

54603 B
PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologna - FR. KILIAN'S NACHF, Budapest - F. ROUGE & Cie, Lausanne - F. MACHADO & Cia, Porto - ROBERT MÜLLER, Berlin - G. E. STECHERT & Co., New York - THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

“SCIENTIA,,

REVUE INTERNATIONALE DE SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE

Directeur: PAOLO BONETTI.

Bureaux de la Revue: ASSO (Como, Italie)

1950

Sixième Série

44ème Année

UNIVERSITÉ DE LIÈGE (Belgique)

P. SWINGS

INSTITUT D'ASTROPHYSIQUE

Collection n° 1000 in 8

AÉROPHYSIQUE ET ASTROPHYSIQUE

Extrait de «Scientia» - Juillet 1950

“SCIENTIA,,

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion vraiment mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthèse et d'unification du savoir traitant par ses articles les problèmes les plus nouveaux et les plus fondamentaux de toutes les branches de la science: philosophie scientifique, histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, sciences biologiques, physiologie, psychologie, histoire des religions, anthropologie, linguistique; articles qui ont constitué parfois de véritables enquêtes, comme celles sur la contribution que les différents peuples ont apporté au progrès des sciences: sur la question du déterminisme; sur les questions physiques et chimiques les plus fondamentales et en particulier sur la relativité, sur la physique de l'atome et des radiations; sur le vitalisme. «Scientia,, étudie ainsi tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

«Scientia» publie les articles dans la langue de leurs Auteurs et à chaque fascicule est joint un Supplément contenant la traduction intégrale française (italienne de 1941 à 1944) des articles qui sont publiés, dans le texte, dans une langue différente.

ABONNEMENT ANNUEL: U. S. A. dollars 9.00

(ou somme équivalente en autre monnaie)

Années offertes

Nous offrons à Lires 5400 les années 1941, 1942 et 1943; à Lires 4736 les années 1928, 1937; à Lires 2754 les années: 1914, 1922, 1939; à Lires 2406 les années 1910, 1915, 1916, 1923, 1926, 1929, 1935, 1938, 1940; à Lires 1947 les années 1911, 1912, 1913, 1921, 1924, 1925, 1931, 1932, 1933, 1934, 1936; à Lires 1680 les années 1944, 1945, 1946; à Lires 3375 les années 1947 et 1948; à Lires 3881 l'année 1949.

On est prié d'adresser les commandes et les paiements à l'Administration Centrale de «Scientia,, - 4, Via Roncaglia, ASSO (Como, Italie). À chaque commande ajouter pour frais de poste, Lires it. 160,—, pour chaque année.

TIPO-LIT. TUR. GOMBARO & C. - MILANO



7. 27797

54603 B

(2)

peut
diale.

de :

)
m)
iseau)
tmore)
urgh)
gh)
ig)
is)
s)
urestli)
is)
s)
illes)
vich)

ingen)
mbridge)
ford)
bridge)
ou)
nes)
r)
in)
bia, U.S.A.
is)
Roma)
Padova)
)
fors)
illes)
s)
olm)
en)

)
a)
orino)
Frenzer)
ireal)
dova)
(Catania)
va)

(Kopenha-

rela)
ilano)
scou)
sseldorf)

dean)
n)
s(Frankfurt
aven)
no)
no)
na)
)
itpellier)
s(London)
on)
burg)
hen)

n)
(London)
n)
sge)
ugrad)
(Potsdam)
(Berlin)
Frankfurt a.

o)
nze)
rd)

ansanne)
s)
oll)
York City)
(Madrid)
lington)
ilonse)
oration).

AÉROPHYSIQUE ET ASTROPHYSIQUE

L'astrophysique présente de nombreux problèmes semblables à ceux qui concernent la physique de la haute atmosphère terrestre. L'auteur considère successivement les phénomènes géophysiques suivants et leurs analogues en Astrophysique: la fluorescence crépusculaire, les émissions du ciel nocturne, l'excitation des aurores polaires, la stratification ionosphérique et la distribution globale.

Le chapitre de la Géophysique qui concerne la haute atmosphère terrestre (l'« Aérophysique ») présente une importance pratique considérable pour la propagation des ondes radio-électriques et pour les nouvelles techniques militaires. D'ailleurs, il est bien connu que les couches ionosphériques résultent de l'action du rayonnement solaire sur la haute atmosphère terrestre: à ce titre déjà, l'aérophysique présente un point de contact intime avec l'astrophysique. Dans la note actuelle, je voudrais indiquer quelques autres analogies entre l'aérophysique et l'astrophysique.

La terre n'est qu'une planète parmi d'autres planètes, certaines plus grosses et plus massives, d'autres moins volumineuses. L'atmosphère de la terre, tout comme celle des autres planètes, est exposée au rayonnement solaire. Il est évident que l'interprétation des phénomènes planétaires doit progresser considérablement par comparaison avec les observations et théories relatives à la terre et, vice versa, le géophysicien peut apprendre beaucoup de l'astrophysicien. En fait, le météorologiste, l'aérophysicien et l'astrophysicien ont tant de problèmes d'intérêt commun que leur collaboration doit nécessairement être extrêmement fructueuse. Ce fait est illustré de manière frappante par le succès remporté par le symposium organisé en septembre 1947 à l'Observatoire Yerkes de l'Université de Chicago, au cours duquel des géologues, physicochimistes, météorologistes, aérophysiciens et astrophysiciens discutèrent les atmosphères de la terre et des planètes.¹

Je ne compte pas ré-examiner ici ces questions communes aux diverses atmosphères planétaires. Plutôt, je voudrais indiquer quelques analogies, rarement mentionnées, entre la haute atmosphère terrestre, les comètes, les étoiles à atmosphère étendue et la matière interstellaire.

Nos connaissances relatives à la haute atmosphère terrestre résultent en grande partie, d'observations spectroscopiques ou photométriques du crépuscule, du ciel nocturne et des aurores polaires. De nombreux chercheurs se sont attachés à ces observations et à leur interprétation, au cours des dix dernières années. Nous sommes encore loin de posséder une explication complète des phénomènes observés; d'ailleurs, de nombreuses observations sont encore désirables.²

¹ Les rapports présentés à ce symposium ont été publiés dans le volume intitulé «The Atmospheres of the Earth and Planets», édité par G. P. Kuiper (The University of Chicago Press, 1949).

² Pour un exposé détaillé de cette question, voir le chapitre VI de l'ouvrage indiqué la référence (1).



Les radiations caractéristiques du rayonnement crépusculaire sont celles du sodium (doublet D) et de la molécule ionisée d'azote (N_2^+) (bandes négatives de l'azote). Il ne semble plus guère y avoir de doute que ces radiations soient excitées par fluorescence directe, due au rayonnement solaire. On ne peut s'empêcher de comparer une telle émission fluorescente crépusculaire à l'émission du doublet du sodium et à celle des bandes du cyanogène et d'autres molécules dans les têtes de comètes. Dans les deux cas, on a affaire à une excitation directe par la lumière solaire, excitation non perturbée de façon appréciable par les collisions, étant donné les basses pressions régnant dans les régions considérées de la terre ou des comètes. Dans les spectres cométaires, le mécanisme d'excitation par fluorescence se révèle sans équivoque, par la distribution d'intensité au sein des raies de rotation de la bande violette principale du cyanogène. Cette distribution est, en effet, très différente des distributions observées en laboratoire, mais s'explique fort bien par l'influence des raies d'absorption du spectre solaire. Dans le cas du spectre crépusculaire, une telle démonstration du mécanisme d'excitation, basée sur le profil de rotation de la bande de N_2^+ , n'a pas encore été obtenue: elle requiert une résolution spectrale plus élevée que celle dont on a disposé jusqu'à présent pour ces observations.

La fluorescence crépusculaire présente aussi des analogies avec les effets de fluorescence atomique ou moléculaire observés dans les nébuleuses ou étoiles anormales (raies de OIII, NIII, OI, HeII, etc...; bandes de Al O dans Mira Ceti). Dans tous ces cas — haute atmosphère terrestre, comètes, nébuleuses, étoiles anormales — une source excitatrice (soleil, noyau de nébuleuse, étoile sous-jacente) provoque dans une masse gazeuse de faible densité, un phénomène simple de fluorescence. En laboratoire, les spectres moléculaires de fluorescence sont parfois bien plus difficiles à interpréter, à cause des effets de collision.

Le ciel nocturne révèle les raies interdites de l'atome d'oxygène neutre (OI), le doublet D du sodium (NaI), des bandes permises de la molécule d'azote (N_2) et des bandes interdites des molécules d'azote (N_2) et d'oxygène (O_2). L'interprétation des observations est encore loin d'être complète. Il est généralement admis que les émissions observées sont, au moins en partie, dues à des recombinaisons d'atomes, ces derniers résultant de la photodissociation de molécules durant le jour, par rayonnement solaire. Les raies de Na et de [OI] observées dans le ciel nocturne se retrouvent dans certaines étoiles à atmosphères étendues, mais les processus d'excitation sont probablement différents. Dans les enveloppes stellaires, il existe une excitation par rayonnement des couches stellaires plus profondes; au contraire, au milieu de la nuit, le soleil ne peut plus causer d'excitation radiative directe de notre atmosphère. Quant aux bandes interdites de N_2 et O_2 du ciel nocturne, on ne les retrouve dans aucun astre: il existe certainement, dans la haute atmosphère terrestre non exposée au soleil, un mécanisme spécial d'excitation. Plusieurs processus ont été proposés; ils sont généralement basés sur des transferts d'énergie lors de collisions triples ou doubles, avec conversions d'énergie de dissociation ou ionisation en énergie d'excitation.

Dans le cas des nébuleuses et étoiles à atmosphère étendue, on a beaucoup étudié la recombinaison des ions et électrons. C'est de cette façon

que sont expliquées la plupart des raies permises qui ne sont pas excitées par fluorescence. La composition chimique de la haute atmosphère terrestre est plus simple que celle d'une enveloppe de nébuleuse ou d'étoile. D'ailleurs, les ions négatifs jouent un rôle plus important dans notre haute atmosphère que dans les étoiles. Il n'empêche qu'il existe d'importantes analogies entre les deux phénomènes.

Le spectre des aurores polaires varie de façon appréciable avec l'altitude de la couche émettrice. Les émissions caractéristiques sont celles des atomes neutres d'oxygène et d'azote (transitions permises et interdites), les bandes permises des molécules N_2 et N_2^+ et certaines bandes interdites de N_2 (bandes de Vegard-Kaplan). Il arrive que les raies de Balmer (H_α , H_β , H_γ) de l'hydrogène apparaissent de même que des raies de l'hélium neutre HeI. Il semble aussi que des bandes permises de la molécule ionisée d'oxygène O_2^+ soient présentes.

L'interprétation des spectres auroraux reste encore problématique en de nombreux points importants, mais on est généralement d'accord pour reconnaître que l'excitation résulte de collisions avec des corpuscules émis par le soleil ou avec des électrons secondaires libérés par les corpuscules émis par le soleil. On n'est pas d'accord sur la nature des corpuscules primaires (électrons ou protons ou autres noyaux atomiques), ni sur le rôle exact des électrons secondaires. Mais il ne reste guère de doute qu'on ait affaire à une excitation par collisions. Ainsi donc, nous avons dans le cas des aurores polaires, un phénomène semblable à celui qui provoque l'émission des raies atomiques interdites (et parfois aussi des raies permises) au sein des nébuleuses, étoiles à atmosphère étendue et novae. En fait, certaines théories développées pour interpréter les raies interdites des nébuleuses et novae peuvent être appliquées sans grand changement au cas des aurores polaires. Il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine.

La haute atmosphère terrestre révèle une stratification très nette, caractérisée par les couches ionosphériques E, F_1 et F_2 . Les comètes, les nébuleuses et les étoiles à atmosphère étendue présentent également une stratification qui, sans être toujours aussi nette que dans le cas de la terre, n'en est pas moins importante. Dans les têtes de comètes, les diverses molécules ont des distributions fort différentes; toutefois, l'interprétation de ces extensions n'est pas la même que dans le cas de l'ionosphère. Au contraire, les effets de stratification dans les nébuleuses ou étoiles à enveloppe sont dus à un phénomène tout à fait semblable à ce qui se passe dans la haute atmosphère. Le rayonnement excitateur (soleil, noyau de nébuleuse, couches stellaires sous-jacentes) est progressivement « filtré » au fur et à mesure de sa pénétration au sein des couches gazeuses excitées. Il en résulte des variations de dissociation et d'ionisation du gaz excité. En astrophysique, les travaux de B. Strömgren ont montré que, au voisinage d'une étoile chaude, il existe une région où l'hydrogène est entièrement ionisé; cette région est séparée de façon très nette de la zone extérieure où les atomes d'hydrogène sont à l'état normal. Les couches ionosphériques constituent pour l'atmosphère terrestre illuminée par le soleil, l'équivalent des zones de Strömgren en Astrophysique.

Les recherches sur la lumière du ciel nocturne et sur le spectre crépusculaire ont révélé des variations considérables d'intensité de diverses ra-

54603 B
(2)

diations d'un point à l'autre du ciel. Cette distribution « globulaire » au sein de la haute atmosphère peut être comparée à la distribution globulaire de la matière interstellaire.¹ Il est maintenant prouvé que la fumée et les gaz (atomes et molécules) sont distribués de façon très irrégulière dans l'espace interstellaire, donnant lieu à des nuages de dimensions et densités diverses. Cette conception permet de comprendre des faits d'observation qu'on ne pouvait expliquer aussi longtemps qu'on admettait que la matière interstellaire était distribuée uniformément.

Les analogies exposées ci-dessus pourraient être considérablement étendues. J'espère qu'elles suffiront à montrer la liaison étroite existant entre l'Astrophysique et l'Aérophysique ou, plus généralement, la Géophysique

Université de Liège, Institut d'Astrophysique.

P. SWINGS



¹ On peut remarquer que les phénomènes de photodissociation et photo-ionisation des molécules de la haute atmosphère et de l'espace interstellaire présentent beaucoup d'analogie.

Gemelli (Milan)
 Gemma (Bologna)
 Gentile (Milan)
 Gerasimovich
 Ghigi (Bologna)
 Ghoshal (Calcutta)
 Glahn-Ha (Paris)
 Glau (Paris)
 Giersberg (Frankfurt)
 Gifford (Wallingford)
 Giul (Rome)
 Giorgi (Rome)
 Göttrich-Aug.
 Glas-napp (Frankfurt)
 Gley (Paris)
 Goblot (Lyon)
 Goldschmidt (Frankfurt)
 Golgi (Padua)
 Gonsath (Zürich)
 Goodwin (Cambridge)
 Gortan (Bologna)
 Goudy (Oxford)
 Grätz (Munich)
 Grate E. (Wien)
 Grammont (Paris)
 Grant (Paris)
 Grant (München)
 Graziani (Napoli)
 Greaves (Göttingen)
 Gredilla (Madrid)
 Gregory, J. V.
 Gregory, T. I.
 Grizotti (Paris)
 Grobian (Potsdam)
 Guarnerio (Lyon)
 Guenther (München)
 Gulwahert (Frankfurt)
 Guillaume (Frankfurt)
 Guilleminot
 Gündert (Frankfurt)
 Guttenberg (Frankfurt)
 Güttrich (Cambridge)
 Guyot (Geneva)
 Guyot, Edouard

Weberlandt
 Haberlandt
 Hagen (Bonn)
 Hahn, E. (Frankfurt)
 Hahn, O. (Frankfurt)
 Hallauer (Frankfurt)
 Halliburton
 Halphen (Paris)
 Hammett (Frankfurt)
 Hamon (Frankfurt)
 Hampel (Frankfurt)
 Harper (Oxford)
 Hart (Sleswig)
 Hartack (Frankfurt)
 Hartmann
 Hartmann
 Hartog (Frankfurt)
 Hauser (Frankfurt)
 Haushofer
 Havot (Paris)
 Hearnshaw
 Heck (Wien)
 Hegner (Frankfurt)
 Helberg (Frankfurt)
 Hellbrunn
 Helzenber
 Henneguy
 Henschen
 Henslow C.
 Herbertson
 Herltzka
 Hertwig O.
 Hertz (Frankfurt)
 Herz (Wien)
 Hettner (Frankfurt)
 Hovey (Frankfurt)
 Hoyer (Frankfurt)
 Higgins (Frankfurt)
 Hill (London)
 Himpel (Frankfurt)
 Hingston
 Hinks (Frankfurt)
 Hirayama

Auc
 étal