writers of the history of contact lenses, that *La Hire* would have neutralized the cornea, that he would have applied a lens of the same refractive index as that of the aqueous humor, and that :

- he would have placed a concave lens on the cornea,
- the lens, placed on the cornea, would have been as one with the aqueous humor,
- the posterior surface of the lens placed on the cornea would have removed the dioptric effect of the cornea,
- the anterior surface of the lens placed on the cornea would functionally replace the optical effect of the cornea.

8. *La Hire 1730, p. 555.*

9. *La Hire 1730, p. 556.*

### 1.2.2 – ON THE USEFULNESS OF CONCAVE LENSES FOR THOSE HAVING WELL-CONFORMED CRYSTALLINE LENSES

(Figure 4 - 13)

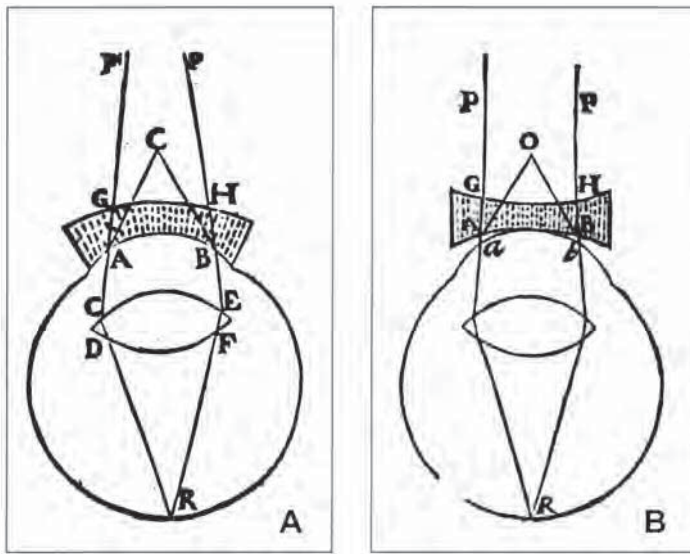


Figure 4 - 13

The two figures of the second paragraph of Chapter 28 of the "Dissertation sur les Différens Accidens de la Vuë" (on page 557 and 558) illustrate the case "of those individuals having a well-conformed crystalline lens."

A. "It is necessary to remark that, if one supposes that the part AB of the concave glass, which is turned towards the eye, may be accommodated to and applied immediately to the cornea, as I supposed it to be in the previous case, it will be necessary that the exterior surface GH is convex and not concave, and that it may have more or less the same convexity as that of an well-conformed eye: for, in that case, the aqueous humor and the glass are only to be considered as one and the same humor."

(La Hire 1730, p. 558)

B. "But, if you make use of a lens concave on both sides or only concave on one side and flat on the other, then the rays will undergo five refractions before being reunited at the back of the eye."

(La Hire 1730, p. 558)

For La Hire that would explain why, in myopic individuals "having well-conformed crystalline lenses" but with a cornea of "high convexity", three refractions would result and these individuals would see clearly.

It is certain that the terms used, when turned into the language of today, could suggest the adaptation of a modern contact lens. The context of paragraph 28 indicates however that such a concept was not in La Hire's mind and he was referring to glass spectacle lenses as used in his lifetime.

The second hypothesis envisaged by *La Hire* concerns myopia associated with "a well-conformed crystalline lens" and considers the situation of myopes with normal crystalline lenses, but with excessively convex corneas. A concave lens placed "in front of the cornea" neutralizing an excessively strong corneal convexity, would permit the triple refraction of the images as in an eye of normal proportions.

*La Hire* uses the same terminology as that in the preceding paragraph to designate the cornea and the lens:

"The concave glass, which one will place in front of the cornea, constituting with the aqueous humor as one and same humor; will remove from the cornea and in consequence from the aqueous humor that amount which both have too much of, with the result that the rays [...] may enter the eye as much as is necessary in order to come together on the retina."

« Le verre concave qu'on mettra au-devant de la cornée ne faisant avec l'humeur aqueuse que comme une même humeur, ôtera à la cornée & par conséquent à l'humeur aqueuse ce qu'elle a de trop, pour faire que les rayons [...] puissent entrer dans l'œil comme il faut pour s'assembler sur la rétine. » (10)

He then pursues the matter further with some considerations on the convexity necessary to give to the

posterior surface of the corrective lens. If the posterior surface of the concave lens is to be parallel to the cornea, its anterior surface will have to have the sphericity of the cornea of a normal eye. It is therefore an elegant way of explaining the correction of myopia by a concavo-convex lens:

*“It is necessary to remark that, if one supposes that the part AB of the concave glass, which is turned towards the eye, may be accommodated to and applied immediately to the cornea, as I supposed it to be in the previous case, it will be necessary that the exterior surface GH is convex and not concave, and that it may have more or less the same convexity as that of a well-conformed eye: for, in that case, the aqueous humor and the glass are only to be considered as one and the same humor.”*

*« Il faut remarquer que si l'on suppose que la partie AB du verre concave qui est tournée vers l'œil soit accommodée & appliquée immédiatement à la cornée, comme je l'ai supposé dans le cas précédent, il faudra que sa superficie extérieure GH soit convexe & non pas concave, & qu'elle ait à peu près la même convexité que celle d'un œil bien conformé : car alors l'humeur aqueuse & le verre ne sont considérés que comme une même humeur. » (11)*

With a bi-concave, or a plano-concave lens, the effect obtained will be better as the incident rays would be able to be more divergent and the visual field that much larger. The concave lens would then be useful to the myopes of this group. This could indicate that:

- a concave lens placed on the cornea would eliminate its refractive power,
- such a lens must be “*accommodated to and applied immediately to the cornea*”,
- the correction of the myopia demands a posterior surface with a curvature equal to that of - the myopic cornea, and an anterior surface of a curvature equal to that of a normal cornea.

### 1.2.3 – ON THE USEFULNESS OF CONCAVE LENSES FOR THOSE HAVING A VERY LONG EYE

The third hypothesis calls for the correction of the myopia when the eye is “*very long*”, and it deals with what nowadays we would call an “axial myopia”. In such cases where “*the vitreous humor is too long*”, the image is projected in front of the retina, and the concave lens will then render the rays of light more divergent at the time of their entry to the eye. After a triple refraction, the image would be formed on the retina and the vision would be perfect. This form of myopia would benefit very usefully from concave lenses.

There follow again several considerations regarding the etiology of myopias due to lengthening of the globe. According to *La Hire*, this form of myopia would appear often at the age of 20 to 25 years. The lengthening of the globe could be due to lateral compression of the globe resulting from an increase in the volume of the sclera, or to a melting of the intra-orbital fat. (12)

11. *La Hire* 1730, p. 558.

12. This erroneous hypothesis of the origin of myopia from melting of the orbital fat was largely disseminated during this epoch and persisted at the beginning of the 20th century.

## 2 – DISCUSSION

### 2.1 – CHAPTER 28 IN THE CONTEXT OF LA HIRE'S TREATISE

It would be unrealistic to summarize in a few lines the content of the treatise on the “*Différens Accidens de la Vuë*”. One is, after all, analyzing a somewhat confusing text and the style is heavy. The appendix reproduces the subtitles given by *La Hire* to the 84 chapters of his publication and provides a relatively true indication of the principal themes covered.

The first edition (1694) is entitled “*Un Traité des Differens Accidens de la Vuë, divisé en deux Parties.*” (*A Treatise on the Different ‘Accidents’ of Sight divided in two Parts*). But the heading of the two parts carries the Title “*Dissertation sur les Différens Accidens de la Vuë*” (*Dissertation on the different Anomalies of Sight*). The 1733 re-edition, with identical contents, has adopted the term of “*Dissertation*”. It includes two “*Parts*” of unequal dimension, the first of 73 chapters, the second of 11 chapters, occupying respectively 90 and 17 pages.

The first part, according to its author, deals with “*everything that can happen to sight depending on the different ‘conformations’ of the eye*”. It carries the following subtitles:

- *On short sight* (chapters 11 to 32),
- *On long or weak sight* (chapters 33 to 49),
- *On perfect sight* (chapters 50 to 55),
- *On several ‘accidents’ (anomalies), which may happen to the three types of sight* (chapters 56 to 73).

The second part is destined to

*“Refute several opinions widely accepted on the manner in which sight occurs and to provide certain rules in order to understand the dispositions of the eyes and to measure precisely their strengths and their weaknesses, [...], which had not been done up to the present time.”*

*« réfuter quelques opinions communément reçues sur la manière dont se fait la vision & à donner des regles certaines pour connoître la disposition des yeux & mesurer exactement leur force ou leur foiblesse. [...], ce qui n'avait point encore été fait jusqu'à présent. »* (13)

*La Hire's* dissertation expresses quite reliably the state of knowledge of optics and of ocular anatomy, as well as the uncertainties and doubts, at the dawn of the 18th century. In order to position his publications in the context of the knowledge of his epoch, I have described several points of view, which are selectively representative of his conception of anatomy and physiological optics as follows:

- the pupillary motility and its supposed relationships with visual deficiencies and loss of accommodation due to the ageing process,

- the crystalline lens and cataract,
  - the retina and an explanation of entoptic phenomena (scotomata, myodesopsias and phosphenes) including strabismus,
  - the various “*categories of sight*” (short, long, and perfect) and accommodation for near vision,
- the attempts made to quantify refractive errors by the optometer.

### 2.1.1 - PUPILLARY MOTILITY AND PRESBYOPIA LINKED TO THE AGING PROCESS

*La Hire* gives fundamental significance to pupillary motility, disturbances of which would be, according to him, as the origin of the majority of the disorders of sight and all of the problems linked to ageing (14). His reasoning is based on the current observation that both pupillary dilatation and iris motility would diminish as age advances:

*“Children, because their muscles and tendons are still soft, can easily dilate their pupils widely in darkness or, on the contrary, constrict them to an extreme degree in bright light [...] whereas adults do not have this facility.*

*“Old people almost always have pupils of the same size in darkness and in broad daylight.”*

*« Les enfants, à cause de leurs muscles & leurs tendons encore mous, peuvent avec facilité dilater beaucoup l'ouverture de la prunelle dans l'obscurité ou au contraire la resserrer extrêmement dans la grande lumière (...) les adultes n'ont pas cette facilité.*

*« Les vieillards ont presque toujours la prunelle d'une même grandeur dans l'obscurité & au grand jour. »* (15)

Presbyopia linked to the ageing process would be consequent to weakness of pupillary motility:

*“That results only from different openings of the pupil and not from different conformations of the ocular globe or the crystalline lens, as one has believed up to the present time.”*

*« cela vient seulement des différentes ouvertures de la prunelle & non pas des différentes conformations du globe de l'œil ou du cristallin, comme on avoit crû jusqu'à présent. »* (15)

The presbyopia is due to “*a constriction of the pupil that is preventing the entrance of the rays of light*”. Consequently, convex lenses in spectacles would correct this by focusing the rays of light on the pupil “*in order to cause a large quantity of light to enter the eye, in order to see the object more distinctly*”.

14. He follows also the tradition, already described by Leonardo da Vinci, in Manuscript D, folios 5 verso and folio 6 verso.

15. *La Hire 1730, p. 634.*



## 2.1.2 - CRYSTALLINE LENS AND THE CATARACT

*La Hire* attributes a minor role to the crystalline lens, a ‘humor’ which varies quite considerably from one case to another, and of which the function was, according to him, to focus the rays of light on the retina.

### Anatomy of the Crystalline Lens

(Figure 4 – 14)

For *La Hire*, the form of the crystalline lens was complex. The geometry of its anterior surface, convex at the center and concave towards the outside, would explain why the dilated pupil would allow near vision, and the constricted pupil distant vision. The constricted and fixed pupil of the elderly obstruct the concave periphery of the crystalline lens, which would no longer permit near vision and would explain the weak eyesight in this age-group. The irregularities of the periphery of the crystalline lens would also be the cause of the visible haloes seen at night around candles (16). The uncorrectable deficiencies of sight in myopia are attributable to malformations of the crystalline lens, as described in chapter 28, in those people who have the “*a very convex crystalline lens*” and, because of this, were uncorrectable by concave lenses.

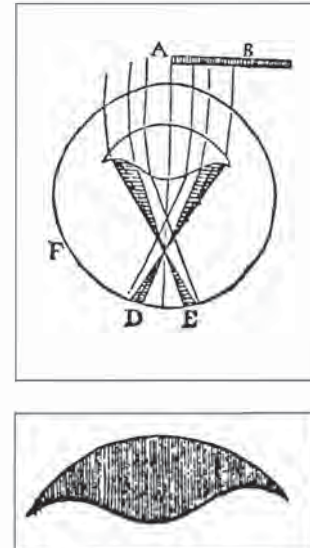


Figure 4 - 14

### Cataract

Following the teaching of the era, *La Hire* attributes cataract, not to opacification of the crystalline lens, but to precipitation of floating bodies from the aqueous humor:

*“The floating bodies which develop within the aqueous humor [...] form also the cataract when these are in large quantities, and are in such a way that they come to rest one on top of another, for then there occurs from them a thick tissue, which prevents light from passing through, or if they allow it to pass through, the light is very weak”*

*« Les corps étrangers qui s'engendrent dans l'humeur aqueuse [...] forment aussi la cataracte quand il s'en trouve une grande quantité, & qu'ils s'arrêtent les uns aux autres, car il s'en fait un tissu épais, qui empêche la lumière de passer, ou s'ils la laissent passer elle est très faible. » (17)*

*La Hire's crystalline lens anatomy.*

For *La Hire*, the form of the crystalline lens was complex. The geometry of its anterior surface, convex at the center and concave towards the outside, would explain why the dilated pupil would allow near vision, and the constricted pupil distant vision.

(*La Hire* 1730, p. 546 & 548)

### Aphakia

*La Hire* refutes the objections that aphakia, as a consequence of the cataract operation, would prove the role of the crystalline lens as the organ of refraction. (18) The weakness of sight after a cataract operation would not result from the aphakia, but from the flattening of

16. Descartes (1637) attributes them to folds in the cornea.

17. *La Hire* 1730, p. 577-578.

18. The operation for cataract consisted, at the time under consideration, of pushing the lens down, i.e. its luxation inferiorly into the vitreous body.

the eye by the loss of aqueous humor. For *La Hire*, the crystalline lens would not play any role in accommodation, since it is of solid consistency and neither it, nor its suspensor ligament, are provided with muscle fibers.

### 2.1.3 - THE RETINA, STRABISMUS AND ENTOPTIC PHENOMENA

*La Hire* recognizes **the retina** as the organ of visual perception, but does not accept the fact of transmission of visual sensation through the fibers of the optic nerve. He finds it "inconceivable that each of these optic nerve fibrils would act as a pipe containing spirits."

The retina is the organ of sight. He therefore contradicts *Mariotte* who had deduced from the discovery of the blind spot that the choroid was the only organ of visual perception:

"But Mr. *Mariotte* maintains that the choroidal membrane was the primary organ of sight; because that part where the vision is missing [...] was where the choroid was pierced by the optic nerve."

« Mais M. *Mariotte* soutient que la membrane choroïde était l'organe immédiat de la vue; parce que l'endroit où la vision manquait [...] était celui où la choroïde était percée par le nerf optique. » (19)

This observation had occasioned numerous debates at the Royal Academy of Sciences, which body had decided, once and for all, that visual perception was exclusively a function of the retina, because the retina is a nervous expansion of the cerebrum. (20)

#### 'Squinting' Sight (Strabismus)

(Figure 4 – 15)

In order to explain "vue louche" ('squinting' sight, strabismus), *La Hire* maintains that the retina presents a centering point (*point de centrage*) for the visual axis, at which "the spirits move with greater facility than in other areas". The eye would always turn so that objects form images at this most sensitive area. When this centering point is not situated in the anatomical axis of the globe, or when the projected rays of light fall obliquely and outside of this axis, "that will result in the defect of the sight, which we call squint (*strabismus*)". The two causes of 'squinting' sight would therefore be "when the most sensitive area of the retina is not situated in the visual axis" (21), and also when "a crystalline lens is suspended obliquely in the eye".

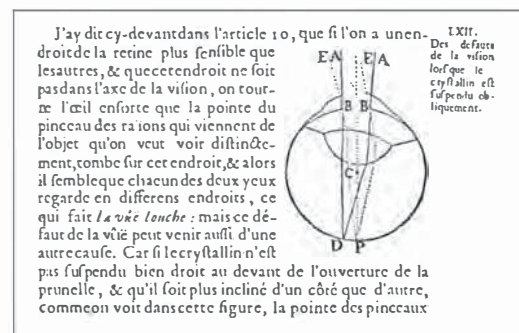


Figure 4 - 15

*La Hire's explanation of the strabismus.*

For *La Hire* a cause of "vue louche", would be when "a crystalline lens is suspended obliquely in the eye" (*La Hire* 1730, p. 601).

19. *La Hire* 1730, p. 617-618.

20. The debates started again several years later, following a communication by Jean Méry (1704). See Chapter V: Jean Méry's Neutralization of Corneal Dioptric Power in a Living Eye.

21. The first to describe the "point of fixation" and "eccentric fixation" of strabismus was thus *La Hire*.

### Flying, Floating, and Permanent Spots before the Eyes

*La Hire* provides an appropriate interpretation for such entoptic phenomena as muscae volitantes and scotomata. He uses the term “*mouches volantes*” (muscae volitantes) of which he distinguishes the permanent and the floating varieties. The *permanent* spots correspond to our scotomata: they are always in the same place and could be due to retinal lesions, like hemorrhages. The *floating* spots are comparable to oil globules, floating in the aqueous humor, that condense on the crystalline lens, “*forming a cataract when they are present in great quantity*”.

### Fire Sparks

Photopsia, or “*sparks of light seen when the nose is blown violently*” have their origin in the retina. *La Hire* compares them appropriately to other “*shakings of the nerve fibers*” such as shooting pains or numbness in the hand:

“*You cannot research the cause of this phenomenon in any other area than the retina, which I always consider to be the principal organ of sight.*”

« *On ne peut pas rechercher la cause de ce phénomène en d'autre endroit que dans la rétine que je regarde toujours comme le principal organe de la vision.* » (22)

## 2.1.4 - THE “THREE TYPES OF SIGHT”, ACCOMMODATION, AND QUANTIFIED CORRECTION

In accordance with the concepts of his era, *La Hire* distinguishes “*three types of sight*”: the short or ‘strong’ sight of myopia, the long or ‘weak’ sight of presbyopia, and ‘good’ or perfect sight (emmetropia). The ametropias would be due to poor conformation of the cornea, of the crystalline lens and also to a weakness of pupillary motility.

### Presbyopia

The same term *presbyopia* meant at the time under consideration the two current notions of hypermetropia and of presbyopia according to the present-day definition of the term. (23) The treatment proposed is unusual and surprising:

“*When one has turned the eye above the writing, which one can only read with great difficulty, it is necessary to shut the eye and to rub it several times while turning it and compressing it by its sides. By this way one puts the blood into movement, [...], the muscles fill themselves up with blood, become thicker than they were before the rubbing, in order that they can to some extent compress the eye by its sides, which makes it take on a longer figure than it had before, and thus enable it to perceive near objects than it did.*”

« *Quand on a détourné l'œil de dessus l'écriture qu'on ne peut lire qu'avec très grande peine, il faut le fermer & le frotter quelque temps en le tournant & en le comprimant par les côtés. Par ce moïen on met en mouvement le sang, [...] les muscles se remplissent, deviennent plus gros qu'ils n'étaient avant le frottement, en sorte qu'ils peuvent comprimer un peu l'œil par les côtés, ce qui lui fait prendre une figure plus longue qu'il n'avait auparavant, ainsi il peut mieux apercevoir les objets proches qu'il ne faisait.* » (24)

22. *La Hire* 1730, p. 579.

23. Readers not familiar with the visual sciences may appreciate the following actual definitions: Hypermetropia: refractive error usually characterized by a globe shorter than normal provoking accommodation to obtain clear vision,

Presbyopia: weakness of accommodation linked to age.

24. *La Hire* 1730, p. 564.

### Accommodation

*La Hire* refutes the theories, explaining that accommodation occurs as the result of “lengthening of the whole ocular globe” or by “changing the configuration of the crystalline lens which must be augmented in volume in order to see near objects”. It did not seem acceptable that the cornea could change its conformation, for it is too rigid and no organ capable of effecting the change has been discovered. The sclera also is too rigid a structure and one that would not be capable of extending itself under the action of the oculomotor muscles. He refutes also the concept of accommodation by the crystalline lens:

*“The crystalline lens, formed as it is by several layers, one on top of the other, cannot easily change its configuration, without the superficial layers making folds, which would compromise the images of objects on the back of the eye.”*

*« le cristallin, formé de plusieurs pellicules les une sur les autres ne peut facilement changer de figure sans que ses superficies fassent des plis qui corrompraient les images des objets sur le fond de l'œil. »* (25)

For *La Hire*, these are the “different degrees of opening of the iris membrane” that allow the eye to accommodate in order to see objects at different distances. For, there being no denying that the iris is a muscle, that the pupil constricts and enlarges, that the pupil of children is small when they are looking at a near object, and that it is large when they are looking at a distant object, *La Hire* concludes that:

*“These different openings of the pupil are moreover of considerable usefulness in distinguishing objects at different distances, whereas otherwise it may be necessary to fall back on different conformations of the eye [...] with the result that all of the latitude one notes in all sorts of eyes stems only from different openings of the pupil and not from different conformations of the globe or the crystalline lens, as one had believed up to the present time.”*

*« Ces différentes ouvertures de la prunelle servent encore beaucoup à la distinction des objets différemment éloignés, sans qu'il soit besoin de recourir aux différentes conformations de l'œil [...] en sorte que toute la latitude que l'on remarque dans toutes sortes d'yeux, vient seulement des différentes ouvertures de la prunelle & non pas de différentes conformations du globe ou du cristallin, comme on avait cru jusqu'à présent. »* (26)

25. *La Hire* 1730, p. 622. However, from 1619, Scheiner had described the increase in the curvature of the crystalline lens from accommodation and confirmed that the ciliary process was implicated in accommodation. (Scheiner 1619, in Daxecker 1992, p. 31).

26. *La Hire* 1730, p. 634.

### 2.1.5 - LA HIRE'S OPTOMETER AND SCHEINER'S EXPERIMENT

(Figure 4-16)

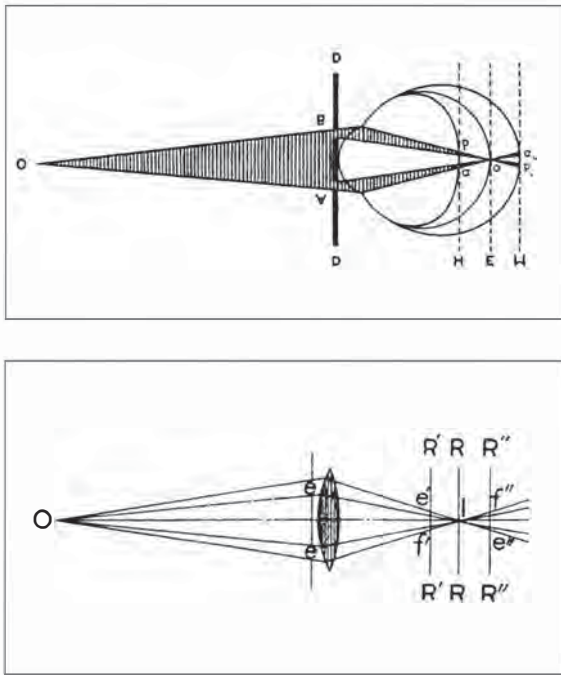


Figure 4 - 16

#### *La Hire's Scheiner Experiment.*

A needle observed across two holes in a carton is seen single or double depending on whether the eye fixated the needle, or one or other side of it, thereby determining if the image is projected on the retina or anterior to it (upper diagram).

La Hire reproduced the experiment using a glass lens in an "artificial eye." (lower diagram) (According to Duke-Elder, vol. V, p. 155 & p. 444, 1970)

suffice to measure the distance between the eye and the point "where one starts to see single vision through the holes in the carton". He repeated the exercises with an artificial eye formed from a glass representing the cornea, a moving glass lens serving as crystalline lens and a white surface performing the function of the retina. These efforts to quantify the errors of refraction confirmed for him the existence of un-correctable myopias, which he was to explain by a theory based on a hypothetical triple intra-ocular refraction of the rays.

*La Hire* based his affirmations on experiments performed with an instrument, which he invented, and eventually called an 'optometer' which he used in order to "measure the strength or weakness of the sight". This device was made from a carton pierced with two holes close together and placed in front of the eye. When moving the carton away from the eye, a person notes the moment of the change from double vision to single vision, which corresponds with the minimal distance of accommodation. *Scheiner* had already described the experiment in 1619 and therefore it bears his name. It was to be revived and perfected by *Young* who was to provide the rational explanation of it (27). *La Hire* used the optometer to measure ocular refraction and choose the corrective lens appropriate for sharp vision at the chosen distance. It amounted to an original method of correction of refractive errors on a quantified basis: "This method can be used to determine the convexity or the concavity of a lens."

At the time of these experiments, *La Hire* was of the opinion that near vision diminishes proportionately to age, and that, in order to choose the lens which would allow a person to see distinctly at a given distance, it would

27. *La Hire* does not mention the precedence of *Scheiner*. The observation would already have been made by *Alhazen* (according to *Lindberg*, 1997) and is described by *Leonardo da Vinci*, in *Manuscript D*, folio 4 verso and 9 recto. (See Chapter 1 : *Leonardo da Vinci's Ocular Immersions*; for *Young* (1801) see Chapter VII: *Corneal Immersion* by *Thomas Young*).

## 2.2 - AN APPRECIATION OF LA HIRE'S WORK

### 2.2.1 – THE VIEWPOINT OF A PHYSICIST

Loyal to his training as mathematician, geometrist and physicist, *La Hire* lectured in terms of physical criteria such as the progression of rays across an eye considered being an optical instrument. This led him to measure the power of accommodation and the strength of lenses necessary in order to obtain clear vision and to conceive an instrument for these measurements, while at the same time explaining entoptic phenomena in a corresponding manner.

One cannot reproach him for his lack of interest in ocular diseases, or for his errors regarding the nature of cataract or the role of the crystalline lens in accommodation. He was certainly acting in good faith in making the connection between the loss of pupillary mobility and the reduction of vision at near. He deduced from that, but in an erroneous fashion, a link of cause and effect between these two observations.

**We should attribute to *La Hire* the merit of having:**

- tried to quantify refractive errors and their correction,
- used an instrument for measuring refraction objectively,
- refuted the view disseminated by *Descartes* of folding in the cornea,
- confirmed that the retina is the organ of visual perception,
- given an approximate interpretation of the reality of entoptic phenomena,
- described the fixation point of the retina,
- described an “optometer” and constructed an artificial eye to prove its usefulness.

***La Hire's* opinion was however in error in relation to the following:**

- the crystalline lens had no role in accommodation,
- accommodation was due to a pupillary mechanism,
- myopias uncorrectable by lenses were due to malformations of the crystalline lens,
- cataract was a skin formed by deposits of floating globules coming from the aqueous humor on the anterior surface of the crystalline lens, the optic nerve fibers do not transmit visual sensations to the cerebrum, strabismus was due to subluxation of the crystalline lens.

### 2.2.2 - THE APPRECIATION OF LA HIRE BY HIS CONTEMPORARIES

I cannot think of any better way to close this rapid over-view of *La Hire's* optical studies other than quoting the appreciation delivered, in 1718 after *La Hire's* passing, by *Fontenelle*, then permanent secretary of the Royal Academy of Sciences in “*L'Éloge de M. de La Hire*” (*Eulogy for Mr. de La Hire*). The eulogy referred to *La Hire's Dissertation*, which *Fontenelle* considered to be an “*exceptionally interesting treatise*”:

*“It is a complete optical text, not a text of geometric optics, which would only consider rays reflected or broken, re-united or separated according to certain laws, but rather a text of the physics of optics which is supported by geometry and which only considers one living lens, a lens which is alive, a lens which is very complex, a lens which is heir to a thousand changes, or, in other words: the human eye.*”

*Mr. de La Hire explores all which can happen to the sight, depending on the differing constitution of the eye, or on the different 'accidents' which can happen.*

*Specialized investigations such as these, particularly when they are in great depth, embrace such a large number of phenomena, mostly very complex, unusual, and each in apparent contrast to the other, so much so that they do not present fewer difficulties in understanding than the most general research or perhaps research which is less in depth. The general principles are soon established when this is possible, the detail is infinite and sometimes disguises the principles so much that they can no longer be recognized."*

*« C'est une optique entière, non pas une optique géométrique, qui ne considère que des rayons réfléchis ou rompus, réunis ou écartés, selon certaines lois, mais une optique physique, qui supporte la géométrie, et qui ne considère qu'une lunette vivante, animée, fort compliquée dans sa construction, sujette à mille changements, c'est-à-dire l'œil.*

*« M. de La Hire examine tout ce qui peut arriver à la vue, suivant la différente constitution de l'œil, ou les différents accidents qui peuvent survenir:*

*« Ces sortes de recherches particulières, quand elles sont bien approfondies, embrassent un si grand nombre de phénomènes, la plupart fort compliqués, singuliers, contraires en apparence les uns aux autres, qu'elles n'ont ni moins de difficultés que les recherches les plus générales, ni peut être même moins d'étendues: les principes généraux sont bientôt faits, quand ils peuvent l'être, le détail est infini, et souvent il déguise tellement les principes, qu'on ne le reconnaît plus. » (28)*

### 3 - LA HIRE, CORNEAL DIOPTRIC POWER NEUTRALIZATION AND CONTACT LENSES

From the passages of chapter 28 translated above and from the understanding of the context of the treatise on the “*différens Accidens de la Vuë*”, it is evident that *La Hire* did not anticipate placing a corrective lens in contact with the cornea in order to neutralize its dioptric power and optically correct myopia. Certain sentences, however, could make a person believe in such an intention:

*“In reducing the convexity of the cornea by the application of a concave glass, in order that the first refraction can be entirely neutralized, with the rays passing then across the concave glass and the aqueous humor, that one could consider it to be a single transparent body.”*

*« en diminuant la convexité de la cornée, par l'application du verre concave, en sorte que la première réfraction se peut trouver entièrement détruite, et les rayons passant alors au travers du verre concave et de l'humeur aqueuse, qu'on peut considérer comme un seul corps transparent » (29)*

and

*“Supposing, as I have already done, that the glass and the aqueous humor form one and the same humor with the same nature.”*

*« supposant comme j'ai déjà fait que le verre et l'humeur aqueuse ne forment qu'une même humeur et de même nature. » (29)*

or

*“The concave glass which one will place in front of the cornea constituting with the aqueous humor as one and same humor,*

*“If one supposes that the part of the concave glass which is turned towards the eye may be accommodated to and applied immediately to the cornea, it will be necessary that its exterior surface is convex and not concave, and that it may have more or less the same convexity as that of an well-conformed eye, for, in that case, the aqueous humor and the glass are only to be considered as one and the same humor.”*

*« le verre concave qu'on mettra au-devant de la cornée ne faisant avec l'humeur aqueuse que comme une même humeur;*

*« si l'on suppose que la partie du verre concave qui est tournée vers l'œil soit accommodée et appliquée directement à la cornée il faudra que sa superficie extérieure soit convexe et non pas concave, et qu'elle ait à peu près la même convexité que celle d'un œil bien conformé, car alors l'humeur aqueuse et le verre ne sont considérés que comme une même humeur. » (29)*

In placing the corrective lens “*in front of the cornea*”, while “*applying it immediately to the cornea*”, in such a way that “*the glass and the aqueous humor form one and the same humor with the same properties*”, *La Hire*, without any doubt, employs expressions which are used today in contactology. For *La Hire*, the lens placed in front of the eye and the aqueous humor would have the same index of refraction. At no time does he propose to

29. *La Hire 1730*, p. 556-558.



construct what he has actually described. The entire observation of *La Hire* is based on his description of the progress of the rays of light in the interior of the eye, in every type of myopia that he had imagined and towards the modification of this progress of the rays of light from the effect of corrective lenses. It is by way of a simplification that *La Hire* applies the corrective lenses directly against the cornea, instead of placing them at a given distance between the eye and the spectacle lens. The demonstration of the progression of the rays to the interior of the eye is thus made easier. This mode of reasoning was the current practice in 17th Century scientific gatherings. *Descartes* also used it for his description of the optics of the *Galilean* telescope (1636) and *La Hire* was not unaware of the works of *Descartes* because he often made reference to them in his treatise of 1694.

The application of a lens directly to the cornea allows *La Hire* to exclude from his reasoning the enlargement of the retinal image resulting from the distance between the eye and the corrective lens. *La Hire's* description is therefore in contradiction to that which both *Descartes* and *Huygens* had made of the *Galilean* telescope, both of whom had precisely researched the magnification effect previously. This is largely confirmed by *La Hire's* later contributions to the Academy of Sciences, especially that of 1709, at the time of his controversy with *Méry*; where he rectified *Méry's* erroneous explanation of the neutralization of the corneal dioptric power of a cat's eye by the contact of a liquid (30). *La Hire* explained this corneal dioptric power neutralization by the liquid, without, at the same time, making a connection between this neutralization and the apposition of corrective lenses against the cornea, which he had mentioned in 1694, some 15 years before, in his treatise of that year.

A connection between these two facts, i.e.

- 1) the corneal dioptric power neutralization by immersion in a liquid, and
- 2) the citations and diagrams of a lens applied against the eye, would have been attributed to *La Hire* the first description of a contact lens applied to the cornea in a bed of neutralizing liquid. He would thus have defined the fundamental characteristics of a modern contact lens. Unquestionably, the truth obliges one to state that *La Hire* did not make this connection and that, in 1709, he did not recall his citations and diagrams published in his 1694 treatise.

*La Hire's* description is only a mathematical and theoretical construction designed to explain the progression of rays of light in the eye as a function of the diverse etiologies of myopia accepted at the end of the 17th Century. In this construction, the physicist applies a corrective lens in contact with the cornea in order to avoid introducing a magnification effect, a consequence of the effect of the distance between the lens and the eye and thereby simplifying his demonstration, partly erroneous, of the failure of concave lenses to correct certain types of myopia. *La Hire* has had the merit of illustrating his reasoning by a schematic eye and of describing an artificial eye. On the other hand, it is highly improbable that he dreamed of applying a lens directly to the cornea and still less that he envisaged neutralizing the cornea and substituting a corrective lens for it. Such represents, in any event, neither the spirit of his description nor in that of his treatise.

30. See Chapter V: *Jean Méry's Neutralization of Corneal Dioptric Power in a Living Eye*.

### It is true that:

- *La Hire* described and drew a diagram where a concave lens is placed in contact with the cornea, the terms utilized, “*a glass accommodated to and applied directly to the cornea*”, can evoke the idea of the adaptation to the cornea of a contact lens,
- the lens, the cornea and the aqueous humor acts as “*a single transparent body, without producing any refraction,*”
- the lens placed on the cornea could correct the myopia,
- the lens could “*remove from the cornea [...] what it has too much of [...] in order that the rays of light may enter the eye as much as necessary*”.

### It is wrong to:

- interpret the diagrams of chapter 28 of the *Dissertation* as a neutralization of corneal dioptric power and a demonstration of contact lenses applied to the cornea. It was, in actual fact, a question of simplifying reasoning on correction by spectacle glasses,
- interpret the terms utilized as describing optical neutralization of the cornea by the apposition of a lens to the cornea and in contact with it, that *La Hire* surely never dreamed of,
- credit *La Hire* with having the idea of corneal power neutralization by the juxtaposition of a glass lens. In fact, when later, in 1709, he evokes the idea of neutralization of the cornea, it is by the contact of a liquid, and he does not make any allusion to dioptric neutralization by juxtaposition of a glass lens, such as he could have suggested in his treatise of 1694.
- interpret the word “*verre*” (*glass*) as “*lentille*” (“*lens*”) or “*contact lens*”, because *La Hire* never utilized either term.

### The Priorities of La Hire

We must give credit to *La Hire* for the ideas that he utilized in his demonstrations of the effect of glass spectacle lenses, namely that:

- a lens could neutralize the dioptric effect of the cornea, if its posterior surface had exactly the same curvature as the anterior corneal surface,
- such a lens could optically correct a cornea, which had an excess of curvature or length, provided that its anterior surface had a curvature corresponding to that of a normal cornea.

These two ideas correspond with his description of the effect of glass **spectacle lenses**, but do not allow us to conclude that *La Hire* ever dreamed of applying the lenses directly to the cornea, even if he may have used that concept to simplify communication to his colleagues.

## 4 – A SHORT HISTORY OF SEVERAL MISINTERPRETATIONS AND THEIR PROPAGATION

The opinion that *La Hire* described corneal neutralization and a contact lens is quite recent and it started with *Dudragne* (31). In 1970, *Mackie* in *Duke-Elder's* treatise repeated this erroneous opinion and illustrated it by a figure, carrying the legend: "a contact lens is placed directly on the cornea". *Mackie* cited the erroneous date of 1685, but, in the bibliography, gives the reference to the second edition of *La Hire's* treatise as 1730, whereas it was, in fact, initially published in 1694:

"This idea of *Descartes* was greatly improved by the French mathematician, *de La Hire* (1685), who suggested the use of a "concave glass" upon the eye, the inner surface having the same convexity as the cornea so that the corneal refraction was eliminated and "the aqueous humor and the glass were considered as one unique humor." (32)

### 4.1 - THE ANALYSIS OF LEVENE

(Figure 4 - 17)

In 1977, *Levene* presented an original analysis, which was ultimately taken up by other historians. According to what *Levene* presented partially as a hypothesis, but which was subsequently recopied as being of an established and confirmed certainty, "the little lens of *La Hire*" would be the incontestable ancestor of the modern contact lens:

"We may refer to this very early lens, a precursor of the modern contact lens, as the "de La Hire" lens, after its originator, the eminent French mathematician, *Philippe de La Hire* (1640-1718). Of further significance, it will be shown that *de La Hire* had in mind the correction of myopia in his conception of the lens." (33)

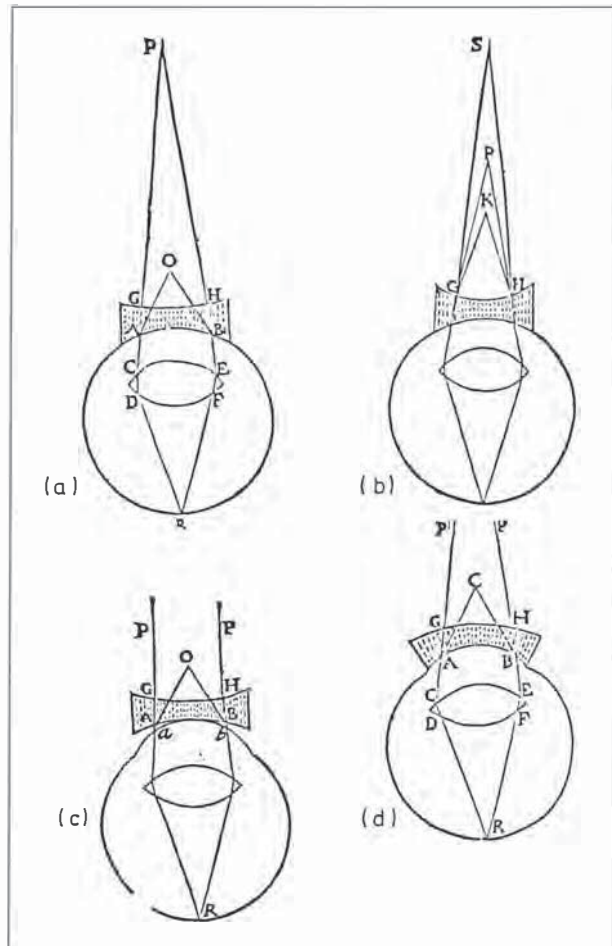


Figure 4 - 17

*Levene's* erroneous likening of glass spectacle lenses to contact lenses.

Legend of the figure: "The de La Hire contact lens".  
(*Levene* 1977, p.299)

31. *Dudragne*, 1965.

32. *Mackie* in *Duke-Elder* 1970, p. 715, legend of figure 732 and text p. 713.

33. *Levene* 1977, p. 298.

*Levene* translates large extracts from chapter 28, but fails to translate correctly into English the concept, which *La Hire* wished to express. The sentence “one describes the curvature *GH* for the exterior configuration of the glass, of which the interior *AB* may be accommodated to that of the cornea” is, for example, translated by “one describes the curve *GH* for the exterior surface of the glass of which the inner (back) surface *AB* has been adapted to [the conformation of] the cornea”.

He gives the phrase, “accommodate to” the erroneous meaning of “adaptation of a (contact) lens to the conformation of the eye”, whereas *La Hire* wished to express by the phrase, “accommodate to” the notion of “conform to”, or “in proportion to”, without linking to it the notion of contact.

The term “verre” (glass) used by *La Hire* corresponded to the glasses for the spectacles of this era (‘besicles’ in France: ‘nail eye-glasses’ fixed on the nose and ‘loop-spectacles’ fixed at the head or the cap). *Levene* gives these the inappropriate meaning of “glass adapted to the conformation of the cornea” which he extrapolates to “little lens adapted to ...”, then to “the de La Hire lens”, and then to “De La Hire contact lens”. We should remember that, in *La Hire*’s time optical correction by glasses was extremely limited, the use of spectacles (besicles) was limited to the more leisured classes of society and the explanation in physics of how concave glasses corrected myopia was still controversial. (34)

The same thing occurs in the second passage of chapter 28 supporting *Levene*’s arguments. The sentence:

“It is necessary to remark that if one supposes that the part *AB* of the concave glass which is turned towards the eye may be accommodated and applied immediately to the cornea, as I supposed it to be, in the previous case...” (« Il faut remarquer que si l’on suppose que la partie *AB* du verre concave qui est tournée vers l’œil soit accommodée et appliquée directement à la cornée, comme je l’ai supposé dans le cas précédent... »)

is erroneously translated as:

« It is necessary to remark that if one supposes that the part *AB* of the concave glass which is turned towards the eye be adapted [to the conformation of the cornea] and applied in contact to the cornea as I have supposed in the preceding case, ... ». (35)

This passage confirms that it was for *La Hire* a working hypothesis by which he has “supposed” accommodating or applying the spectacle lens to the cornea. This step should have facilitated the demonstration of the existence of a connection between the curvature of the lens and the expected correction, if the curvature of the lens was proportional to that of the cornea. *La Hire* wished in this way to explain the failure of the optical correction of certain myopes by the optical intolerances of the refracting media such as he conceived them.

34. At the turn of the 17th to 18th centuries, only “besicles,” sitting on the nose (‘nail eye-glasses’) or fixed to the forehead by a band (‘loop-spectacles’) or to the cap were known. Glasses with side arms pressing on the temples were not introduced until the middle of 18th century (Duke-Elder V, p. 616, Marly 1980, Holtmann 1980).

35. *Levene* 1977, p. 300.

One could point to other errors and anachronisms in *Levene's* study:

### Dating Errors

The treatise "*On Different 'Accidents' of Sight*" of *La Hire* is attributed incorrectly to the year 1685: (*Levene*: "*The dissertation dates from 1685, and a later account dates from 1694*") (36). Moreover, the publication of *La Hire* in the *Journal des Sçavans* (on 30<sup>th</sup> July and 20<sup>th</sup> August 1685) is devoted only to the "La Hire's optometer" and makes mention of neither corrective lenses nor correction of myopia (37).

### Anachronisms

*Levene* proposes the hypothesis that *La Hire's* interest in the principle of contact lenses and corneal neutralization was awakened at the time of his controversy with his colleague of the Academy of Sciences, *Jean Méry*, regarding the immersion of a cat's eye:

*"The Méry 'question' and ensuing controversy may well have been a factor influencing de la Hire's original stimulus for his idea of a contact lens"* (38).

This allegation, even with the nuance, constitutes a gross anachronism. Every historian must know that *Méry* presented the experiment of the neutralization of corneal diopter power of the eye of a cat submerged in water to the Academy on the 12<sup>th</sup> November 1704, which is therefore 10 years after the 1694 publication of *La Hire's* treatise on the "*Différens Accidens de la Vuë*". It is an error to claim that *Méry* influenced the publication of the *La Hire's* treatise.

Quite apart from that, and contrary to what *Levene* claims, the response that *La Hire* made to the presentation of *Méry* on corneal neutralization in 1709 does not contain any allusion to chapter 28 of the treatise on the "*Différens Accidens' de la Vuë*", nor besides to visual correction by glass spectacle lenses. This confirms that *La Hire* did not make any connection between the working hypothesis consistent with placing a lens against the cornea, proposed in 1694 and the corneal diopter neutralization, debated in 1709.

Another anachronism of *Levene* consists of reckoning the scientists of the end of the 17th Century to be at the threshold of today's knowledge and to attribute to them the knowledge of facts that were only discovered later. Thus, in *La Hire's* time, there existed no explanation in physics or mechanics for the action of concave lenses on the myopic eye, and *William Porterfield* only provided this in 1759. However, the widespread diffusion of this explanation only occurred as the result of *Donders'* work a Century later (39).

### The Theory of Plagiarism from *Descartes*

Another hypothesis proposed by *Levene* was that *La Hire* had only miniaturized the "contact tube" of *Descartes*, by reducing its size to that of a meniscus of glass and liquid. (*Levene's* formulation is not clear: "a glass 'meniscus' lens of fluid"):

*"Possibly the most important advance made by de La Hire over the earlier Descartes 'tube lens' was that whereas Descartes' 'afocal lens' consisted of a long unsupported water-*

36. *Levene* 1977, p. 313, note 31. - *Levene's* error of attribution was explained by the fact that he did not consult any publication before the re-edition of the works of *La Hire* in 1730, p. 530-634.

37. *La Hire's* publication, in the *Journal des Sçavans* - 1685, is reproduced below in the original language; the interested reader can also verify the correctness of my argument.

38. *Levene* 1977, p. 303. (For the details of this controversy, see Chapter V: *Jean Méry's* Neutralization of Corneal Dioptric Power in a Living Eye.)

39. *Porterfield* 1759, p. 124 (according to *Hirschberg* 1911, p. 426). Also *Donders* 1864.

filled tube, the de La Hire lens was considerably reduced in tube length, forming a glass 'meniscus' lens of fluid, the fluid being of the same refractive index as that of the aqueous humor. i.e. approximately the same as the refractive index of water. (40)

"The concept of the de La Hire lens was highly plausible. It resembled the modern corneal contact lens much more closely than preceding Descartes tube lens which, unless one had a vivid imagination, can hardly be classed as a contact lens in the modern sense of the word." (40)

"Perhaps de La Hire, also appreciating the problem of the Descartes 'tube lens' sought a method of modifying it, instead of abandoning the idea. But it is impossible to say whether or not de La Hire was influenced accordingly. Unfortunately the type of lens formulated by de La Hire appears to be more sophisticated than the Descartes 'tube lens'. Unlike Descartes, de La Hire makes no reference to a 'tube' ("tuyau"), but refers specifically to a 'lens'." (40)

The ineptitude of these three claims is evident to any historian making the effort to refer to the original texts and who is to that extent somewhat in touch with the history of spectacle lenses or rather "besicles", then in use at this time. Furthermore, *La Hire*, contrary to the claims of *Levene*, never used the term "lentille" (lens) but used solely and exclusively that of "verre" (glass) which *Levene* translated by "lens", then by "La Hire lens" and by "La Hire contact lens". In addition, no passage in the text of *La Hire* mentions either "liquid" or "meniscus".

## 4.2 - THE PROPAGATION OF ERRORS

(Figure 4 – 18)

The errors of *Levene* were not rectified and what was for their author but a fanciful intellectual speculation became soon a source of reference. If certain historians refrained from citing *La Hire*, probably because of doubts in regard to his interpretations, others took them up and even amplified them, which allowed these people to draw deductions not in conformity with historical truth (41). *La Hire* is cited more frequently by English rather than French authors, whose reserve may probably be attributed to the fact that they have more appreciation for the nuances of 17th century French prose.

40. *Levene*, 1977, p. 303-304.

41. For example, the ambiguous text of *Levene* is cited by *Mazzolini*, (1980, p. 42) who does not doubt that the description of the 'ocular contact lens' occurred before the visualization of the fundus at the time of the explanation of *Méry's* experiment. (see also Chapter V: *Jean Méry's Neutralization of Corneal Dioptric Power in a Living Eye*).

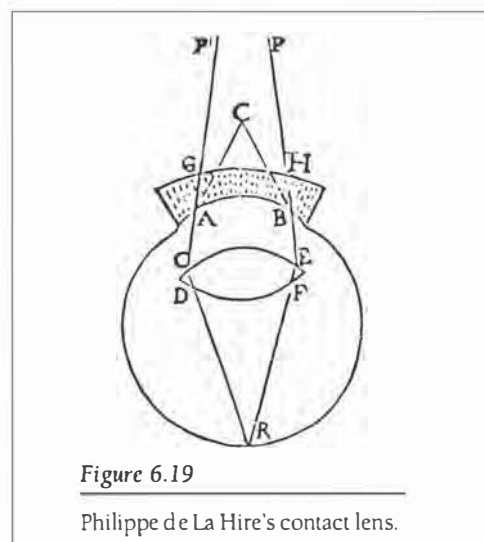


Figure 6.19  
Philippe de La Hire's contact lens.

Figure 4 - 18

Examples of erroneous likening of glass spectacle lenses to contact lenses.

Legend of the figure: "Early Ideas on contact lenses - Philippe de la Hire (1685) - A contact glass is placed directly on the cornea" (Duke-Elder, vol. V, p. 715, figure 732) and "Philippe de La Hire's contact lens". (Albert 1996, p. 120)

Recently, an author has taken up the errors of *Levene* almost like a caricature.

*"Another precursor to modern contact lens was designed by the French mathematician Philippe de La Hire. In a dissertation published by the Royal Academy of Science (1685), La Hire described a lens for the correction of myopia that resulted from the curvature of the cornea (Fig. 6.19). Related to La Hire's contact lens were spectacles for underwater vision described by Christian Huygens."* (42)

In this way, the errors described above were propagated and amplified: errors in regard to the date of *La Hire's* publication, and to spectacle glass (*verre de besicles*) that were considered as 'a lens' or even 'a contact lens'. Finally, the error relating to corneal neutralization was mixed in with the problems of underwater vision. (43).

42. *Albert 1996, p. 119.*

43. *Recently, after the publications of Heitz et al. (1982, 1983), certain authors have distanced themselves from unjustified interpretations by Levene (Rosenthal 1969, p. 370).*





# APPENDIX 1

## TRANSCRIPTION OF :

**Philippe de La Hire**

Journal des Sçavans, Monday July 30th, 1685 p.279-285

### **Dissertation sur la conformation de l'œil**

*par Mr: De la Hire, Lecteur et Prof. R. en math. de l'Acad. des Sciences, envoyée à l'Auteur du Journal 1685*

Si l'on avait pu mesurer exactement la force ou la faiblesse d'un œil dans des âges ou dans des temps différents et lorsqu'il regarde un objet propre et un qui est éloigné, il n'y a pas de doute que l'on aurait pu savoir s'il change de conformation pour voir des objets à différentes distances ; puisque la force ou la faiblesse de l'œil dépend absolument de la forme en général de toutes ses humeurs ou de celle du cristallin en particulier, comme quelques-uns l'ont prétendu.

Sans m'arrêter ici à rechercher, s'il est possible, que l'œil puisse se comprimer par le moyen des muscles qui l'environnent ou de quelque manière le cristallin peut s'aplatir et se rétablir ensuite dans sa figure naturelle qui doit être d'une certaine convexité ; je démontrerai dans la première partie de cette dissertation, comment on peut connaître la force et la faiblesse d'un œil avec une très grande justesse, pour en faire une comparaison avec le même œil dans des temps différents ou dans des différentes rencontres ; et je ferai voir ensuite par une expérience très certaine que l'œil ne change point de conformation pour voir des objets fort proches et fort éloignés.

Dans la II. Partie j'apporterai plusieurs raisons pour montrer qu'il n'est pas nécessaire que l'œil change de conformation pour voir distinctement des objets à différentes distances.

Première partie

On enseigne ordinairement dans l'optique, que si l'on regarde une chandelle ou un autre objet lumineux au travers d'une carte qui soit percée de plusieurs petits trous, on verra cet objet autant de fois multiplié qu'il y aura de trous dans la carte, pourvu que la distance entre ces trous ne soit pas plus grande que l'ouverture de la prunelle, ce qui arrive seulement à ceux qu'on appelle presbytes et myopes qui ont la vue trop faible ou trop forte : car ceux que l'on peut estimer avoir la vue fort bonne, qui doit consister à n'être ni trop faible ni trop forte, ne voyant qu'un seul objet au travers des mêmes trous, on suppose dans cette expérience que l'objet que l'on regarde soit au moins dans une distance médiocre qui

est environ 3 pieds ; car autrement pour ceux qui ont la vue trop forte l'objet pourrait être si proche qu'ils n'en verraient qu'un au travers des trous de la carte. La démonstration de ce phénomène est facile : car si les rayons qui partent d'un point lumineux après s'être rompus dans les humeurs de l'œil vont se rassembler sur la rétine en un point, ce qui arrive lorsque la pointe du pinceau des rayons de ce point tombe sur la rétine, ces mêmes rayons ne laisseront pas de concourir toujours au même point, quoique l'on cache une partie, et que l'on n'en laisse entrer dans l'œil que quelques-uns par deux ou trois petits trous faits dans une carte, puisque les trous n'apportent aucun changement à la direction des rayons, c'est pourquoi si un œil est tellement disposé que sa rétine se trouve dans le concours de ses rayons, il ne verra qu'un seul objet au travers des trous de la carte : mais il le verra seulement plus faible, puisque la quantité des rayons qui entrent dans l'œil augmentent ou diminuent la vivacité de l'image.

Mais si l'œil est trop aplati, le concours des rayons qui y entrent par toute l'ouverture de la prunelle, ou la pointe de leur pinceau doit être au delà de la rétine ; et si l'on met une carte percée de deux trous entre l'œil et l'objet, on verra assurément cet objet double ; parce que les rayons qui entrent dans l'œil ayant passé par chaque trou de la carte, forment deux pinceaux différents, qui ne doivent avoir leur pointe commune qu'au delà de la rétine, et qui par conséquent la rencontreront en deux endroits auxquels ils représenteront chacun le même objet. Il est facile de voir que chacun de ces objets doit paraître plus distinctement que s'il n'y avait point de carte ; car les petits pinceaux des rayons qui passent par les trous auront une base beaucoup plus petite que toute l'ouverture de la prunelle qui est la base du pinceau des rayons lorsque la carte n'est pas interposée ; c'est pourquoi les rencontres de la rétine et des pinceaux des rayons qui passent par les trous seront plus petites que celles du pinceau qui a pour base toute l'ouverture de l'œil.

Il est aussi évident que la distance entre les deux objets apparents sera d'autant plus grande que les trous de la carte seront écartés l'un de l'autre, ou que l'œil sera plus aplati. Car si les trous sont fort éloignés l'un de l'autre, leurs pinceaux seront aussi plus écartés, et semblablement leur rencontre sur la rétine. De même si l'œil est fort aplati, le concours des rayons sera fort éloigné de la rétine, et la distance des rencontres des pinceaux des rayons qui ont passé par les trous, sera d'autant plus grande que cette rencontre sera plus proche de leurs base qui est sur l'ouverture de la prunelle et plus éloignée de leur pointe.

La même chose se doit entendre pour les yeux qui sont trop convexes ; car le concours des rayons étant au dedans de l'œil, chaque pinceau des rayons qui ont passé par l'ouverture au des trous s'assemblant au même point de concours au dedans de l'œil, rencontrera la rétine au delà de ce point, et y fera deux images du même objet qui paraîtront d'autant plus éloignées l'une de l'autre que les trous seront plus éloignés entre eux, et que l'œil sera plus convexe ; ce qui se démontrera comme ci-devant pour les yeux qui sont trop aplatis.

Si un œil qui n'est qu'un peu trop convexe ou trop plat considère un objet éloigné d'environ trois pieds, il ne saurait juger assurément si cet objet lui paraît confus, à cause que l'espace qu'occupe sur sa rétine la rencontre des pinceaux des rayons de cet objet, est trop petite pour pouvoir causer dans l'image une confusion apparente. Mais si l'on met une carte percée de deux trous au devant de l'œil, on connaîtra aussitôt son défaut par la duplicité de l'objet qui sera très sensible pour peu que l'œil soit défectueux.

La meilleure méthode pour faire cette expérience c'est de regarder une petite fente ou un petit trou à quelque volet de fenêtre d'une chambre obscure, ou bien la pointe d'un poinçon contre un objet fort éclairé, car alors on pourra s'apercevoir de la moindre duplicité de l'image.

On peut donc connaître assurément par cette méthode si un œil est trop plat ou trop convexe ; mais on se servira de la pratique suivante pour remarquer avec exactitude les changements de forme qui peuvent arriver à une vue en différents temps, et s'il est possible qu'il lui en arrive quelqu'un en différentes rencontres.

On ne peut pas douter par ce que nous venons de démontrer qu'un œil qui est trop plat ne doit voir un objet double à une distance d'environ 3 pieds, au travers les deux trous d'une carte ; mais si l'œil, l'objet et la carte demeurant dans la même disposition, on met proche de la carte vers l'objet ou vers l'œil un verre convexe de telle sorte que l'œil n'aperçoive plus qu'un seul objet, on sera assuré que la force de ce verre convexe, est ce qui manque à cet œil pour le rendre parfait suivant les condition que nous avons établies dans le commencement. On peut donc connaître par le moyen des différents verres convexes qu'il faudra ajouter à différents yeux qui

seront trop plats, la différence et la quantité de leur faiblesse, et par cette même méthode on saura combien une vue diminue avec l'âge en différents sens, ou par quelque accident de maladie ; et s'il est possible que quelque occasion subite puisse déterminer l'œil à changer de forme pour le rendre plus fort ou plus faible, comme nous examinerons dans la suite.

La même chose se doit entendre et pratiquer pour les vues qui sont trop fortes et se servant de verres concaves pour leur ôter ce qu'elles ont de trop.

On doit remarquer qu'un œil de quelque conformation qu'il soit peut faire toutes les expériences des autres yeux par le moyen des verres de différentes concavités et convexités dont il se servira sans être obligé de s'en rapporter à d'autres pour faire une juste comparaison de différentes sortes de vue. Cette méthode peut servir encore pour déterminer assurément s'il est nécessaire qu'une vue se serve de lunettes, et qu'elle doit être leur convexité ou leur concavité pour voir bien distinctement un objet ; car très souvent on peut se persuader d'avoir la vue très bonne, lorsqu'elle est un peu défectueuse. Maintenant voyons s'il est possible que le globe de l'œil ou de cristallin change de conformation pour voir des objets différemment éloignés et supposons par exemple qu'un œil puisse changer de forme autant qu'il est nécessaire pour voir avec la même distinction un objet à un pied de distance, et un autre à six pieds. Supposons de plus que cet œil ou par sa nature ou par le secours d'un verre, puisse voir distinctement un objet à la distance d'un pied, il s'ensuit de la supposition que nous venons de faire, qu'il en pourra voir un autre avec la même distinction à 6 pieds ; c'est à dire que cet œil étant disposé pour recevoir sur sa rétine la pointe du pinceau d'un objet qui n'est éloigné que d'un pied, peut ensuite changer sa forme de telle façon qu'il peut aussi recevoir sur sa rétine la pointe du pinceau d'un objet qui est éloigné de 6 pieds. Il est donc évident par ce que nous avons démontré ci-dessus, que si l'on met devant cet œil une carte percée de 2 trous, il ne verra qu'un seul objet à un pied de distance s'il est disposé pour voir distinctement l'objet éloigné d'un pied, de même que s'il était disposé pour voir un autre objet éloigné de six, il le verrait simple comme celui qui n'est éloigné que d'un pied. Mais comme l'on ne peut pas dire que l'œil change de conformation en un instant, et puisqu'il juge très bien de la distance des objets par une petite ouverture, qui est la seule chose qui le pourrait porter à changer de conformation, lorsqu'il sera attentif à considérer un objet à un pied de distance, si l'on met promptement au devant une carte percée de 2 trous au travers de laquelle il puisse voir ce même objet, il verra simple ; et si l'on fait la même chose pour l'objet éloigné de six pieds, il doit paraître aussi simple suivant cette hypothèse.

Cependant il est très certain par l'expérience que si l'œil avec telle disposition que l'on pourra lui donner

voit l'objet simple à un pied de distance au travers des trous d'une carte, il le verra double assurément à 6 pieds ; ou au contraire s'il le voit simple à 6 pieds de distance, il le verra double à un pied, quelque effort qu'il puisse faire pour changer sa première conformation.

Ce que je dis de 6 pieds et d'un pied de distance, se doit entendre de même des autres distances qui sont moindres ou plus grandes ; c'est pourquoi l'on peut conclure assurément que l'œil ne change pas de conformation pour voir des objets différemment éloignés, puisque pour peu qu'il y eut du changement, on s'en apercevrait dans cette expérience, et qu'il n'y a personne qui croyant avoir la vue bonne ne se persuade de voir un objet aussi distinctement à 1 ou 2 pieds de distance qu'à 5 ou 6 pieds.

On doit remarquer qu'il se pourrait rencontrer quelques vues tellement disposées de leur nature,

qu'elle ne pourraient pas faire ces sortes d'expériences avec autant de justesse que la plupart des autres vues communes, ce qui les pourrait faire douter de la vérité de cette hypothèse. Mais pour peu que l'on y fasse d'attention, il ne sera pas difficile de rendre raison du défaut qui fait que les expériences ne leur réussissent pas.

Ceux qui ont la vue trop forte ou trop faible voient ordinairement avec un seul œil l'objet double sans l'interposition de la carte, ce qui ne peut rien faire à l'expérience que nous rapportons ici ; car s'ils regardent au travers d'un seul trou fait dans la carte ils le verront simple. Cette duplicité est causée par la largeur qu'occupe chaque pinceau sur le fond de l'œil, ce qui fait à peu près le même effet sur la rétine que la pénombre des objets exposés au soleil.

## Journal des Sçavans Monday August 20th, 1685

### Dissertation sur la Conformation de l'œil

*Seconde partie, par M. de la Hire, &c.*

Après ce qui a été démontré dans la 1. Partie, il semble qu'il ne serait pas nécessaire de réfuter la commune opinion que l'on a que l'œil doit changer de conformation pour voir des objets différemment éloignés ; laquelle n'est fondée principalement que sur ce que l'on croit que pour bien voir un objet, il faut nécessairement que la pointe des pinceaux de ses rayons tombe exactement sur la rétine. Cependant pour ne laisser aucun lieu de douter de ce que j'ai avancé, j'examinerai par ordre les raisons que l'on apporte pour soutenir la nécessité de ce changement de conformation.

On dit 1. qu'il n'est pas possible de voir un objet distinctement si la pointe des pinceaux de ses rayons ne rencontre exactement la rétine. Je demeure d'accord que la vision est d'autant plus distincte que la pointe des pinceaux tombe plus exactement sur la rétine ; mais je réponds qu'on ne laisse pas de voir distinctement un objet quoique cette pointe en soit un peu écartée. Je dis de plus qu'il est impossible de s'apercevoir de cette erreur sans se servir de la méthode que j'ai proposée ci-devant ; car il ne faut pas penser que les rayons qui viendraient par exemple d'un point qui ne serait que la millième partie d'une ligne après avoir passé au travers de l'œil, puissent se rassembler en un point qui ne serait aussi que la millième partie d'une ligne, d'autant que les rayons après la réfraction s'entrecoupent en différents points ; quoique nous les supposons venir d'un point géométrique : c'est pourquoi ils font un foyer qui n'est pas déterminé par un point, mais qui a toujours un peu de latitude, c'est à dire, qu'il est

également distinct un peu plus loin ou un peu plus près ; comme l'expérience le fait voir dans les lunettes d'approche que l'on peut accourcir ou allonger un peu sans que pour cela l'objet paraisse moins distinct. Mais si l'on considère la grosseur de l'œil, sa rondeur et son ouverture qui est fort petite, il sera facile de connaître par les règles des réfractions, que pour un objet éloigné de 40 ou 50 pouces, le foyer ou la pointe des pinceaux des rayons ne sera pas sensiblement différentes de celle d'un autre objet éloigné, comme on le peut aussi voir par l'expérience en se servant d'une petite lunette d'approche dont la longueur du foyer du verre objectif ne soit que d'environ un pouce, (ce qui est à peu près la mesure du diamètre du globe de l'œil) et son ouverture d'une ligne ou d'une ligne et demi : car sans qu'il soit nécessaire que l'oculaire change de place, c'est à dire sans allonger ou raccourcir la lunette, on ne laissera pas de voir avec la même netteté des objets éloignés de quatre pieds, de 20 de 100, etc. C'est pourquoi le même ne pouvant s'apercevoir de ce changement dans la petite lunette ne pourra pas non plus s'en apercevoir sans la lunette qui ne sert que pour changer la direction des rayons, en faisant paraître l'objet plus grand qu'avec la vue simple, si le verre oculaire est d'une plus petite convexité que l'objectif.

C'est ce me semble, ce que l'on peut répondre pour les objets qui sont plus éloignés que d'environ 4 pieds ; mais pour ceux qui sont plus proches, il faut aussi faire voir qu'il n'est pas nécessaire que l'œil change de conformation pour les voir distinctement.

Je ne prétends pas parler ici de ceux qui ont la vue trop faible ou trop forte, car quand même on accorderait que l'œil changea de conformation, on est trop convaincu que les premiers verront seulement les objets éloignés un peu mieux que ceux qui sont proches, et que pour ceux qui ont la vue courte ou trop forte, ils peuvent s'approcher si fort de l'objet qu'ils le verront distinctement ; mais qu'ils ne lui peuvent jamais donner une conformation propre pour voir des objets fort éloignés. Il suffira donc de parler de ceux qui ont la vue médiocre, par rapport auxquels on jugera des autres autant qu'il sera possible, selon la force ou la faiblesse de leurs vues. On ne doute nullement que lorsque l'on regarde au travers d'un petit trou, la pointe des pinceaux des objets, ne soit sensiblement aussi distincte pour un objet proche que pour un qui sera fort éloigné, comme on peut le remarquer en mettant un papier blanc au foyer d'un verre convexe pour y recevoir l'image de quelque objet, n'y ayant qu'une petite portion de verre qui soit découverte. De là vient que ceux qui ont la prunelle fort petite, et qui d'ailleurs ont l'œil de médiocre rondeur, peuvent voir facilement et assez distinctement des objets proches comme à huit pouces de distance, et d'autres fort éloignés, sans qu'il soit besoin que l'œil ou le cristallin change de conformation.

La facilité que l'on a de pouvoir étendre et resserrer l'ouverture de la prunelle sert beaucoup à voir les objets dans une petite distance, comme à 8 pouces, et passer ensuite à d'autres qui soient fort éloignés, ou au contraire ; car ce mouvement qui est dans quelques animaux bien plus considérable que dans les hommes, et que l'on croit ordinairement ne servir que pour modérer la lumière qui entre dans l'œil, sert aussi tout ensemble à voir distinctement les objets proches. La lumière d'un objet proche étant beaucoup plus vive que celle d'un objet éloigné, nous doit obliger de resserrer l'ouverture de la prunelle ; et alors quoique les objets envoient des rayons dans l'œil, dont les pinceaux soient coupés vers leur pointe sur le fond de l'œil, cette section devient si petite que l'image de l'objet ne laisse pas d'être fort distincte. Il est évident que ceux qui ont la vue forte n'ont pas besoin de faire un grand changement à l'ouverture de la prunelle pour voir plus distinctement un objet proche qu'un médiocrement éloigné, mais seulement à cause de la trop grande quantité des rayons qui entrent dans l'œil, et qui pourraient l'incommoder, dont on se peut aisément garantir, en cherchant les lieux sombres et fuyant la grande lumière comme on fait ordinairement. C'est pourquoi l'ouverture de la prunelle de ces sortes d'yeux demeure toujours bien plus grande qu'aux autres, et ils voient très bien les objets proches, non seulement par la grandeur de l'image qui est plus distincte que dans les autres yeux (car la pointe des pinceaux peut aisément rencontrer le fond de l'œil), mais aussi à cause de la grande quantité de rayons qui y entrent et qui augmentent la

vivacité de cette image, à proportion qu'elle devient plus grande. Nous voyons aussi qu'ils peuvent lire fort facilement à une médiocre lumière, comme au clair de lune ; et au contraire ceux qui ont la vue faible, ou l'œil trop aplati étant obligés de resserrer l'ouverture de l'œil pour voir des objets proches, beaucoup plus que ceux qui ont la vue forte, ne peuvent distinguer les objets que dans une grande lumière.

On pourrait ainsi croire que c'est la raison pourquoi l'ouverture de l'œil, qui est fort grande dans les enfants demeure toujours grande à ceux qui ont la vue courte, n'étant pas obligés de la resserrer pour voir plus distinctement, et qu'elle devient fort petite à ceux qui ont la vue faible par la coutume qu'ils ont prise de la resserrer pour voir distinctement les objets proches, ce qu'on ne pourrait pas attribuer à la crainte de la trop grande lumière, qui ne les devait pas plus incommoder dans la jeunesse que ceux qui ont la vue courte à qui elle demeure fort grande.

On pourrait m'objecter que dans les lieux où la prunelle se dilate beaucoup, qui sont ceux où il n'y a que très peu de lumière, on ne laisse pas de voir distinctement les objets proches, mais je répondrai que l'on ne peut pas juger de cette perfection dans un lieu sombre où l'on ne peut voir tout au plus qu'avec assez de difficulté.

Mais enfin ceux qui ont la vue bonne, et que nous avons établie à ne voir qu'un seul objet au travers des deux trous d'une carte à une distance d'environ 4 pieds, ne sauraient jamais se persuader qu'ils voient un peu confusément un objet à un pied de distance, ce qu'ils trouveront pourtant très véritable s'ils le regardent au travers des trous d'une carte ; et c'est ce qui nous fait connaître que le jugement que l'on fait de la netteté avec laquelle on voit les objets est très incertaine, et qu'il n'est pas nécessaire que pour bien voir par rapport aux nécessités de la vie, la pointe des pinceaux des rayons tombe exactement sur la rétine. La deuxième et la plus forte des raisons que l'on puisse apporter est fondée sur l'expérience que l'on a de ne pouvoir pas voir distinctement avec un seul œil un objet proche et un éloigné qui soient à peu près dans la même ligne.

Il est vrai que l'on ne peut pas voir tout ensemble et distinctement deux objets qui sont éloignés l'un de l'autre, et qui paraissent dans la même ligne ; mais il est aussi très vrai que l'on ne peut voir avec grande attention qu'un très petit point d'un même objet, et que les autres points qui sont proches de celui que l'on considère nous paraissent confus, quoiqu'ils ne soient pas sensiblement plus éloignés de l'œil, et l'on ne doit pas s'étonner si l'on sent un peu plus de difficulté à changer d'attention d'un objet proche à un éloigné que pour en voir un autre à même distance, puisque la lumière différente de ces objets touche l'œil différemment, et que de plus dans ce changement, il faut nécessairement que les deux globes des yeux changent de direction pour donner à leurs axes un autre angle que celui qu'ils faisaient

auparavant, car quoique l'on ne se serve que d'un seul œil, l'autre ne laisse pas de faire les mêmes mouvements que s'il était ouvert, ce changement n'étant pas nécessaire lorsque l'on considère des objets également éloignés.

Je ne crois pas qu'on puisse douter que la perfection de la vision ne se fasse seulement dans deux points de la rétine, où elle est rencontrée par les lignes que l'on appelle axes, qui pour l'ordinaire font des diamètres des globes des yeux qui tendent en ligne droite à l'objet, car dans ceux que l'on appelle louches, ces axes ne sont pas des diamètres.

Le jugement que l'on fait de la distance des objets avec un seul œil, est à ce qu'il me semble la dernière des objections que l'on peut faire mais ce que je

viens de rapporter peut suffire pour faire connaître que nous jugeons très bien de ces distances par le changement de direction des deux axes qui ne laissent pas de faire leurs mouvements ordinaires, quoiqu'il n'y en ait qu'un de découvert. Outre que l'on peut dire que la parallaxe des objets et la diminution de la vivacité de leurs couleurs, qui dépend de la quantité de lumière nous sert beaucoup à juger de ces distances même avec les deux yeux : et c'est par cette habitude que les objets d'un même tableau nous paraissent fort éloignés l'un de l'autre à l'égard de notre œil, quoique dans ce cas, ni la direction des axes, ni le changement de conformation ne soient pas nécessaires à l'œil ou au cristallin.

## APPENDIX 2

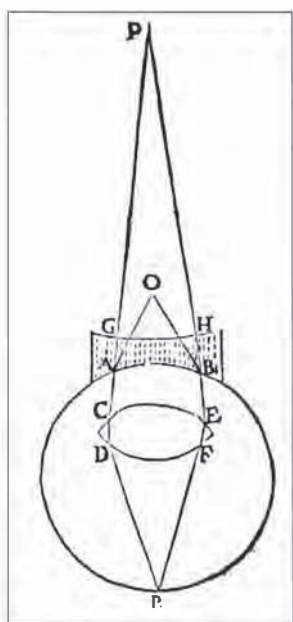
### TRANSCRIPTION OF

**Philippe de La Hire**

« Dissertation sur les différens Accidens de la vue »

*Chapter 28, Œuvres Diverses de M. de La Hire, 1730, p.554-560*

#### 1. De l'utilité des verres concaves pour ceux qui ont le cristallin fort convexe.



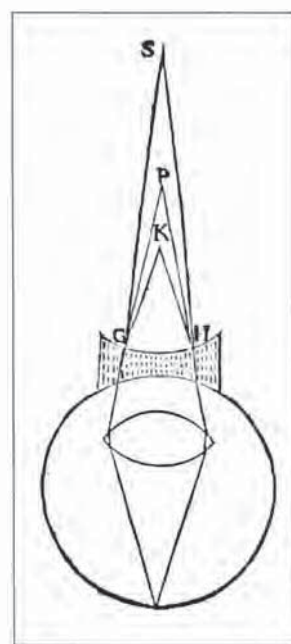
Ceux qui ont la vue courte et qui n'ont pas la cornée fort élevée doivent avoir le cristallin fort convexe au moins pour l'ordinaire, et ces sortes d'yeux ne peuvent pas tirer un grand secours pour voir distinctement des objets éloignés: car les rayons qui viennent des objets, doivent se rompre peu à peu et en trois temps différens et à peu près égaux pour faire une réunion plus parfaite sur la rétine et sans y faire paraître les

couleurs et dans cette conformation où la cornée est peu convexe, leur réfraction se fera presque toute à l'entrée et à la sortie du cristallin, en deux temps seulement: mais cette réfraction étant bien plus grande qu'il ne faut pour voir des objets éloignés, on doit lui ôter ce qu'elle a de trop, et on ne peut le faire qu'en diminuant en quelque façon la convexité extérieure de l'œil qui est celle de la cornée, par l'application du verre concave, en sorte que la première réfraction se peut trouver entièrement détruite, et les rayons passant alors au travers du verre concave et de l'humeur aqueuse, qu'on peut considérer comme un seul corps transparent, sans souffrir aucune réfraction, les trois réfractions ordinaires se réduiront à deux seulement, et les couleurs qui sont toujours sensibles dans les grandes réfractions se joignant à la petitesse de la peinture de l'objet éloigné, la vision ne sera plus parfaite. En voici la démonstration dans la figure suivante:

Soit l'œil ABR (figure suivante) avec son cristallin CDEF et sa cornée AB. Soit un objet placé en O, en

sorte que les rayons qui viennent de ce point O s'étant rompus sur la cornée comme en A et en B se détournent dans l'humeur aqueuse en AC et en BE, et rencontrant la superficie antérieure CE du cristallin, ils se rompent encore et passent dans le cristallin par les lignes CD, EF; enfin en sortant du cristallin, ils se rompent pour la troisième fois et passent dans l'humeur vitrée par les lignes DR, FR pour s'assembler au point R. Si l'on pose maintenant un objet au point P dans la rencontre des rayons CA, EB prolongés, et si du centre P. on décrit la courbure GH pour la figure extérieure du verre, dont l'intérieur AB soit accommodé à celle de la cornée, il est évident que les rayons qui viendront de l'objet P, iront s'assembler sur la rétine au point P, après avoir passé au travers du verre et des humeurs de l'œil, comme s'ils venaient du point O.

Car supposant comme j'ai déjà fait que le verre et l'humeur aqueuse ne forment qu'une même humeur et de même nature, les rayons qui viendront de l'objet P entreront dans le verre qui est comme la première humeur sans aucune réfraction et pénétreront jusqu'à la surface du cristallin en ligne droite jusqu'en C et en E. Mais ces rayons qui viennent de l'objet P ne souffriront que deux



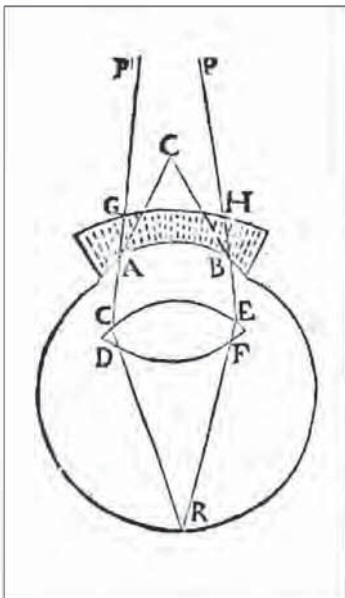
réfractions avant que de s'assembler au point R; et si cet objet P n'est qu'à une distance médiocre comme de deux ou de trois pieds, qui est celle où l'on voit distinctement les objets quand l'œil est bien conformé, il s'en suit que cet œil myope réunit les rayons d'un objet placé dans une distance médiocre après deux réfractions seulement, ce qui est un défaut, puisque l'œil bien conforme ne les doit réunir qu'après trois réfractions quand

ils sont places a cette même distance.

Si l'objet était plus éloigné que le point P comme en S dans la figure suivante, il est facile à voir qu'il faudrait que la partie extérieure GH du verre concave, fut plus concave qu'elle n'était quand l'objet était au point P où était aussi le centre de la concavité du verre, c'est à dire qu'il faudrait que le centre de cette concavité fut plus proche de l'œil comme en K; et alors les rayons qui viendraient de l'objet S feraient une réfraction en sens contraire à celle qui se doit faire naturellement, car s'ils seraient plus divergents que s'ils venaient du point S, puisqu'ils doivent se détourner dans le verre et dans l'humeur aqueuse comme s'ils venaient du point P, pour se réunir ensuite sur la rétine au point R, en sorte qu'il arrivera toujours que les rayons qui se feront convergents qu'en deux temps avant leur réunion au point R, ce qui fera toujours une vision imparfaite, puisqu'elle est contre l'ordre ordinaire de la nature.

## 2. De l'utilité des verres concaves pour ceux qui ont le cristallin bien conformé

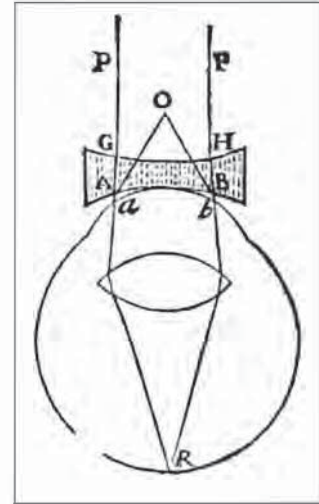
Mais si le cristallin de l'œil d'un myope est à peu près de la même convexité de celui d'un oeil bien conformé, et que tout ce qui rend cet œil myope ne vienne que de la grande convexité de la cornée, il est certain que si d'ailleurs les organes de la vision sont bien sains et les humeurs bien transparentes, l'usage du verre concave donnera à cette vue tout ce qui lui manque pour la rendre parfaite. Car il est facile à voir par ce que je viens de dire, que le verre concave qu'on mettra au-devant de la cornée ne faisant avec l'humeur aqueuse que comme une même humeur, ôtera de la cornée, et par conséquent à l'humeur aqueuse ce qu'elle a de trop, pour faire que les rayons qui viendront d'un objet médiocrement éloigné puissent entrer dans l'œil comme il faut pour s'assembler sur la rétine, après trois réfractions, comme dans les vues bien conformées.



Il faut remarquer que si l'on suppose que la partie AB du verre concave qui est tournée vers l'œil soit accommodée et appliquée directement à la cornée, comme je l'ai supposé dans le cas précédent, il faudra que sa superficie extérieure GH soit convexe et non pas concave, et qu'elle est à peu

près la même convexité que celle d'un œil bien conformé: car alors l'humeur aqueuse et le verre ne sont considérés que comme une même humeur.

Mais si l'on se sert d'un verre concave des deux côtés ou seulement concave d'un côté et plat de l'autre, alors les rayons feront cinq réfractions avant de se réunir au fond de l'œil, dont les deux premières qui se font sur le verre rendront les rayons incidents plus divergents qu'ils ne sont et les trois autres qui se feront dans l'œil les



rendront convergents. Ainsi la réfraction des rayons d'un objet médiocrement éloigné se fera dans cet œil d'un myope en trois temps, comme dans celui qui est bien conforme.

## 3. De l'utilité des verres concaves pour ceux qui ont l'œil fort long

Enfin si tout ce qui rend l'œil myope n'est qu'une trop grande longueur de l'humeur vitré, qui fait que la rétine est trop éloignée du cristallin, et que les rayons d'un objet médiocrement éloigné qui se sont rompus dans l'humeur aqueuse et dans le cristallin de la même manière que dans un œil bien conformé, ne peuvent s'assembler sur la rétine, mais plus proche du cristallin, le verre concave qu'on mettra au-devant de la cornée rendra les rayons un peu plus divergents en entrant dans l'œil qu'ils n'étaient sans le verre, et ils se rompent toujours en trois temps pour venir jusqu'à la rétine où la vision sera parfaite.

Cette espèce d'œil myope n'a besoin que d'un verre très peu concave, car pour peu que l'on détourne les rayons en entrant dans l'œil, leurs concours s'allonge ou se raccourcit beaucoup.

C'est à ce dernier cas de l'œil myope qu'on peut attribuer ce que j'ai observé à plusieurs vues, qui étant bonnes dans la jeunesse jusqu'à l'âge de 20 ou 25 ans, sont devenues ensuite myopes, et ne pouvaient plus voir les objets éloignés aussi facilement qu'ils les voyaient auparavant, quoiqu'ils vissent toujours très distinctement ceux qui n'étaient éloignés que d'un ou de deux pieds. Je dis donc qu'il est difficile d'attribuer ce changement ou à la cornée qui est fort dure et sèche de sa nature, ou au cristallin qui est un corps homogène, et qui n'a que des corps liquides qui l'environnent; mais il me semble que si les muscles de l'œil qui l'enveloppent deviennent plus forts et plus gros qu'ils n'étaient auparavant ou bien si les graisses qui sont en assez grande quantité dans cette partie viennent à s'augmenter peu à peu,

elles comprimeront le globe de l'œil par le côté et la figure changeant peu à peu et devenant plus longue qu'elle n'était auparavant, sans qu'il n'arrive aucun changement à la cornée ni au cristallin, la rétine s'éloignera du cristallin, et cet œil deviendra un peu myope. Il se pourrait faire aussi que l'œil s'allongerait par un accident particulier de la membrane sclérotique et même par un effet contraire à celui que je viens de rapporter, c'est à dire par un amaigrissement de l'œil. Car la plus grande partie des graisses de l'œil sont placées au fond entre les quatre principaux muscles, et si ces graisses viennent à diminuer, les muscles pressant toujours la sclérotique par les côtés, ils feront prendre peu à peu à l'œil une figure plus longue que celle qu'il avait auparavant.

Il se peut faire plusieurs combinaisons des trois différentes causes qui font l'œil myope, en les considérant séparées ou jointes et selon qu'elles seront plus ou moins grandes; mais je n'expliquerais pas plus en long les différents accidents qui en pourraient arriver, puisqu'il sera facile de les déduire de ceux que j'ai donné, si l'on sait les principes de l'optique comme je le suppose ici.