Zeitschrift: Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 5 (1856-1858)
Heft: 38

Artikel: Sur la scintillation des étoiles
Autor: Dufour, C.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-284071

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MÉMOIRES.

SUR LA SCINTILLATION DES ÉTOILES.

Par Mr C. Dufour, professeur à Morges.

(Séance du 23 janvier 1856.)

1. Il y a 3 ans environ, que j'entretins pour la première fois notre Société de mes observations sur la scintillation des étoiles. Ces observations ne faisaient alors guère que commencer, et je ne pouvais nullement me prononcer sur les conséquences auxquelles il était possible d'arriver. Je ne fis d'ailleurs qu'indiquer un scintillomètre dont le principal avantage était de mettre l'observateur à l'abri des préventions dont il est toujours si difficile de s'affranchir dans des recherches de ce genre. Après quelques mois de travail, je vis que la question était plus complexe que je ne le supposais d'abord, et que dans tous les cas il était absolument nécessaire de faire encore de nombreuses observations dans toutes les saisons de l'année, et dans toutes les circonstances météorologiques. Après avoir pendant quelques mois employé le scintillomètre que j'avais indiqué, il me sembla qu'avec beaucoup d'exercice, je parvenais à apprécier assez bien à l'œil l'intensité de la scintillation, ce qui simplifiait beaucoup mes observations, et pour ne pas être influencé par des idées préconçues, je cherchais peu à me rendre compte moi-même de ce que je faisais. Je mettais tous mes soins à observer avec autant d'exactitude que possible, et je réunis ainsi un grand nombre de chiffres sans trop savoir s'ils étaient concordants ou pas. C'était là un travail que je renvoyais à la discussion finale. Ce ne fut que vers la fin d'octobre 1853 que je demeurai tout-à-fait fixé sur ce que je devais faire, et que je me trouvai suffisamment exercé pour entreprendre des observations sérieuses. Je rejette tous les chiffres obtenus précédemment, et je considère que pendant les 9 premiers mois d'observation, je n'ai fait *qu'apprendre à voir*.

2. *Mode d'observation.* Depuis le mois d'octobre 1853, je me suis donc appliqué à suivre avec soin et avec persévérance, tout ce qui concerne le phénomène de la scintillation. Après les mois d'essais, j'étais convaincu que pour le but que je me proposais, la manière la

plus avantageuse d'y arriver était d'observer aussi souvent que possible; de fixer une étoile à l'œil nu, et d'apprécier sa scintillation par un chiffre. D'abord j'avais adopté les chiffres de 0 à 10, 0 étant une scintillation nulle, et 10 une de ces scintillations fortes qui ne se rencontrent que rarement, et seulement alors que l'étoile est près de l'horizon, et qu'elle paraît sautiller, changer de couleur, et parfois même disparaître.

C'est en comparant fréquemment les scintillations des différentes étoiles à toutes les heures de la nuit, que je suis parvenu à bien reconnaître ce qui était pour moi une scintillation 1, 2, 3, 4, 5, etc., et même avec un peu d'exercice, je ne tardai pas à trouver des degrés entre une scintillation 0 et une scintillation 1, entre 1 et 2, etc. Aussi, crus-je pouvoir donner aux observations encore plus de précision, en divisant en 10 chacun des degrés précédents. Ainsi la scintillation d'une étoile fut souvent appréciée par 0,7. 1,2, etc. Dans le fait, cela revenait donc à diviser en 100 l'intervalle qu'il y a entre la scintillation nulle et la scintillation maximum. Toutefois je ne pus faire cette division par dixièmes de degrés que pour les scintillations inférieures à 5, car au-dessus je n'appréciai jamais que les unités.

On peut, il est vrai, m'objecter ici qu'il y a beaucoup d'arbitraire dans ces appréciations, et qu'il doit être difficile de fixer le chiffre exact de la scintillation. Cet inconvénient, je suis le premier à le reconnaître; néanmoins après plusieurs mois d'exercice, je pus me convaincre que mes appréciations n'étaient pas loin d'être exactes, et qu'entre autres, en comparant les observations d'une soirée avec celles d'une autre soirée, mes résultats étaient assez concordants pour qu'ils pussent m'inspirer de la confiance. D'ailleurs l'appréciation de la scintillation n'est guère plus difficile que celle de l'éclat des étoiles variables, et cependant, appliquant à cette dernière recherche un procédé analogue à celui que j'ai employé, on est arrivé à des résultats très-remarquables qui sont admis dans la science. Il n'y a qu'à citer comme exemple le beau travail de Mr Argelander sur les singulières variations de β de la Lyre.

Les observations de cette nature ne sont sans doute pas aussi exactes que celles qui se font avec un instrument de précision, mais en multipliant leur nombre on peut espérer de voir disparaître les erreurs individuelles dans des moyennes générales, et d'obtenir ainsi des résultats satisfaisants. Aussi, depuis le mois d'octobre 1853 jusqu'à maintenant, ne laissai-je pas passer une des soirées pendant lesquelles on pouvait voir les étoiles, sans faire autant d'observations que possible, en prenant note non-seulement de la scintillation elle-même, mais des heures d'observation et des différents phénomènes météorologiques que l'on avait pu constater dans la journée ou dans les journées précédentes. De cette manière, j'ai réuni à peu près *quinze mille* observations de scintillation. Ce nombre me parut suffisant pour m'engager à les utiliser, et à chercher ce que l'on pourrait retirer de cette longue série de chiffres.

3. Presque toutes les observations ont été faites à Morges. Morges est situé sur les bords du lac Léman, par 46° 31' de latitude Nord et 4°9' à l'Orient de Paris.

4. Mon but était toujours une recherche météorologique, mais comme les mêmes étoiles avaient souvent été observées à des hauteurs très-diverses, il était important de commencer par trouver l'influence de la hauteur apparente d'un astre sur l'intensité de sa scintillation.

Pour arriver à cette loi, voici la marche que j'adoptai.

Je choisis pour une étoile, *La Chèvre* par exemple, tous les jours marqués par une scintillation normale, quand il me semblait qu'il n'y avait eu ni les jours précédents, ni les jours suivants aucune perturbation atmosphérique considérable, et que la scintillation d'une heure à l'autre n'avait jamais présenté des variations trop bizarres et trop irrégulières. Les périodes qui, à cet effet, me devinrent surtout très-utiles furent ces séries de beaux jours que nous eûmes dans le canton de Vaud, à la fin d'octobre 1853, en mars et en septembre 1854. Je trouvai ainsi pour La Chèvre 50 jours, que je pouvais considérer comme types, et qui me semblaient être des jours de scintillation moyenne.

Je commençai d'abord à rejeter toutes les observations faites quand l'étoile était dans le voisinage des nuages, parce que j'avais remarqué qu'en pareil cas, la scintillation était toujours considérablement augmentée. Je rejetai de même toutes celles qui avaient été faites le soir au crépuscule, ou le matin à l'aurore, parce qu'alors encore la scintillation est en général plus forte que lorsqu'il fait complètement nuit.

Il me resta donc, pendant ces 50 jours, 330 observations de la scintillation de La Chèvre, observations que je pouvais considérer comme ayant été faites dans de très-bonnes conditions. Je réunis ensemble celles qui avaient été prises à la même hauteur, puis j'en cherchai la moyenne, et bien qu'il fût évident que la scintillation allait en diminuant à mesure que l'on se rapprochait du zénith, il n'en est pas moins vrai que d'un degré à l'autre, il y avait parfois des anomalies assez marquées.

Je ne pouvais guère attendre mieux dans des recherches de ce genre, qui par leur nature même ne sont pas d'une précision absolue. Je réunis alors les chiffres de 5 en 5°, en prenant la scintillation constatée à 43°, 44°, 45°, 46° et 47° pour la scintillation à 45°, celle constatée à 48°, 49°, 50°, 51° et 52° pour celle à 50°, et ainsi de suite. Cette fois-ci la série ne présentait plus d'irrégularité sensible, ce qui devint évident par la construction de la courbe. Pour tracer cette dernière, je pris les abscisses proportionnelles aux distances zénithales, les ordonnées proportionnelles à l'intensité de la scintillation, et j'obtins alors une courbe assez régulière, qui ne présentait des inflexions un peu extraordinaires que près du zénith, là où la scintillation est tellement faible, que la plus petite erreur sur

l'appréciation, ou une perturbation atmosphérique qui passe inaperçue, a une grande influence sur le résultat dans lequel elle figure.

5. Après que ce travail fut fini pour La Chèvre, j'en commençai un parfaitement identique pour *Wega*, et à mon grand étonnement, je trouvais à toute hauteur pour la scintillation de Wega un chiffre plus fort que pour La Chèvre. J'avoue que j'en fus d'abord désappointé, je cherchais seulement la relation qu'il y avait entre la hauteur des étoiles et l'intensité de la scintillation. Or mes observations avaient été faites avec assez de soins pour que j'eusse pu espérer d'arriver à des résultats concordants, et en prenant la moyenne des chiffres obtenus pour toutes les étoiles d'observation, chiffres que je supposais être peu différents les uns des autres, j'aurais eu la moyenne que je cherchais. Mais l'écart inattendu que je vis entre la scintillation de La Chèvre et celle de Wega subsistait partout, sauf près du zénith, avec tellement de régularité, que je commençai à croire que toutes choses égales d'ailleurs, il pouvait bien y avoir une différence réelle entre la scintillation de La Chèvre et celle de Wega. Celle de Wega étant la plus forte.

6. Il me sembla que cette différence pourrait peut-être provenir de ce que La Chèvre avait un diamètre apparent plus considérable, et qu'ainsi, sous ce rapport, elle se rapprochait plus de l'état des planètes, qui avec un diamètre apparent plus grand scintillent beaucoup moins que les étoiles fixes. Néanmoins avant de hazarder une idée si importante, je voulus savoir ce que penserait de mes observations faites à l'œil nu et de mes appréciations, un homme qui a lui-même énormément observé, et souvent apprécié de cette manière la lumière des étoiles. Je me décidai à aller consulter à cet égard M^r le professeur Argelander.

En juillet 1855, je préparai les courbes de scintillation de La Chèvre et de Wega, puis je partis pour Bonn.

7. Mr Argelander me reçut avec la plus grande bienveillance, et voulut bien me donner sur les observations faites à l'œil nu, tous les renseignements que je lui demandai, et que lui avait suggérés sa longue expérience. Je fus heureux de voir que les remarques que j'avais faites à cet égard depuis 3 ans, étaient en tous points conformes aux siennes, ce qui contribua encore indirectement à augmenter la confiance que j'avais dans les résultats auxquels j'étais arrivé.

8. *Influence de la couleur des étoiles sur la scintillation.* Mais quand Mr Argelander vit mes courbes de scintillation, il lui parut bien qu'il y avait une différence réelle entre la scintillation de La Chèvre et celle de Wega, mais il pensa qu'il fallait peut-être l'attribuer à une autre cause que celle que je mettais en avant; et tout en convenant qu'une différence dans les diamètres apparents pouvait produire le fait constaté, il pensa qu'il pouvait peut-être aussi pro-

venir de la différence de couleur qu'il y a entre La Chèvre et Wega. On sait en effet que Wega est une étoile très-blanche, tandis que La Chèvre a une teinte jaunâtre. Cette idée me frappa, et pour savoir jusqu'à quel point elle pouvait être fondée, je promis à Mr Argelander qu'une fois de retour à Morges, je ferais des calculs analogues sur la scintillation d'un plus grand nombre d'étoiles, entre autres pour les étoiles rouges.

9. Quand ces calculs furent faits, je vis à mon grand étonnement que la supposition de Mr Argelander se confirmait, et qu'en effet *les étoiles rouges scintillent moins que les étoiles blanches*. Les trois étoiles Arcturus, α d'Orion et Aldébaran, ont toutes donné une scintillation plus faible que Procyon, Wega et même La Chèvre. La différence est assez grande et assez soutenue pour que je n'hésite pas à la déclarer bien au-dessus des erreurs d'observation, et à reconnaître là un fait bien réel, surtout si l'on considère que ce n'est pas le résultat d'une observation isolée, mais le résultat d'un nombre considérable d'observations faites dans de très-bonnes conditions.

La figure 1 fait voir cette différence. Pour établir la moyenne des étoiles blanches, je n'ai pas compté La Chèvre, moins blanche que Procyon et Wega, et pour les étoiles rouges, je n'ai pas compté α d'Orion, parce que la scintillation de cet astre présentait des irrégularités beaucoup plus grandes que celle des autres étoiles, bien que sa scintillation fût en général faible, parfois même plus faible que celle d'Arcturus. J'ai d'autant moins hésité à mettre cette étoile hors de ligne, que son éclat étant variable, il ne serait pas impossible que sa scintillation ne présentât pas toute la régularité que l'on trouve ailleurs. Puis aussi, il pourrait bien arriver que les observations de cette étoile fussent plus défectueuses que d'autres, car déjà avant que j'eusse fait mes réductions, j'avais remarqué qu'à cause de l'éclat de la constellation d'Orion, il était bien difficile d'apprécier la scintillation de ses étoiles. On a l'œil fatigué et comme ébloui par la belle région du ciel qui passe au mérédien de la 4me à la 7me heure. Pour toutes ces raisons, j'ai cru devoir me taire pour le moment sur ce qui concerne la scintillation de α d'Orion, et pour ainsi dire, remettre cette étoile à l'étude encore pendant 2 ou 3 ans, afin de faire de nouveau, avec un soin redoublé, plusieurs observations de sa scintillation.

On remarquera dans la figure 1 que la courbe de scintillation des étoiles rouges n'est pas tracée de 0 à 30° de distance zénithale. Cette lacune provient de ce qu'à la latitude de Morges, il n'est aucune étoile rouge qui passe à moins de 27° du zénith, en conséquence cette courbe ne pourrait être complète que par des observations faites dans des localités plus méridionales.

10. Du reste, après avoir vu par mes courbes qu'à toute hauteur les étoiles rouges scintillent moins que les étoiles blanches, il m'a semblé que l'on pouvait peut-être rendre compte de ce fait théori-

quement, du moins en admettant l'explication de la scintillation donnée par Arago, c'est-à-dire en la considérant comme une conséquence du principe des interférences. Supposons en effet quelques rayons des 7 couleurs primitives traversant l'atmosphère et dans les mêmes conditions. Il pourra arriver que quelques-uns d'entre eux soient déviés, et qu'après avoir fait un certain détour ils viennent interférer et détruire les rayons de la même couleur qui auraient parcouru une distance moins grande d'une demi ondulation. Mais l'onde rouge étant la plus grande des ondes lumineuses, il me semble que pour faire interférer les rayons rouges, il faudra une déviation plus considérable, des perturbations atmosphériques plus grandes, ou enfin que toutes choses égales d'ailleurs, les rayons rouges, par le fait des déviations atmosphériques, seront moins facilement détruits que les rayons des autres couleurs ou que la moyenne des autres couleurs.

11. *Loi de la scintillation.* Quand j'ai eu déterminé la courbe destinée à établir la relation qu'il y a entre la distance zénithale d'une étoile et l'intensité de sa scintillation, j'ai cherché s'il n'y aurait peut-être pas quelque autre courbe semblable à celle-là, et si l'on ne pourrait pas obtenir ainsi *la loi de la scintillation* Dans ce but, j'ai fait différents essais, et je n'ai pas tardé à reconnaître que la courbe de la scintillation différait considérablement de celle dans laquelle les abscisses représentent les distances zénithales, et les ordonnées l'épaisseur de la couche d'air traversée. Les ordonnées de la scintillation s'accroissent beauconp plus rapidement que celle de cette dernière courbe. Enfin après quelques essais infructueux, j'ai trouvé que l'on obtiendrait une courbe qui s'approcherait beaucoup de celle de la scintillation, si l'on prenait pour abscisses les distances zénithales, et pour ordonnées le produit obtenu en multipliant la réfraction astronomique, pour la hauteur à laquelle se trouve l'étoile que l'on considère, par l'épaisseur de la couche d'air traversée par le rayon lumineux.

La figure 2 fait voir cette coïncidence. L'écart que présentent les deux courbes est certainement peu de chose dans une recherche de ce genre. La plus grande divergence a lieu pour les faibles hauteurs au-dessus de l'horizon, où les ordonnées de la courbe de scintillation sont plus petites que celles de l'autre courbe, mais pour ces points aussi, les observations sont peu sûres, les étoiles ont perdu leur éclat, celles de première grandeur brillent seulement comme celles de deuxième ou de troisième, et par conséquent leur scintillation semble moins vive. Car si dans les mêmes circonstances atmosphériques, on observe la scintillation de deux étoiles de grandeur bien différente, généralement la plus brillante paraîtra aussi avoir la plus forte scintillation.

Ainsi donc, on voit que l'on s'écarte peu de la vérité en disant :

Que sauf près de l'horizon, la scintillation est proportionnelle au produit que l'on obtient en multipliant l'épaisseur de la couche d'air que traverse le rayon lumineux, par la réfraction astronomique à la hauteur que l'on considère.

12. Pour calculer quelle était l'épaisseur de la couche d'air traversée par le rayon lumineux, j'ai supposé la hauteur de l'atmosphère égale à $^1/_{80}$ du rayon terrestre. Depuis lors, j'ai appris que l'on considérait généralement à présent cette hauteur comme plus faible, mais en refaisant les calculs avec les nouvelles valeurs, la coïncidence dont j'ai parlé subsiste encore à peu près de la même manière. Or il va bien sans dire qu'à cause de l'arbitraire qu'il y a dans l'unité que j'ai adoptée pour la mesure de la scintillation, les deux courbes n'étaient pas d'abord identiques. On voyait seulement qu'avec les mêmes abscisses, les ordonnées de la courbe de scintillation étaient plus petites, mais proportionnelles aux ordonnées de l'autre courbe.

(Pour abréger, dès à présent, je désignerai par R ce produit obtenu, en multipliant la réfraction par l'épaisseur de la couche d'air que traverse le rayon lumineux). Pour faire voir plus complètement le rapport qu'il y a entre les deux valeurs, j'ai cherché quel devait être le cœfficient constant par lequel il fallait diviser les différentes valeurs de R pour arriver aux chiffres que les observations avaient donnés pour la scintillation. Pour la recherche de ce cœfficient, j'ai cru devoir prendre la méthode des moindres carrés. Ainsi pour la distance zénithale de 40°, la réfraction astronomique est 48",9 ou en comptant par 10", 4,89; la lumière d'un astre placé à cette hauteur traverse une couche d'air dont l'épaisseur est 1,300 (la hauteur de l'atmosphère étant prise pour unité). Notre valeur de R est donc ici $4,89 \times 1,300 = 6,36$. Mais pour cette distance zénithale la moyenne de la scintillation des étoiles est 1,12, afin de trouver le cœfficient indétermieé x, par lequel il faut diviser R pour arriver à 1,12, j'avais donc ici l'équation

$$6,36 - 1,12\,x = 0.$$

Puis j'ai fait une équation analogue pour toutes les hauteurs, en éliminant toutefois les observations faites à plus de 70° de distance zénithale, et de cette manière j'ai eu un grand nombre d'équations de condition, qui traitées par la méthode des moindres carrés m'ont donné pour la valeur de x

$$x = 5,433.$$

En divisant maintenant les différentes valeurs de R par ce cœfficient constant, j'ai eu les ordonnées de la courbe figure 2.

13. *Valeur numérique.* Après avoir exposé la marche que j'ai suivie pour les observations et pour les calculs, je crois devoir maintenant m ttre sous les yeux les valeurs numériques auxquelles je suis arrivé, afin que l'on puisse voir quelles sont les bases qui m'ont servi à établir les conclusions que j'ai indiquées.

Voici les moyennes de scintillations observées de 5° à 75° de distance zénithale pour les principales étoiles.

Distances zénithales.	Wega.	Procyon.	La Chèvre	Aldébaran	Arcturus.	Moyenne générale des étoiles.	Valeurs de $\frac{R}{x}$
5°	»	»	0,34	»	»	0,34	0,093
10°	0,26	»	0,24	»	»	0,25	0,190
15°	0,35	»	0,53	»	»	0,41	0,284
20°	0,44	»	0,50	»	»	0,45	0,413
25°	0,57	»	0,45	»	»	0,54	0,550
30°	0,70	»	0,62	0,63	0,39	0,60	0,710
35°	0,90	»	0,77	0,77	0,70	0,80	0,920
40°	1,19	1,34	1,08	1,00	0,94	1,12	1,170
45°	1,56	1,71	1,45	1,31	1,09	1,36	1,500
50°	2,21	2,34	2,06	2,06	1,56	2,03	1,987
55°	3,03	3,33	2,79	2,73	2,45	2,83	2,626
60°	3,92	4,31	3,58	3,45	2,97	3,71	3,607
65°	5,85	5,46	5,30	5,34	4,06	5,09	5,245
70°	7,00	7,90	7,00	6,80	6,71	7,02	8,190
75°	7,80	8,25	6,5	8,15	7,62	7,89	13,878

14. Si maintenant, au lieu de chercher la valeur de x pour la moyenne générale des étoiles, on la cherche pour chaque étoile individuellement, en établissant pour chacune d'elles les équations de condition, et en y appliquant la méthode des moindres carrés, on trouve que ces différentes valeurs de x sont :

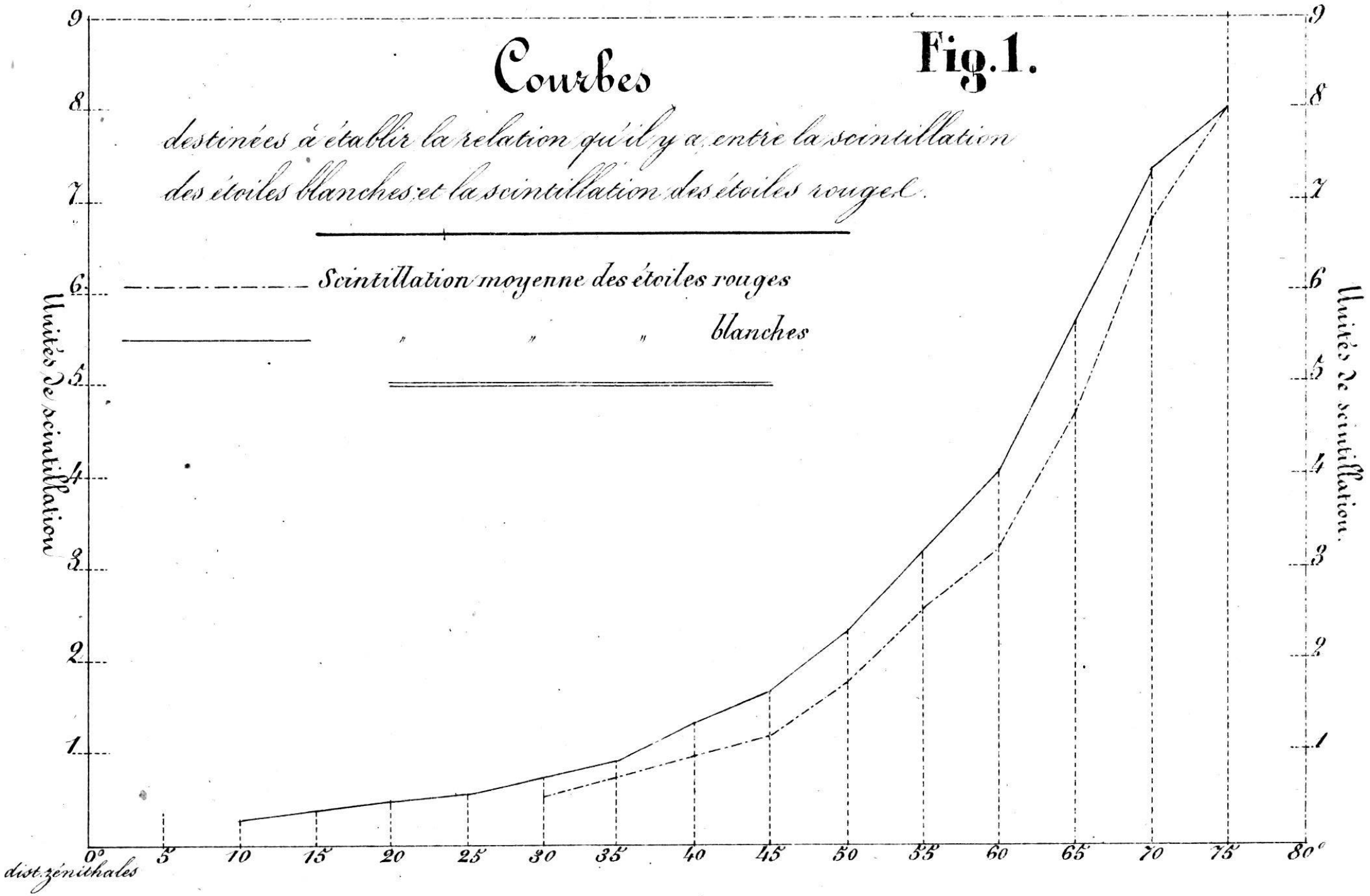
Pour Procyon	4,814
» Wega	4,92
» La Chèvre	5,392
» Aldébaran	5,461
» Arcturus	6,73
La moyenne des étoiles donnait	5,433

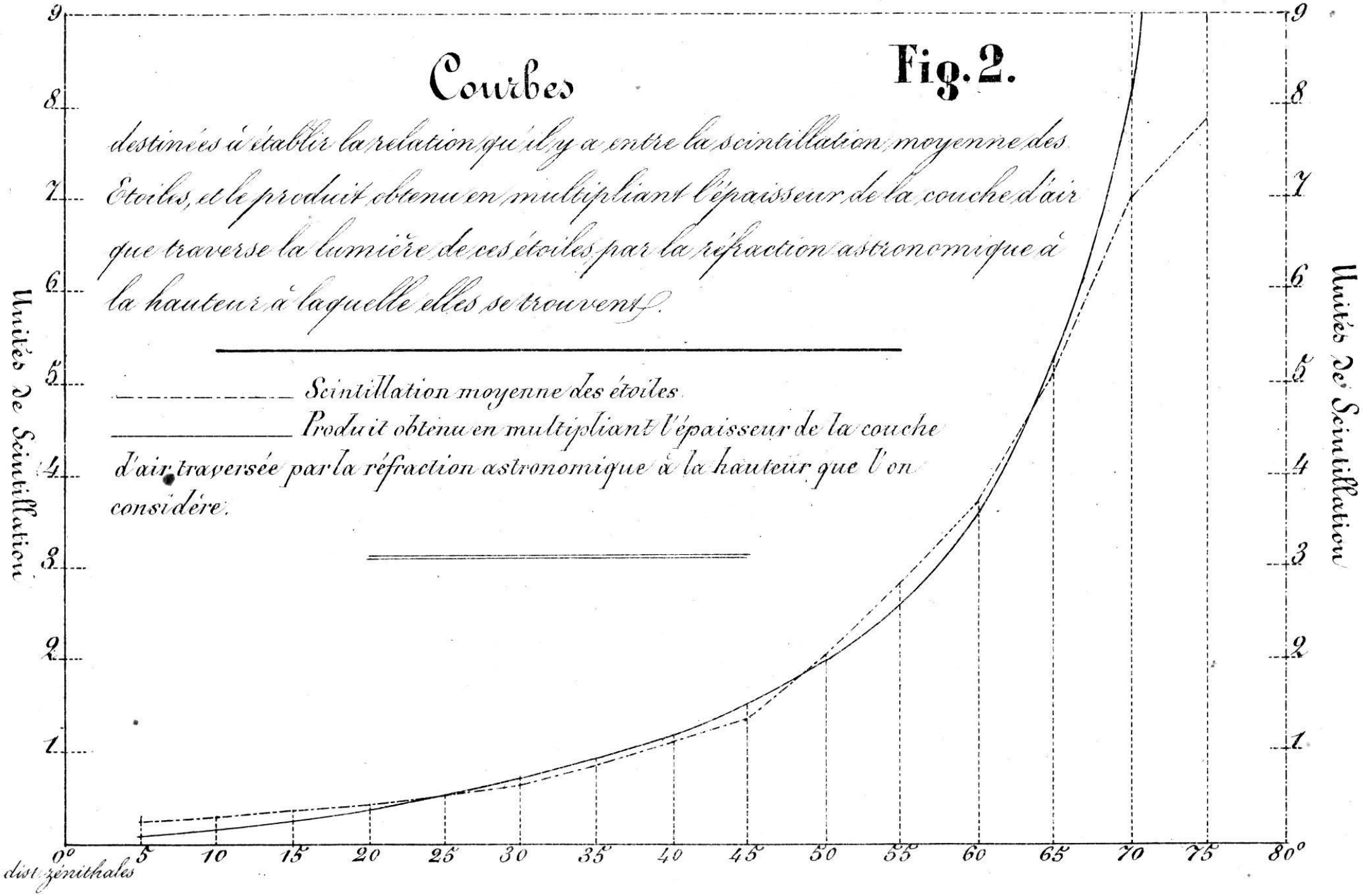
On comprend que ces différentes valeurs de x sont inversément proportionnelles aux intensités de scintillation de chacune de ces étoiles, puisque ce sont les quantités par lesquelles il faut diviser R pour arriver à la scintillation de chaque étoile, ce qui revient à dire que cette scintillation $= \frac{R}{x}$.

En utilisant cette propriété, nous pourrons donc établir quelle est pour chacune de ces étoiles l'intensité relative de sa scintillation.

Ainsi en représentant par 100 l'intensité de la scintillation moyenne des étoiles, celle de Procyon sera

$$\frac{100 \times 5,433}{4,814} = 113.$$


Courbes
Fig. 1.
destinées à établir la relation qu'il y a entre la scintillation des étoiles blanches et la scintillation des étoiles rouges.
Scintillation moyenne des étoiles rouges
" " " blanches
Unités de scintillation
Unités de scintillation.
dist. zénithales
0° 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80°
1 2 3 4 5 6 7 8 9


Courbes
Fig. 2.
destinées à établir la relation qu'il y a entre la scintillation moyenne des Etoiles, et le produit obtenu en multipliant l'épaisseur de la couche d'air que traverse la lumière de ces étoiles par la réfraction astronomique à la hauteur à laquelle elles se trouvent.
Scintillation moyenne des étoiles
Produit obtenu en multipliant l'épaisseur de la couche d'air traversée par la réfraction astronomique à la hauteur que l'on considère.
Unités de Scintillation
Unités de Scintillation
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0°
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80°
dist zénithales

En faisant un calcul analogue pour les autres étoiles, on trouve que les intensités relatives des scintillations peuvent être appréciées par les chiffres suivants :

Procyon	113	
Wega	110	
La Chèvre	101	
Aldébaran	99	
Arcturus	81	
α d'Orion aurait	90	(approximativement).

On voit bien ici que les trois étoiles rouges : Aldébaran, Arcturus et α d'Orion, ont une scintillation plus faible que les étoiles blanches Procyon et Wega, et même que l'étoile jaunâtre La Chèvre.

15. Mais tout en convenant que la différence de couleur des étoiles, entraîne une différence dans la scintillation, je crois aussi qu'il y a quelque autre cause qui influe sur le phénomène. Ainsi Wega aussi blanc que Procyon a cependant une scintillation plus faible. Aldébaran qui est au moins aussi rouge qu'Arcturus scintille davantage.

Encore ici, ces différences sont tellement soutenues, qu'on ne peut guère les attribuer à quelque cause accidentelle, surtout si l'on considère que tous ces résultats sont les moyennes de plusieurs centaines d'observations. Il semble bien ainsi qu'il y a encore une différence essentielle entre la scintillation d'une étoile et la scintillation d'une autre étoile. Peut-être maintenant cela serait-il dû à une différence dans les diamètres apparents, comme je le supposais quand je me rendis auprès de Mr Argelander ? Ce serait toutefois assez curieux, si la simple étude de la scintillation pouvait nous apprendre plus de choses sur le diamètre apparent des étoiles que les lunettes et les instruments de précision. Mais c'est là une idée que je n'ose émettre qu'en l'accompagnant d'un grand point interrogatif. Seulement à cause de la haute importance de la question, je me propose en continuant mes recherches d'apporter sur ce sujet un redoublement d'attention.

16. Comme mes observations ont porté sur toutes les étoiles de première grandeur et sur la Polaire, on sera peut-être étonné que je n'aie pas encore fait les calculs relatifs à Altaïr, Rigel, Sirius et Antarès. Mais Altaïr est d'un éclat plus faible, et Sirius d'un éclat bien plus fort que les autres étoiles pour lesquelles j'ai fait les réductions. Par conséquent il pourrait arriver que la différence de lumière de ces étoiles rendît défectueuse toute comparaison avec d'autres astres plus ou moins brillants.

Ensuite Rigel, Sirius et Antarès s'élèvent peu sur l'horizon de Morges, de façon que les observations ont été relativement peu nombreuses, et comme en outre elles ont en grande partie été faites dans le voisinage de l'horizon, elles sont aussi moins sûres. Il m'a semblé en conséquence qu'en combinant ces chiffres avec ceux qui avaient

été obtenus dans des conditions beaucoup plus favorables, on courrait risque d'altérer peut-être l'exactitude de ces premiers résultats.

17. *Conclusion.* En résumé donc, je crois pouvoir conclure des observations que j'ai faites sur la scintillation des étoiles :

1° *Que toutes choses égales d'ailleurs, les étoiles rouges scintillent moins que les étoiles blanches.*

2° *Que l'intensité de la scintillation est à peu près proportionnelle au produit obtenu, en multipliant la refraction astronomique pour la hauteur à laquelle se trouve l'étoile par l'épaisseur de la couche d'air traversée par le rayon lumineux que l'on considère.*

3° *Qu'outre le fait de la différence des couleurs, il paraît y avoir encore, entre la scintillation des diverses étoiles, des différences essentielles qui proviennent peut-être des étoiles elles-mêmes.*

18. Maintenant que j'ai effectué ces premières recherches, recherches que je ne pensais pas même entreprendre, quand je commençai mes observations sur la scintillation, et que, par la courbe de la figure 2, j'ai la relation qu'il y a entre la hauteur apparente d'une étoile et l'intensité de sa scintillation, il m'est possible de reprendre les notes que je possède, et d'examiner la question au point de vue météorologique, ce qui était mon but premier, et d'utiliser à cet effet les 15000 observations que j'ai recueillies.

J'espère pouvoir faire de cette question le sujet d'une communication subséquente.

DES TEMPÉRATURES DE L'AIR ET DES MIRAGES A LA SURFACE DU LAC LÉMAN.

Par Mr **L. Dufour**, prof. de physique à l'Académie de Lausanne.

(*Suite.*)

(Séance du 6 février 1856.)

Températures de l'air.

9. J'arrive maintenant à la partie la plus importante de ce travail, la détermination de la température des couches d'air à la surface du lac, température dont les variations donnent précisément lieu au phénomène du mirage.

La recherche des températures de l'air est toujours une opération difficile. Dans les circonstances dont il s'agit ici, cette recherche est entourée d'un ensemble de difficultés plus considérable encore que lorsqu'on observe à la surface du sol. Les tentatives pour déterminer la température de l'air sur des surfaces échauffées et alors qu'il y a mirage ne sont pas nombreuses. Il faut, en effet, mesurer cette tem-