



1. ... 202
1. ... (14)

¹³⁵
A. M. Campbell
de la part de l'éditeur

ANNUAIRE

POUR L'AN 1882,

PUBLIE

PAR LE BUREAU DES LONGITUDES

AVEC UNE

NOTE SUR LA PHOTOGRAPHIE DE LA COMÈTE δ DE 1881,

obtenue

à l'Observatoire de Meudon,

PAR M. J. JANSSEN.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

SUCCESSION DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

NOTE

SUR

LA PHOTOGRAPHIE DE LA COMÈTE b 1884,

OBTENUE A L'OBSERVATOIRE DE MEUDON;

PAR M. J. JANSSEN.

L'année qui vient de s'écouler aura vu se réaliser un progrès nouveau et intéressant dans l'histoire des comètes. C'est, en effet, l'année dernière qu'on a obtenu pour la première fois l'image photographique complète de l'un de ces astres, précisément celle de la grande comète dont l'apparition a excité pendant plusieurs mois la curiosité publique, et à propos de laquelle on a agité de nouveau les théories et les hypothèses depuis longtemps émises sur la nature de ces astres, dont la physique est encore si peu avancée, et sur la nature desquels l'esprit se pose tant de questions auxquelles la Science ne peut encore faire de réponse certaine.

C'est précisément cette ignorance où nous

soumnes encore de la nature exacte des comètes et des causes précises des phénomènes si curieux, mais si singuliers, qu'elles nous présentent quand elles s'approchent du Soleil, qui donne un intérêt considérable à toute méthode nouvelle d'investigation.

Or, je n'hésite pas à dire que la Photographie peut constituer ici un moyen d'études nouveau et puissant.

La Photographie, en effet, ne se contente pas ici, comme on pourrait le penser, de donner de l'astre une image qu'on pourrait obtenir par le dessin, et qui, à ce titre, ne présenterait qu'un intérêt de curiosité. Tout d'abord, il faut reconnaître que l'image photographique est impersonnelle, qu'elle est rigoureusement exacte, qu'elle est durable et qu'elle constitue un document qui pourra servir de base à des comparaisons futures. Tout ceci est déjà fort important; mais je dis qu'on peut demander encore plus à la Photographie, et que cette méthode, maniée scientifiquement, peut encore nous instruire sur des détails de structure que les lunettes ne donnent pas, sur certains points délicats d'orientation de la queue; enfin, et c'est peut-être là le point le plus nouveau et le plus important : l'image photographique peut se prêter à des études de photométrie sur les pouvoirs rayonnants de ces immenses appendices

cométaires, études qui sont absolument nouvelles, et qui ne pourraient être tentées par aucune autre méthode.

C'est l'intérêt des résultats qui pouvaient être obtenus dans cette direction inexplorée qui nous a déterminé à consacrer exclusivement à ces méthodes nos études sur la grande comète de 1881.

Nous nous proposons, dans cette courte Notice, de donner aux lecteurs de l'*Annuaire* quelques explications sur la méthode suivie et les résultats obtenus.

La photographie d'une comète présente des difficultés dont les personnes peu au courant de ces études se font difficilement une idée.

Ces difficultés proviennent, d'une part, du pouvoir photographique étonnamment faible des queues de comète, et, d'autre part, du mouvement propre très rapide de ces astres à leur passage près du Soleil.

On comprend, en effet, que moins un objet est lumineux, plus il faut augmenter le temps de la pose, et, par conséquent, plus il est nécessaire que cet objet soit fixe ou tout au moins animé d'un mouvement très lent pour que la plaque sensible puisse le suivre rigoureusement pendant tout le temps de la formation de l'image.

Or il arrive ici que le pouvoir actinique de

l'astre est tellement faible, que si l'on se plaçait dans les conditions où l'on obtient les photographies de la Lune avec le collodion humide, il faudrait plus de trois journées, sans aucun arrêt, pour avoir une image de la comète avec une portion de la queue s'étendant seulement à 1° du noyau ; et cette action lumineuse si démesurément prolongée devrait être conduite dans des conditions de haute précision, malgré le mouvement diurne du ciel, compliqué du mouvement propre très rapide de la comète.

Mais, fort heureusement pour l'Astronomie, il s'est produit tout récemment une très importante découverte en Photographie : celle des plaques sèches au gélatino-bromure d'argent. Ces plaques unissent aux avantages des plaques sèches ceux d'une sensibilité qui peut devenir extraordinaire avec des soins spéciaux de préparation.

L'emploi de ces plaques permettrait déjà de réduire cette durée de l'action lumineuse, qu'il eût fallu prolonger pendant un temps si démesurément long avec le collodion humide, à quelques couples d'heures.

C'était encore trop, en raison du mouvement si rapide de la comète, surtout si l'on voulait obtenir une image précise, pouvant se prêter à des mesures et propre à mettre en évidence de délicats détails de structure.



Pour résoudre la difficulté, nous avons pensé à utiliser, en cette circonstance, un télescope de construction toute spéciale, semblable à celui qui, en 1871, nous permit de découvrir la véritable nature de cette *couronne* des éclipses totales qui a été reconnue constituée par une enveloppe gazeuse très rare et très étendue autour du Soleil.

Cet instrument, dont le miroir à 0^m,50 et seulement 1^m,60 de foyer, donne aux images une intensité lumineuse qui est plus du quadruple de celle des télescopes les plus lumineux et huit à dix fois pour les autres.

La combinaison des deux moyens a amené la solution de la question.

L'image photographique dont nous donnons ici une reproduction photoglyptique, d'après un dessin très exact, a été obtenue en une demi-heure.

Or, malgré cette durée de l'action lumineuse, relativement si réduite, l'opération a encore nécessité des soins spéciaux pour permettre à l'instrument de suivre très exactement l'astre pendant la pose.

Donnons ici une idée de la méthode employée.

Le mouvement du télescope était déjà réglé sur le mouvement diurne du ciel; il s'agissait de modifier ce mouvement, de manière que

l'instrument tint compte, si l'on peut parler ainsi, du mouvement propre de la comète, mouvement qui venait se surajouter au mouvement diurne et le compliquer.

Nous avons d'abord calculé ce mouvement propre de l'astre au moment des observations, et nous l'avons décomposé en deux autres, l'un dirigé suivant un parallèle céleste, et l'autre suivant un méridien. Pour tenir compte du mouvement dans le parallèle, il n'y avait qu'à modifier convenablement la marche diurne de l'instrument en agissant sur le régulateur. Quant au mouvement suivant un méridien, on le réalisait au moyen de la vis de rappel en déclinaison, qui agit précisément suivant cette direction.

Pour guider dans la conduite de ce dernier mouvement, j'ai employé l'artifice suivant. Avec un fil métallique d'une finesse extrême, on a formé une petite boucle de $1'$ d'arc environ de diamètre, qui a été placée dans le chercheur. La tête de la comète était amenée sur la boucle, qui se détachait en noir sur elle, et le noyau de l'astre était placé au milieu de cette boucle. Pendant toute la durée de la pose, le noyau de l'astre ne devait pas quitter cette position.

Après divers essais, qui durèrent plusieurs jours et au cours desquels nous obtinmes une

première image que nous présentâmes à l'Académie, nous eûmes, dans la nuit du 30 juin au 1^{er} juillet, une image plus complète, où la queue s'étendait à 2°,5 du noyau. Dans cette image, la tête est surposée, comme cela était inévitable et ne doit pas être considérée, mais la queue de l'astre montre de très importants détails, comme nous allons voir.

L'image était trop délicate pour être tirée sur papier, même en photoglyptie : les détails de la queue ne se reproduisaient pas. Nous avons dû reproduire très scrupuleusement par le dessin le cliché original et faire photographier celui-ci. Dans ce dessin, nous avons copié la tête d'après des photographies originales prises avec des temps de pose plus courts, comme cela convient pour ne pas exagérer les dimensions réelles par surpose. Mais si la photographie originale ne peut être reproduite sur papier, elle peut l'être sur verre, et l'on trouvera de ces épreuves chez M. Gauthier-Villars.

L'examen de la queue présente un intérêt particulier. Cet appendice est formé, sur l'image photographique, par des faisceaux lumineux, presque rectilignes, qui partent de la tête et vont en divergeant. Dans la partie médiane, règne un grand faisceau très étroit et très marqué, qui sort tangentiellement du côté occidental du noyau, traverse toute la queue, et se pro-

longe à plus d'un demi-degré au delà. Ce grand faisceau figure comme une épine dorsale, et, d'après nos mesures, basées sur la position des étoiles voisines, photographiées en même temps que la comète, il est exactement dirigé (à 1' près) dans le prolongement de la ligne qui joint le Soleil au noyau de la comète. Du côté de l'ouest partent de la tête plusieurs autres faisceaux, dont les longueurs augmentent à mesure qu'ils se rapprochent du faisceau central.

Cette structure en faisceaux rayonnants est accusée de la manière la plus nette par la Photographie, et c'est elle qui nous la révèle, car l'examen de la queue cométaire avec l'œil, soit libre, soit armé d'une bonne lunette, ne l'indiquait pas au moment où l'on obtenait ces photographies.

Une circonstance très intéressante, et qui pouvait être prévue, s'est présentée à l'égard des étoiles. Une action lumineuse maintenue pendant une demi-heure, avec un instrument extra-lumineux et des plaques d'une sensibilité si étonnante, devait amener l'enregistrement des phénomènes lumineux les plus délicats de la région explorée. C'est ce qui est arrivé. La photographie montre en effet, dans la région occupée par la queue, nombre de très petites étoiles, dont plusieurs ne figurent sur aucun atlas.

Ainsi la Photographie nous révèle une structure dont il faudra tenir compte dans les discussions sur la nature des queues cométaires; elle permet des mesures rigoureuses sur la direction des éléments de cet appendice, et par là pourra aider à remonter à la nature des forces dont les actions combinées ont déterminé sa figure.

Mais de plus, et c'est ici que nous nous trouvons sur un terrain tout à fait nouveau, l'image photographique peut permettre (à l'aide des principes de photométrie dont nous avons entretenu l'Académie dans la séance du 4 avril 1881), elle peut permettre, disons-nous, des mesures et des études de photométrie qui conduisent à des déductions toutes nouvelles.

Tout d'abord, on peut se proposer de comparer l'intensité lumineuse de cette queue de comète avec celle d'un autre astre, afin de s'en former une idée. Cette comparaison est fort instructive. Nous l'avons obtenue en prenant, avec le même télescope, les mêmes plaques sensibles, et en employant des durées très variées de l'action lumineuse, une série d'images de notre satellite à son opposition.

Or, si l'on cherche dans cette série l'image lunaire qui correspond comme intensité moyenne ⁽¹⁾ à celle de l'image cométaire en

(¹) L'image photographique de la Lune présente

dehors du faisceau central et vers 1° de distance du noyau, on trouve que c'est une pose de $\frac{1}{160}$ à $\frac{1}{180}$ de seconde qui, pour la Lune, correspondrait à celle d'une demi-heure pour la comète. Le rapport des durées d'action lumineuse qui ont amené la même intensité d'image est supérieur à 300000.

Nos lecteurs saisissent parfaitement l'esprit de la méthode. Nous admettons que deux sources lumineuses d'inégale puissance sont entre elles dans le rapport inverse des temps qui leur sont nécessaires pour accomplir le même travail photographique, c'est-à-dire produire le même dépôt d'argent ou amener la même opacité de teinte. Par exemple, quand une lumière demande un temps double d'une autre pour produire le même phénomène dans les mêmes conditions d'expérience, c'est que la puissance photographique de cette lumière est moitié de cette autre.

Il fallait donc placer nos deux astres dans ces conditions de comparaison, c'est-à-dire obtenir de la Lune une image qui pût être égalée à celle de la comète, et pour cela on a pris avec le télescope qui avait servi pour la comète, et

des différences considérables d'intensité. On a pris ici une intensité moyenne.

dans les mêmes conditions d'expérience, une série d'images de la pleine Lune.

Le télescope dont nous parlons est si lumineux que la Lune y donne une image sensible, sur plaque à la gélatine, en un deux-centième de seconde. Or on a trouvé, comme nous venons de le dire, que l'image lunaire obtenue en un cent soixante à un cent-quatre-vingtième de seconde avait une opacité moyenne sensiblement égale à celle de la queue cométaire à la distance de 1° du noyau. Ici encore il s'agit, pour la comète, de l'intensité moyenne et non de celle du faisceau central. Cette base de comparaison obtenue, il ne s'agissait plus que de chercher le rapport numérique des temps, qui est celui de trente minutes, à un cent-soixante-dixième de seconde, rapport égal à 306 000. La lumière de la queue cométaire au point indiqué a donc besoin d'un temps environ trois cent mille fois plus grand que celle de la pleine Lune pour accomplir le même travail photographique ; elle est donc photographiquement trois cent mille fois plus faible.

Ainsi, cette queue cométaire, en la prenant même si près de la tête, et dans un point où elle paraît encore si éclatante, n'envoie pas la trois-cent-millième partie de la lumière active qui nous est donnée par un point moyennement éclairé de la pleine Lune. Nous nous réservons

de tirer de ce fait imprévu plusieurs conséquences importantes.

Mais nous pouvons aller plus loin, et chercher quelle est, approximativement, la loi du décroissement de la lumière dans la queue, en fonction de la distance au noyau. Pour résoudre cette nouvelle question, nous avons produit artificiellement des images de queues cométaires dans lesquelles le décroissement de l'intensité lumineuse est proportionnel à une puissance déterminée de la distance au noyau. Le résultat de ces comparaisons montre que, dans certaines parties de la queue de la comète, l'intensité lumineuse décroît plus rapidement que suivant la raison inverse de la quatrième puissance de la distance au noyau.

Au contraire, la décroissance donnée par une parabole du sixième degré paraît plus rapide. C'est donc entre ces limites qu'il faut placer la loi du décroissement de la lumière dans la queue cométaire.

Ici encore, la méthode expérimentale est fort simple. Sur la plaque photographique placée dans un châssis, on place un écran portant une ouverture qui figure la queue de la comète. Devant l'appareil, est placé un obturateur dans lequel on a découpé un triangle dont la base est rectiligne et dont les côtés sont des courbes semblables qui, partant des extrémités de la

base, vont se rejoindre au sommet. On conçoit que, quand cette fenêtre triangulaire passera devant la plaque sensible, la lumière agira sur les divers points de cette plaque pendant des temps réglés par la largeur de la fenêtre en ce point. A la base du triangle, la durée de la pose sera la plus longue : c'est celle qui déterminera la formation de la queue près de la tête. Au sommet, au contraire, l'action lumineuse sera nulle : ce sera le point où la queue s'évanouit. Dans les points intermédiaires, la durée de l'action lumineuse dépendra de la largeur de la fenêtre en ces points, c'est-à-dire de la forme des courbes latérales. Or, comme nous venons de le dire, nous sommes partis de la parabole générale $ay = x^m$, et nous avons choisi les formes particulières de manière à obtenir une série de comètes artificielles dans lesquelles l'action lumineuse décrût, dans une première suivant la raison inverse du carré de la distance au noyau, dans une seconde, suivant la raison inverse du cube, etc.

Il est encore, sur la physique des comètes, une question très intéressante et qui a été fréquemment soulevée sans qu'elle ait encore reçu une solution définitive, surtout au point de vue numérique. Je veux parler de la question de reconnaître et de mesurer les quantités de lumière directe et réfléchie que peut contenir le

rayonnement de ces astres. Or, puisque nous pouvons introduire des éléments de mesure dans les images photographiques, nous sommes en état d'aborder cette question. Je n'ai pas pu faire l'application de la méthode dont je donne ici le principe, mais je la recommande pour les prochaines apparitions.

Supposons donc qu'une comète n'envoie que de la lumière directe, et que nous en prenions des images à des instants différents pendant qu'elle s'éloigne de la Terre. Toutes ces images, de grandeurs différentes suivant les variations de distance, auront la même intensité (j'admets qu'il ne se modifie rien dans l'émission lumineuse de l'astre).

Mais si, au contraire, la comète n'envoyait que de la lumière réfléchie, alors non seulement les images diminueraient de grandeur, mais l'intensité même de ces images décroîtrait comme les carrés des distances croissantes de l'astre au Soleil.

Si maintenant nous imaginons les deux cas réunis, nous considérerons alors l'image de la comète, prise dans une de ses positions, comme résultant de la superposition de deux images : l'image de la lumière directe, l'image de la lumière réfléchie. Et la comparaison de l'intensité des images obtenues dans deux positions de l'astre montrera non seulement à quel cas nous

avons affaire, mais permettra même une mesure très approximative des proportions de lumières mêlées.

Si, par exemple, pour une certaine distance de la comète au Soleil, la proportion de lumière réfléchie était le quart de la lumière totale, pour une distance double ce quart tomberait au quart de lui-même, c'est-à-dire au seizième; et l'intensité de l'image, à cette distance double, serait diminuée de trois seizièmes, ou près de un quart, quantité bien facile à constater et à mesurer.

Nous n'insistons pas : nous avons seulement voulu montrer combien la Photographie, maniée scientifiquement, apporte de données nouvelles dans ces problèmes si complexes de Physique céleste que soulève la question des comètes. Combien cette voie nouvelle mérite d'être suivie et doit solliciter nos efforts, c'est le but de cette courte Notice.

(Extrait de *l'Annuaire du Bureau des Longitudes*
pour l'année 1882.)

7541 Paris — Imprimerie de GAUHIER-VILLARS,
quai des Augustins, 55.



