

La lumière du ciel nocturne

Autor(en): **Nicollier, Cl.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **13 (1968)**

Heft 104

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899948>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse

Band 13, Heft 1, Seiten 1-28, Nr. 104

Tome 13, Fasc. 1, Pages 1-28, No. 104

La lumière du ciel nocturne

par CL. NICOLLIER
Institut d'Astronomie de l'Université de Lausanne

Das Leuchten des Nachthimmels

Die Erscheinung des Nachthimmelslichts kann drei verschiedene Entstehungsorte und -mechanismen haben: 1. Extraterrestrische Herkunft, 2. Polarlichter in der Hochatmosphäre der Erde, 3. Eigenleuchten der irdischen Atmosphäre.

Das extraterrestrische Himmelslicht kann seinerseits aus integriertem Licht schwacher Sterne, dem galaktischen Leuchten, verursacht durch Streuung von Sternlicht an interstellarem Gas oder Staub, oder dem Zodiakallicht bestehen. Die Polarlichter entstehen vor allem in hohen geographischen Breiten durch Interaktion von hochenergetischen Teilchen (vor allem Protonen), die bei Sonneneruptionen emittiert werden, mit der Hochatmosphäre.

Das Eigenleuchten der Atmosphäre wird verursacht durch Übergänge von Elektronen in andere Energieniveaus, durch Dissoziation von Molekülen und anschließender Rekombination. Das Spektrum dieses Leuchtens ist sehr komplex und umfasst sowohl atomare wie auch molekulare Emissionslinien. Am Observatorium der Haute Provence konnte ein tages- und jahreszeitlicher Gang dieser Leuchterscheinungen nachgewiesen werden. Die Entstehung der Spektren ist theoretisch erklärbar, und man kann auch die Höhen der Leuchtschichten auf verschiedene Arten bestimmen. Ein besonders schwieriges Problem besteht in der Separierung der drei Komponenten des Nachthimmelslichts.

On désigne sous le nom de «*Lumière du ciel nocturne*» l'ensemble des phénomènes émissifs contribuant à un éclairage local ou global du ciel nocturne, à l'exclusion de l'émission lumineuse due aux astres résolus et à la diffusion de cette lumière dans l'atmosphère.

En l'absence de toute source de lumière artificielle et en dehors des heures du crépuscule, on reconnaît dans la lumière du ciel nocturne plusieurs composantes distinctes:

- a) *Lumière extraterrestre* (aa) *Lumière stellaire*. ab) *Lumière galactique*. ac) *Lumière zodiacale et Gegenschein*)
- b) *Aurores polaires*, assez peu fréquentes sous nos latitudes.
- c) *Emission ou luminescence atmosphérique*, produite dans notre atmosphère.

aa) *Lumière stellaire*

Elle résulte de l'intégration des étoiles faibles. Lorsqu'en 1901, NEWCOMB mesura pour la première fois l'intensité de la lumière du ciel nocturne, il l'attribua

uniquement à cet effet. Ce n'est qu'aux environs de 1920 que SLIPHER et Lord RAYLEIGH reconnurent que l'atmosphère elle-même produisait sa propre radiation. Le spectre de la lumière stellaire est composé d'un fond continu sur lequel se superposent quelques raies stellaires caractéristiques.

ab) *Lumière galactique*

Elle est produite par la diffusion de la lumière des étoiles par les gaz et poussières interstellaires. Son intensité est négligeable dès que l'on s'éloigne du voisinage immédiat du plan galactique.

ac) *Lumière zodiacale et Gegenschein*

La lumière zodiacale est un phénomène lumineux de faible intensité qui doit son nom à la localisation au voisinage du zodiaque (observation à vue). Les conditions les plus favorables pour l'observation de ce phénomène sont réalisées après le coucher du soleil et avant son lever lorsque le ciel est limpide et l'écliptique peu inclinée sur l'horizon. Des mesures photométriques ont montré qu'en fait ce phénomène intéresse le ciel tout entier et ont confirmé l'existence d'un renforcement d'intensité lumineuse dans la direction opposée au soleil (coordonnées équatoriales $\alpha = \alpha_{\odot} + 12 \text{ h}$; $\delta = -\delta_{\odot}$): la *lumière antisolaire* ou *Gegenschein*.

Le spectre de la lumière zodiacale est identique au spectre du soleil; le phénomène est donc dû à une diffusion de la lumière solaire par des particules solides ou des électrons libres (BARBIER). L'origine solaire de la lumière zodiacale est encore confirmée par le fait que son plan de symétrie est l'écliptique.

b) *Aurores polaires*

Elles se produisent à la suite d'éruptions solaires (environ 30 min. à 1 h. après). Des particules de haute énergie (protons) arrivent dans l'atmosphère et accroissent l'ionisation de ses constituants. On assiste alors à un renforcement de certaines raies de la luminescence atmosphérique nocturne (couleur rouge des aurores). Ces effets sont limités aux régions de grande latitude magnétique en raison des effets de guidage

des protons par le champ magnétique terrestre qui leur interdit les régions équatoriales.

c) *Emission ou luminescence atmosphérique*

Enfin, l'atmosphère terrestre est elle-même lumineuse. Cette émission est essentiellement due à des changements de niveaux d'énergie, des dissociations suivies de recombinaisons des molécules et atomes de la haute atmosphère. Cette émission, quoique très faible, contrarie l'observation de sources peu lumineuses (nébuleuses, comètes).

Le spectre de la luminescence atmosphérique nocturne est très complexe. On y a mis en évidence, avec certitude:

1) *Raies atomiques:*

- [OI] 5577 Å raie verte de l'oxygène neutre
- [OI] 6300 – 6364 Å raies rouges de l'oxygène neutre
- [NaI] 5890 – 5896 Å doublet jaune du Na
- [Li I] 6707,76 – 6707,91 Å doublet de résonance du Li

2) *Raies moléculaires*

- Bandes résolues du spectre de vibration-rotation du radical OH (dans l'IR et le rouge)
 - Système de Herzberg de O₂ (dans l'UV)
 - Système atmosphérique de O₂ (8645 Å et 9965 Å)
- De nombreuses mesures, effectuées principalement à l'Observatoire de Haute Provence, ont montré que certaines régions du spectre subissaient des *variations d'intensité saisonnières* systématiques, ainsi que des *variations d'intensité nocturnes* (au cours d'une même nuit). Ces mesures ont surtout été effectuées pour les raies verte et rouges de [OI], et pour le doublet du Na. Décrivons brièvement à titre d'exemple les variations d'intensité de la raie rouge au cours d'une même nuit (observations effectuées en novembre-décembre 1966 par BARBIER):

La première partie de la nuit, jusqu'à 23 h., est caractérisée par la décroissance régulière de l'intensité de la raie rouge. Des mesures effectuées tout autour de l'horizon à distance zénithale constante ($z = 75^\circ$) révèlent le phénomène suivant: si l'on reporte, pour chaque azimut, l'intensité en fonction du temps, on constate que les courbes obtenues en deux points placés symétriquement par rapport au méridien peuvent être amenées en concordance de façon satisfaisante par simple décalage des échelles de temps. Par exemple, les observations effectuées à l'est correspondent à celles effectuées à l'ouest 80 min. plus tard.

Après 23 h., un petit maximum, d'intensité très limitée en azimut, apparaît au nord géographique, puis il devient plus intense et s'élargit. L'extension en azimut se poursuit et entre 4 h. et 5 h., l'intensité est la même tout autour de l'horizon.

Tout à la fin de la nuit, l'intensité commence à nouveau à croître vers l'est.

L'interprétation de ces résultats d'observation est la suivante: on peut imaginer que la terre tourne à l'intérieur, d'une enveloppe émettrice fixe dans l'espace, et qui ne varie pas avec le temps (tout au moins au cours d'une nuit, et en ce qui concerne les raies rouges et verte, ainsi que le doublet du Na). De plus, la variation d'intensité de la raie rouge dans la seconde partie de la nuit s'explique par des mouvements nord-sud de la couche émettrice.

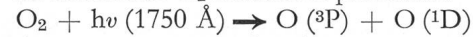
Signalons encore que les intensités de certaines parties du spectre sont corrélées, et que BARBIER a pu mettre en évidence deux groupes de radiations du ciel nocturne, dont les intensités varient proportionnellement au cours d'une même nuit:

- 1) Raie verte 5577 Å 2) Raies rouges 6300 Å
- Bandes de HERZBERG Doublet du Na
- Fond continu Bandes de OH

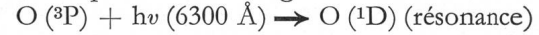
Interprétation théorique des principales raies d'émission du ciel nocturne

a) *Raies rouges [OI]*

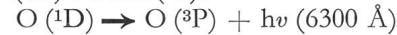
Les radiations solaires UV ($\lambda \leq 1750 \text{ \AA}$) dissocient les molécules O₂ suivant le processus:



Autre processus envisagé:



Les raies rouges seraient dues au retour de l'atome (¹D) à l'état (³P):



b) *Raie verte [OI]*

Les atomes O (³P) sont excités à l'état ¹S par chocs triples:

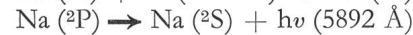


réaction suivie d'une émission:



c) *Raies jaunes [Na I]*

Phénomène de résonance optique:



Idem pour la raie rouge du [Li I] 6708 Å

d) *Spectre de vibration-rotation de OH*

Les bandes sont dues aux différentes transitions entre les états d'énergie de vibration et de rotation du radical OH.

Idem pour le système atmosphérique de O₂.

Détermination de l'altitude des couches émettrices

1) *Méthode de VAN RHIJN*

On suppose l'existence d'une couche émettrice mince d'altitude et d'intensité constantes.

Soit I₀ l'intensité mesurée au zénith

I_z l'intensité mesurée à la distance zénithale z

H la hauteur de la couche émettrice

R le rayon terrestre

On peut tirer H de la relation entre I_z et I₀:

$$I_z = I_0 \left[1 - \left(\frac{R}{R+H} \right)^2 \sin^2 z \right]^{-1/2}$$

2) Méthode des triangulations

Contrairement aux hypothèses nécessaires à l'application de la méthode de VAN RHIJN, la méthode des triangulations nécessite des irrégularités d'intensité bien identifiables dans le ciel, ainsi qu'un réseau serré de stations d'observation au sol.

3) Mesures par fusées

L'envoi de photomètres à bord de fusées a permis de mesurer exactement les altitudes inférieure et supérieure des couches émissives.

Ces méthodes donnent pour H des valeurs comprises entre 80 et 300 km, suivant le domaine spectral de la radiation émise.

Instruments et méthodes d'observation

Les instruments utilisés pour l'étude de la lumière du ciel nocturne sont les *spectrographes* et les *photomètres* (à bande passante large ou étroite). L'étude spectrographique permet d'obtenir une information plus grande (profil des raies), mais le photomètre a l'avantage d'être beaucoup plus sensible (photomètre photoélectrique).

M. DUFAY a utilisé pour l'étude du ciel nocturne dans le proche infrarouge un *monochromateur à réseau tournant*, associé à un photomultiplicateur Lallemand. Ce dispositif est particulièrement intéressant vu la faible sensibilité des plaques photographiques dans ce domaine spectral. Il est spécialement adapté à l'étude de phénomènes à évolution rapide comme les aurores.

Dans le domaine des photomètres, on distingue deux classes d'appareils:

a) Photomètre qui explore le ciel et travaille avec un seul filtre (éventuellement deux filtres)

Exemple: Photomètre I de l'Observatoire de Haute-Provence, qui fait le tour du ciel à $z = \text{constante}$, puis fait une observation au zénith.

b) Photomètre qui travaille dans une direction fixe à travers un jeu de filtres variés

Exemple: Photomètre II de l'Observatoire de Haute-Provence: étude en huit couleurs de la région du pôle céleste (intensité de la lumière extra atmosphérique constante).

Ce photomètre est entièrement automatique. La durée du cycle est de 5 min. et comprend le passage de huit filtres, d'une source fluorescente (willémite + sel de radium) pour l'étalonnage, et une obturation pour l'enregistrement du courant d'obscurité. Toutes les heures, le photomètre est dirigé vers le zénith pour l'enregistrement d'un cycle complet. La comparaison des enregistrements au pôle et au zénith fournit des données essentielles pour le dépouillement des observations.

Un problème important dans la pratique, mais qu'il n'est pas possible de traiter ici en détail, est celui de *l'isolement d'une composante déterminée de la lu-*

mière du ciel nocturne. Les différentes composantes citées au début de cet article se superposent et lorsqu'on veut faire l'étude d'une composante, de la lumière zodiacale par exemple, il faudra tenir compte dans le dépouillement des résultats de mesures de l'effet de la lumière stellaire, galactique, de la luminescence atmosphérique nocturne, de la lumière crépusculaire, de la présence d'une éventuelle aurore boréale, etc... Les méthodes d'élimination se basent essentiellement sur les corrélations déjà citées entre les intensités de certaines raies de la luminescence atmosphérique nocturne, et sur la comparaison entre les résultats d'observations faites en différentes régions du ciel (photomètre II de l'Observatoire de Haute Provence).

Bibliographie:

Astronomie Encyclopédie de la Pléiade

BEER Vistas in Astronomy vol. II

Publications de l'Observatoire de Haute Provence, vol. IV, V, VI

Adresse de l'auteur: CL. NICOLLIER, Avenue de Sully 122, 1814 La Tour-de-Peilz

Totale Mondfinsternis vom 13. April 1968

Am frühen Morgen des Ostersonntags, den 13. April 1968, ereignet sich eine, in Mitteleuropa allerdings nur in ihrer ersten Hälfte sichtbare, totale Mondfinsternis, wobei der Mond in Erdnähe steht. Gegen 4 Uhr wird bereits der *Halbschatten* der Erde als «rauchartiger, grauer Schleier» am linken Mondrand erkennbar sein und ab 4^h10.0^m MEZ taucht der Mond in den *Kernschatten* der Erde ein.

Bekanntlich ist der beobachtete Erdschatten immer etwa 2% grösser als die rein geometrische Schattenellipse. Es ist deshalb wertvoll, die *Schatteneintritte* an einer Reihe markanter Mondformationen zu beobachten und zeitlich so genau wie möglich festzulegen (Schattenausritte können diesmal in Mitteleuropa wegen Untergang des Mondes nicht verfolgt werden). Solche Beobachtungen können zu einer neuen *Bestimmung der Erdschattenvergrößerung* ausgewertet werden. Man konsultiere in diesem Zusammenhang die Empfehlungen und Berichte über frühere Beobachtungen in ORION 9 (1964) No. 83, S. 30-34, und 12 (1967) No. 99, S. 17-18.

Allerdings werden die Beobachtungen, je nach Standort, mit dem Absteigen des Mondes in die meistens über dem Horizont lagernde Dunstschicht erschwert, denn 13 bis 31 Minuten nach Beginn der Totalität, die um 5^h22.5^m eintritt, geht der Mond in der Schweiz am mathematischen Horizont unter. Auch wird es diesmal kaum möglich sein, den *Grad der «Schwärzen»* (oder die Intensität eines allfälligen «kupferroten Hauches») während der totalen Finsternis in unseren Gegenden genauer festzustellen. – Weitere Angaben über die Finsternis können dem «*Sternenhimmel 1968*» entnommen werden. R. A. NAEF