

21. COMMISSION DE LA LUMINESCENCE DU CIEL

Report of Meeting, 18 August 1961

ACTING PRESIDENT: F. E. Roach.

SECRETARY: W. Steiger.

In the absence of Commission President J. Dufay, F. E. Roach served as Acting President. W. Steiger was appointed acting secretary for the meeting. The Executive Committee of the IAU has appointed D. Barbier as President and P. Swings as Vice-President for the next triennium. The Commission appointed the following as the Organizing Committee: Chamberlain, J. Dufay, Krassovsky, Nicolet, Roach. [At the request of Professor Swings, the Executive Committee later appointed F. E. Roach as Vice-President.]

The Commission regrets the loss by death of J. Cabannes.

BUSINESS SESSION

1. The question as to the proper Commission for the responsibility of zodiacal light studies was discussed. It was agreed that the zodiacal light should be the joint responsibility of Commissions 21 and 22. Commission 21 has a vital interest in the problem because of the presence of the zodiacal light as an important component in the light of the night sky. Commission 22 is concerned with the physical interpretation of the zodiacal light observations in terms of the distribution of particles in the solar system. Siedentopf was asked to head a Committee to report on the status of zodiacal light research at the next triennial meeting.

2. The Commission concurred in a recommendation by Chamberlain that Commission 21 should sponsor a symposium on the theoretical interpretation of upper atmosphere emissions sometime before the next triennial meeting. A symposium committee consisting of Chamberlain (chairman), Blamont, Krassovsky, and Nicolet was appointed. Preliminary discussion indicated the desirability that this symposium be held in Paris in June or July 1962.

3. S. Chapman presented the following resolution which was approved by the Commission: "Commission 21 urges that inactive all-sky cameras be set up at night-sky stations even in geomagnetic latitudes as low as 30° . They should be put in operation on rare occasions when auroras become visible."

RESEARCH REPORTS

1. *D. Barbier*. A summary of the night-sky phenomena at 6300\AA from sunset to sunrise was presented. The discrete phenomena which have been isolated include the pure twilight effect, the western sheet, the sub-polar sheet, the intertropical arcs, and the stable mid-latitude auroral arc. The western sheet and inter-tropical arcs are very well correlated with ionospheric data. (*D. Barbier, Ann. Géophys.*, **17**, 3, 1961).

2. *A. Delsemme* reported on studies of the 6300\AA emission at Lwiro (Congo). In particular he stressed the relationship between the intensity of 6300\AA and F-region ionospheric parameters. (*A. and D. Delsemme, C. R. Acad. Sci. Paris*, **250**, 383, 1960).

3. *J. Dufay, M. Dufay and Nguyen Huu-Doan*. See appended paper.

4. *L. Wallace*. A review was given of upper atmosphere temperature based on studies of OH rotation-vibration bands. The interpretation of temperature changes being accounted for by the $\text{H} + \text{O}_3$ reaction was challenged.

5. *L. Fishkova* (presented by E. K. Kharadze). See appended paper.
6. *H. Elsässer*. A discussion was held on the discrepancy between the measured intensity of the Milky Way (Elsässer and Haug, *Z. Ap.*, **50**, 121, 1960) and the predicted intensity from star counts (Roach and Megill, *Ap. J.*, **133**, 228, 1961).
7. *H. Siedentopf* reported on the present situation of the zodiacal light observations and discussed the possibilities of getting new information by observing from high-flying airplanes and satellites. He then discussed the optical properties of different models for the interplanetary medium consisting of dielectric and metallic particles and free electrons. The discussion of the dependence of brightness and polarization on the elongation was based on calculations of the scattering functions of spherical particles of H_2O , SiO_2 , Fe, Ni made at the Astronomical Institute of the University of Tübingen by Dr R. H. Giese with an electronic computer. The paper will appear in *Z. Ap.*
8. *N. Richter*. Recent laboratory studies of scattering by particles of various kinds were briefly reported. (See report of meetings of Commission 22.)
9. *H. Tanabe*. A study of the gegenschein from observations at Maruyama (Japan) and at Fritz Peak (U.S.A.) indicated a seasonal variation of intensity and position consistent with the hypothesis that the intensity is a function of the distance of the Earth from the invariable plane of the solar system.

VARIATIONS D'INTENSITÉ DE LA RAIE $H\alpha$ DANS LE SPECTRE DU CIEL NOCTURNE

Jean Dufay, Maurice Dufay et Nguyen Huu-Doan

Nous avons étudié systématiquement, à l'Observatoire de Haute Provence (latitude $N.43^{\circ}56'$, longitude $E.23^m$, altitude 680 m), les variations d'intensité de la raie $H\alpha$ dans le spectre du ciel nocturne. Le collimateur du spectrographe à réseau précédemment décrit *C.R. Acad. Sci. Paris*, **250**, 4191, 1960 (dispersion 49Å/mm) était dirigé directement vers le ciel, à 15° de l'horizon nord. Un léger voile préalable des films Eastman-Kodak 103aE nous permet d'abréger les poses et d'obtenir un spectre en une seule nuit; l'été nous avons du en outre élargir un peu la fente, dont l'image sur le spectre est ainsi passée de 1.5 à 2.2 puis 2.5 Å.

Les 28 spectrogrammes obtenus du 12 janvier au 17 juillet montrent tous la raie $H\alpha$ fine, entre les raies de rotation $P_1(3)$ et $P_2(4)$ de la bande (6,1) de OH. (La présence de la Lune au-dessus de l'horizon pendant une partie de la pose doit être évitée, car elle a pour effet de réduire l'intensité de la raie $H\alpha$, qui apparaît en absorption dans le ciel lunaire. Les clichés de 1960 qui ne montraient pas la raie $H\alpha$ avaient été influencés par un faible clair de Lune.) De janvier à mars, son intensité a augmenté assez régulièrement par rapport aux autres émissions nocturnes et est passée par un maximum en avril. Elle a diminué ensuite plus rapidement et paraît s'être stabilisée en juin et juillet. La raie était particulièrement forte du 9 au 18 avril. Le 16 et le 18 son intensité photographique dépassait celle de toutes les composantes de la bande OH (6,1) et atteignait presque l'intensité de [O I] 6364Å (figure 1(b)).

En nous basant sur les intensités absolues moyennes des raies de la bande OH (6,1) données par G. Kvitte (*Geofysiske Publikationer*, **20**, no. 12, 1959.), nous pouvons estimer qu'à 15° de l'horizon nord, l'intensité de $H\alpha$ a varié de 5 à près de 20 rayleighs de janvier à avril 1961. C'est exactement l'amplitude trouvée par S. Prokudina à Zvenigorod (latitude de 51° N.) (Voir *Trans. IAU* **11A**, 191, 1961). A Alma-Ata, en décembre 1957 et janvier 1958, R. X. Haynoullina et Z. V. Kariahina (*Acad. Sci. Kasakstan. Informations de l'Institut d'Astrophysique*, **10**, 52, 1960) ont mesuré, pour $H\alpha$ à 20° de l'horizon, des intensités comprises entre 4.1 et 6.4 rayleighs.

kl*

Nous ne trouvons aucune relation entre l'intensité de $H\alpha$ et celles d'autres radiations de la luminescence nocturne: $[O I] 5577$, $[O I] 6300-6364$, Na (D), bandes de OH.

Seule la raie $[N II] 6583 \text{ \AA}$, présente sur 15 de nos clichés (entre janvier et mai), se trouve visiblement renforcée en même temps que $H\alpha$, comme l'a déjà noté Kvitte (*loc. cit.*), lorsqu'il a signalé, pour la première fois, la présence des raies interdites de N II dans le spectre du ciel nocturne (voir figure 1(b)).

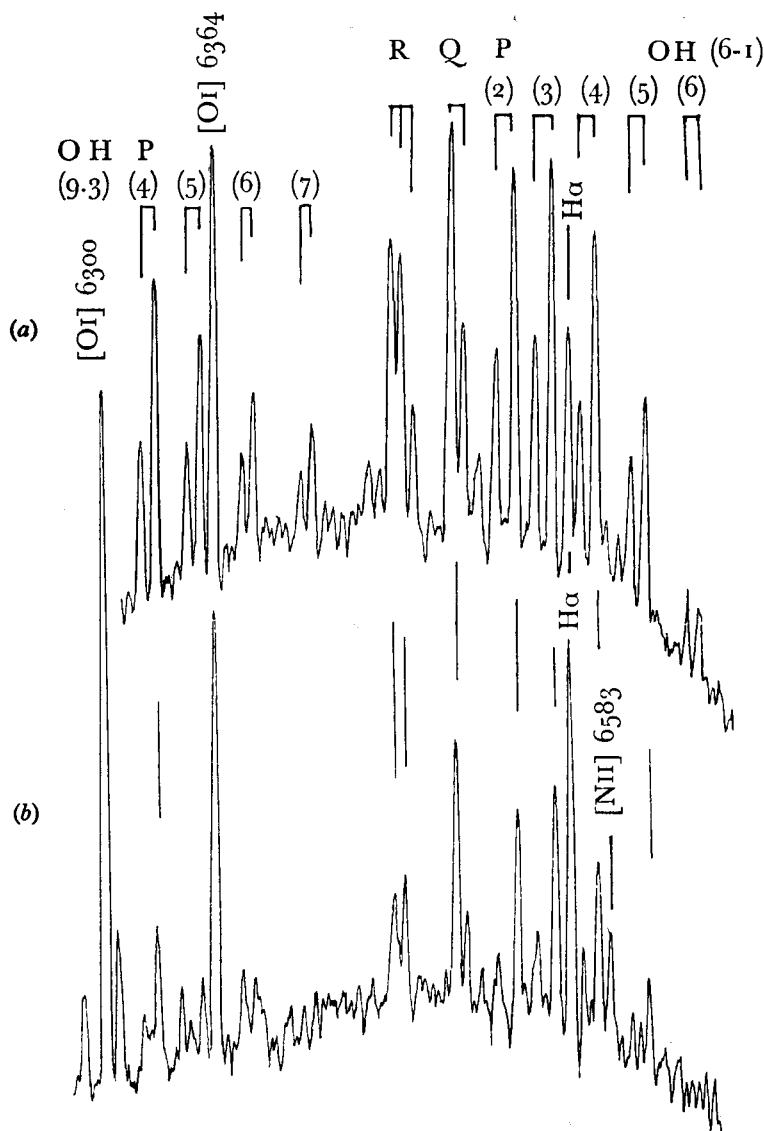


Fig. 1 (a) Spectre du 12 janvier 1961 (pose 10 heures).

(b) Spectre du 18 avril 1961 (pose 6 heures 45 minutes).

Nos observations ne montrant aucune corrélation entre l'intensité de la raie $H\alpha$ et l'agitation magnétique et l'activité solaire, il importe d'examiner la contribution possible des régions

galactiques H II qui peut être importante en raison du champ assez restreint du spectrographe à réseau. (C'est elle que nous avons invoquée pour expliquer la présence de la raie H α sur un de nos spectres du ciel à faible dispersion pris en 1949; J. Cabannes, J. Dufay et M. Dufay, *C.R. Acad. Sci. Paris*, **230**, 1233, 1950). Compte tenu de l'ouverture angulaire du collimateur et de la longueur de la fente horizontale, la région du ciel dont on photographie le spectre correspond à une aire d'un peu plus de 30 degrés-carrés ($4^{\circ}5$ en hauteur, près de 7° en azimut). Les régions H II de déclinaison comprises entre $58^{\circ}75$ et $63^{\circ}25$ peuvent donc intervenir; elles traversent le champ en un peu plus de 1 heure. (Notre spectrographe fonctionne ainsi à la manière des spectrographes nébulaires de Struve, mais avec un champ beaucoup plus étendu; *Ap. J.*, **86**, 614, 1937.)

Si les régions H II étaient, en moyenne, uniformément réparties entre deux petits cercles parallèles au plan galactique, l'intensité de la raie H α serait proportionnelle à la durée du passage dans le champ de la zone considérée. Les courbes obtenues en calculant, pour diverses époques, la durée du passage de la zone galactique comprise entre les latitudes $+10^{\circ}$ et -10° , ou $+5^{\circ}$ et -5° , ressemblent effectivement à la courbe figurant les variations de l'intensité de H α en fonction du temps: même croissance progressive de janvier à avril, même décroissance plus rapide ensuite. La durée du passage est maximum vers les 16-18 avril.

Mais le fait qu'en juillet la Voie Lactée ne passe plus dans le champ semble bien indiquer qu'à partir de cette époque la raie observée, dont l'intensité paraît alors stable, est uniquement d'origine atmosphérique ou géocoronale.

Les régions H II brillantes et étendues susceptibles de passer dans le champ sont en nombre restreint: il s'agit principalement du groupe de nébulosités voisines de NGC 7635 ($\alpha \approx 23^{\text{h}}18^{\text{m}}$, $\delta \approx +60^{\circ}49'$, 1961.0), de IC 1805 ($\alpha = 2^{\text{h}}31^{\text{m}}$, $\delta = +61^{\circ}20'$) et IC 1848 ($\alpha = 2^{\text{h}}54^{\text{m}}$, $\delta = +61^{\circ}18'$). Le premier groupe intervient de janvier jusqu'à la fin d'avril, IC 1805 de février au début de juin, IC 1848 de mars jusque vers le 15 juin. La durée du passage des 3 régions H II atteint son maximum en mars et en avril. A temps de pose constant leur influence serait sensiblement la même durant ces deux mois. Mais les poses duraient environ 9 heures en mars et 6.5 heures seulement en avril. Par suite l'intensité de la raie H α reçue pendant la durée constante du passage des nébuleuses, doit devenir plus grande par rapport aux autres émissions nocturnes, quand la durée totale de la pose est réduite.

Une vérification intéressante peut être fournie par la mesure de la vitesse radiale de la raie H α , mais nos clichés ne permettent pas de la déterminer avec précision. Les mesures paraissent cependant significatives lorsque la raie est assez forte. Ainsi nous trouvons respectivement le 16 et le 18 avril $V_r = -23$ et $V_r = -18$ km/s, avec une erreur certainement inférieure à ± 10 km/s. Courtès (*Ann. Ap.*, **23**, 115, 1960) a mesuré, par interférences, la vitesse radiale héliocentrique de H α dans IC 1805 et IC 1848: -48.0 et -32.8 km/s. Compte tenu du mouvement orbital de la Terre, ces valeurs conduisent pour le 18 avril aux vitesses radiales géocentriques -37.2 et -19.5 km/s, avec lesquelles nos mesures s'accordent assez bien.

Deux spectres de février et trois spectres de juillet, où la raie H α est faible, et les mesures incertaines, nous donnent au contraire des vitesses radiales sensiblement nulles: -6 km/s et -4 km/s, avec une incertitude d'au moins ± 10 km/s, comme si la composante atmosphérique ou géocoronale de H α était alors prépondérante.

L'interprétation des spectres publiés par Kvitte (*loc. cit.*) confirme d'une manière tout à fait probante la contribution des régions H II. Ses poses ont été faites à Ås, Norvège (latitude N. $59^{\circ}40'$, longitude E. 43^{m}), dans des azimuts et à des hauteurs variés, en projetant au moyen d'un objectif à court foyer, l'image du ciel sur la fente verticale du spectrographe immobile, (dispersion 35 \AA/mm). Les indications données par l'auteur permettent en général d'identifier les régions du ciel observées.

Parmi les 8 clichés reproduits, deux montrent la raie $H\alpha$ forte sur toute la hauteur de la fente, la première avec une condensation locale marquée, où $[N II] 6583$ est aussi renforcée. Pendant la seconde moitié de cette pose (no. 3, 20 janvier 1958, durée 2^h30^m), la région d'Orion, couverte de plages d'émission est passée dans le champ et la condensation peut correspondre à la grande nébuleuse. Pendant la pose no. 4 (21 janvier 1958, durée 5^h10^m), la Voie Lactée était presque constamment dans le champ, en particulier au Nord de α Cygni (avec la nébuleuse América NGC 7000) où les régions H II sont aussi très brillantes et étendues.

Un troisième cliché (no. 1, 16 janvier 1958, pose 10 heures) où la raie $H\alpha$ est faible sur presque toute la hauteur de la fente, montre un renforcement très localisé mais très intense de $H\alpha$, $[N II] 6583$ et $[N II] 6548$. La Voie Lactée a traversé le champ pendant peu de temps dans la région d'Orion.

Un spectre (no. 8, 16 février 1958, pose 7^h15^m), dont la définition est particulièrement bonne, présente au contraire une raie $H\alpha$ très faible (plus faible que la raie $P_2(4)$ de la bande OH (6,1)). Il a été pris entièrement hors de la Voie Lactée.

Les 4 autres spectrogrammes, où l'intensité de $H\alpha$ est tantôt comparable à celle de $P_2(4)$, tantôt à celle de $P_1(4)$, correspondent soit à des poses faites à des latitudes intermédiaires, soit à des poses où des régions galactiques souvent pauvres en émission, sont passées rapidement dans le champ.

Nous avons entrepris de répéter ces observations, en projetant l'image du ciel, avec un objectif de courte longueur focale, sur la fente de notre spectrographe, monté sur une table équatoriale qui suit le mouvement diurne. Les deux premiers spectres obtenus ainsi en visant près de α Cygni (6 et 7 août 1961) montrent très nettement la raie $H\alpha$ et la raie N II 6583 localisée aux environs de la nébuleuse América. $H\alpha$ est beaucoup plus forte que les raies atmosphériques $[O I] 5577$ et 6300 \AA qui s'étendent uniformément sur toute la longueur de la fente. La durée des poses (4^h45^m) était trop courte pour faire apparaître, près du zénith, les bandes de OH et — a fortiori — la raie $H\alpha$ si elle est aussi émise dans la haute atmosphère.

En résumé, les importantes variations d'intensité de la raie $H\alpha$, observées en Haute Provence, de janvier à juillet 1961, en visant à 15° de l'horizon nord, doivent être attribuées essentiellement au passage de régions H II dans le champ du spectrographe et l'attention des géophysiciens doit être attirée sur la contribution des émissions galactiques, qui dépend naturellement de la région visée, mais aussi de l'ouverture relative du collimateur du spectrographe.

Il n'est donc pas encore possible de se prononcer sur l'importance réelle des variations propres de la raie $H\alpha$ atmosphérique ou géocoronale, dont l'existence est par ailleurs bien confirmée par les poses faites hors de la Voie Lactée.

Le rapport des intensités de la raie près de l'horizon et près du zénith (en dehors de toute région H II) pourra renseigner sur l'altitude de cette émission. Les premières observations seraient en faveur d'une origine atmosphérique plutôt qu'interplanétaire ou même géocoronale.

La covariance des raies $H\alpha$ et $[N II] 6583 \text{ \AA}$ s'explique aisément si cette dernière ne provient que des régions H II, où elle accompagne habituellement $H\alpha$. Mais on ne sait pas encore si les raies interdites de N II sont émises ou non, avec une faible intensité, dans la haute atmosphère.

ON INVESTIGATIONS OF THE INTENSITY OF THE OH BANDS, OH ROTATIONAL TEMPERATURE AND $H\alpha 6562 \text{ \AA}$ EMISSION LINE IN THE NIGHT AIRGLOW

L. M. Fishkova

Observations of airglow had been systematically carried out at the Abastumani Astrophysical Observatory (of the Georgian Academy of Sciences) during 1953-60. (1,2).

Electro-photometric observations of the OH emission were carried out in near infra-red (9000–10550 Å). The total absolute intensity of the OH bands (8–4), (3–0), (9–5), (4–1) in kilo-rayleighs (kR) was measured. This intensity changed considerably during the period of investigation from minimum value ~ 9 kR (March 1954) to maximum value 38 kR (November 1958) and its mean value was equal to 19.5 kR. Seasonal variations of intensity of the OH bands were observed with the greatest maximum in November, and some maxima, with smaller amplitude, having a tendency to appear in July, August or September. The minimum of OH emission takes place in March, April or May. The seasonal variations of intensity have the character of sharp emission flashes, occurring at the same time of every year.

A connection of the intensity of the OH emission (I_{OH}) with solar activity was detected. (From January 1953 to December 1960, I_{OH} was changing parallel to solar activity; at the time of minimum (1954–5), the mean annual value of the total absolute intensity of the OH bands (8–4), (3–0), (9–5), (4–1) was 15 kR and at the time of maximum (1958–9) it was 23.6 kR).

(In the years of minimum solar activity the seasonal variations are smoother, the minimum in April and the maximum in November appearing quite distinct; in the years of maximum solar activity great perturbations are observed, many additional maxima appear but the November maximum is as usual the largest).

The seasonal variations of OH rotational temperature (T_{OH}) were obtained. (The mean value of T_{OH} for Abastumani ($\phi = 41^\circ 45' N.$) during 1958–60 was equal to $240^\circ \pm 10^\circ K.$ T_{OH} had a minimum in summer ($220^\circ K$) and reached a maximum value in November ($290^\circ K$); the latter coincided with the main seasonal maximum of intensity of the OH bands. In summer, T_{OH} is low and the dependence between T_{OH} and I_{OH} is absent. But when $T_{OH} < 250^\circ K$, I_{OH} depends on T_{OH} and a linear dependence between $\log I_{OH}$ and $1/T_{OH}$ is observed.

The activation energy for the reaction working in this case was calculated from the slope of the straight line ($\log I_{OH}$, $1/T_{OH}$) and found to be 2.2 ± 0.6 kcal/mol. This value is close to the activation energy of the ozone-hydrogen reaction. It is possible that this reaction is mainly responsible for the November maximum of the OH emission.

The ratio of the intensity of the OH bands, OH(9–3)/OH(6–1), has been measured. This ratio decreases from a value ~ 2.0 in January 1958 to a value ~ 0.8 in May 1959.

The variations of 6562 Å H I narrow-line intensity in the airglow spectrum during 1958–60 were investigated. This line is always present in the airglow spectrum, but its intensity changes considerably during the year. At the direction of observations $z = 67^\circ N.$, H α intensity is minimum in winter ($\sim 2 R$) and maximum in summer, in July (20–30 R).

From simultaneous observations in two directions, $z = 70^\circ N$ and $z = 20^\circ S.$, a value of the ratio $I_{H\alpha}(70^\circ) / I_{H\alpha}(20^\circ) = 1.73 \pm 0.14$ was obtained. This result is in good accordance with the hypothesis of narrow H α origin in the airglow spectrum, as a result of resonance scattering of the solar L α in the geocorona and in the upper atmosphere at altitudes of 80–120 km, and also with L α –isophotes obtained from rocket measurements.

If one excludes the November data (maximum OH) and July data (maximum H α), then a noticeable correlation between $I_{H\alpha}$ and I_{OH} is observed.

REFERENCES

1. Fishkova, L. M. *Bull. Abastumani Astrophys. Obs.*, No. 19, 1955.
2. Fishkova, L. M. and Markova, G. V. *Bull. Abastumani Astrophys. Obs.*, No. 24, 1959. "Spectral, Electro-photometrical and Radar Researches of Aurorae and Airglow," Academy of Sciences of the U.S.S.R., Moscow, No. 2–3, 1960 and No. 6, 1961. *Doklady Acad.Sci. U.S.S.R.*, 134, no. 4, 1960.