

TITRES ET TRAVAUX

de

JEAN-CLAUDE PECKER

Professeur
au Collège de France

1^{er} octobre 1967

TITRES ET TRAVAUX

de

JEAN-CLAUDE PECKER

Professeur
au Collège de France

1^{er} octobre 1967

INTRODUCTION

On trouvera, dans les pages qui suivent, la liste détaillée de mes titres, une bibliographie complète et une analyse détaillée de mes travaux scientifiques. Plus bref, un aperçu des enseignements que j'ai donnés complète ces données.

On pourra s'étonner de voir qu'entre 1961 et 1967, j'ai peu publié d'articles originaux : il s'agit surtout d'une part d'articles de popularisation, et essentiellement d'articles bibliographiques, et d'autre part de thèses ou d'articles signés seulement de mes élèves, dont 5 ont soutenu leur thèse en 1967. Cette orientation différente est due principalement à la somme des charges administratives que j'ai dû accepter : la direction de l'Observatoire de Nice, et en peu de temps sa transformation, je crois, en un établissement astronomique des plus dynamiques, grâce aux équipes que j'y ai aidées ou attirées, grâce aussi aux crédits obtenus, et aux appuis de mes collègues français ; la charge (1961-1967) du secrétariat général adjoint, puis du secrétariat général de l'Union Astronomique Internationale, a aussi occupé une très importante partie de mon temps, et il est clair que cette dispersion des activités administratives est peu favorable à la poursuite de recherches d'astrophysique théorique. Je ne sais trop ce que l'avenir me réserve, mais je souhaiterais pouvoir à nouveau me livrer à la recherche active.

Il est un autre point que je voudrais ici rappeler. Si j'ai rencontré quelque succès dans ma carrière, si mes travaux ont pu se développer de façon satisfaisante, c'est grâce à ceux qui, depuis le lycée, et bien plus tard, furent mes maîtres, à ceux qui aujourd'hui sont mes collègues, mes amis, mes élèves. J'ai dit ailleurs (A 98, document joint à cette notice) ces dettes, ces amitiés. Je reste convaincu qu'il ne saurait y avoir de « chercheur isolé », et je voudrais conclure cette introduction en exprimant ma gratitude et mon amitié à tous ceux (parfois hélas ! à leur mémoire) qui m'ont entraîné dans un assaut collectif de la vérité astronomique, riche, multiple, et dont tant d'aspects restent à conquérir...

CURRICULUM VITÆ

Né à Reims (Marne) le 10 mai 1923.

Elève des lycées de Bordeaux (11ème à Math. Sup.), et Saint-Louis (Math. Spé. 1941-1942).

Etudiant à la Faculté des Sciences de Grenoble (1942-1944).

Elève de l'Ecole Normale Supérieure (octobre-décembre 1944 ; et octobre 1945 - octobre 1946).

Service militaire (janvier-octobre 1945).

Attaché de recherches CNRS (1946-1950), sous la direction de M. E. SCHATZMAN.

Chargé de recherches CNRS (1950-1952).

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand (1952-1955).

Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris, section de Meudon, Chef du Service d'Astrophysique Générale à l'Observatoire de Meudon (1955-1962).

Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, section de Meudon, Chef du Service d'Astrophysique Générale à l'Observatoire de Meudon (1962-1965).

Directeur de l'Observatoire de Nice (depuis 1962).

Professeur au Collège de France (depuis 1963).

TITRES ET GRADES UNIVERSITAIRES

Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure (promotion 1942).

Licencié ès Sciences Mathématiques (1943).

Licencié ès Sciences Physiques (1945).

Diplôme d'Etudes Supérieures de Sciences Physiques (1945).

(C'est à l'Université de Grenoble qu'en raison des circonstances créées par l'occupation allemande, j'ai obtenu ces licences et le DES).

Agrégé des Sciences Physiques (1946).

Docteur ès Sciences Physiques (1950).

DISTINCTIONS HONORIFIQUES

Médaille d'argent du CNRS (1956).

Prix F. FORTHUNY de l'Académie des Sciences (1958).

Médaille de l'Université de Liège (1959).

Chevalier des Palmes Académiques (1959).

Médaille de l'Université Libre de Bruxelles (1962).

Prix Stroobant de l'Académie Royale de Belgique (1965).

Officier des Palmes Académiques (1966).

Prix Manley-Bendall (Astronomie) de l'Académie Nationale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux (1966).

Chevalier de la Légion d'Honneur (1967).

Médaille Janssen de la Société Astronomique de France (1967).

Membre correspondant de la Société Royale des Sciences de Liège (1967).

RESPONSABILITES DIVERSES

1. NATIONALES

Membre du Conseil des Observatoires (depuis 1962).

Membre du comité de lecture du *Journal des Observateurs* (1962-1966).

Membre du comité de lecture du *Bulletin Astronomique* (1962-1966).

Membre du comité de lecture des *Notes et Informations de l'Observatoire de Paris* (1962-1966).

Rédacteur en Chef des *Annales d'Astrophysique* (1957-1962).

Membre du Conseil de Direction de l'Institut d'Astrophysique (depuis 1962).

mbre du Conseil de Direction de l'Observatoire de Haute-Provence (depuis 1962), et, ex-officio, *du Comité de Lecture des Annales d'Astrophysique* (depuis 1962).

Membre (1959, 1960, 1961) du sous-comité chargé de la rédaction du *Rapport de Conjoncture du CNRS* (section Astronomie).

Membre de la *Commission d'Astronomie, Astrophysique et Géophysique du CNRS* (1964-1966).

Conseiller (commissions solaires) du *Comité National Français d'Astronomie*, et à ce titre, co-responsable des groupes *Soleil et Atmos* (1957-1964).

Agent de liaison entre le CNFA et la commission 5 de l'UAI (depuis 1967).

Membre du sous-comité des programmes scientifiques du comité français des recherches spatiales (1960-1962) devenu *Comité des Programmes Scientifiques du CNES* (depuis 1962).

Membre du *Comité des Sciences de la RTF* (1958).

Membre de l'*Advisory Board of the French Bibliographical Digest* (1955).

Membre du *Conseil du Palais de la Découverte* (1960-1966).

Membre du Conseil de la Société Astronomique de France (1956-1959, 1960-1963, 1965-1967).

Membre du Conseil de la Société Française de Physique (1960-1963).

Membre du comité permanent du MNDS pour les observatoires (1957-1961).

Membre du comité de rédaction de la revue « l'Enseignement des Sciences » (1959-1961).

2. INTERNATIONALES

Secrétaire Général adjoint de l'Union Astronomique Internationale (1961-1964).

Secrétaire Général de l'Union Astronomique Internationale (1964-1967).

Conseiller du Comité Exécutif de l'Union Astronomique Internationale (1967-1970).

Membre du Comité Exécutif du Conseil International des Unions Scientifiques (1964-1967).

Membre des Commissions suivantes de l'Union Astronomique Internationale :

5 - *Notations, Bibliographie* (depuis 1960)

12 - *Radiation solaire* (depuis 1958)

13 - *Eclipses de soleil* (1952-1958)

36 - *Spectrophotométrie* (1955-1958)

36 a - *Line intensities standards* (1955)

36 b, rénumérotée 29 a, puis devenue commission 36 - *Théorie des atmosphères* (depuis 1952)

44 - *Recherches spatiales* (depuis 1960)

Président du sous-groupe IV (Data Center) du groupe scientifique et technique du COPERS (1961).

Président du groupe « ad hoc » D (Astronomie) de l'ESRO (1962-1963).

« *Adjoint fellow* » du *Joint Institute for Laboratory Astrophysics (JILA), Boulder, Colo., USA* (depuis 1961).

MISSIONS DE LONGUE DUREE ET FONCTIONS EXERCEES A L'ETRANGER

- Septembre 1947 : Observatoire du Jungfrauoch (Suisse).
- Mai-septembre 1948 : Observatoire d'Utrecht (Pays-Bas), séjour sous l'égide de l'UNESCO.
- Septembre-octobre 1949 : Observatoire de Copenhague (Danemark).
- Janvier-mars 1952 : séjour à Khartoum (Soudan) pour l'étude de l'éclipse de soleil.
- Avril 1953 : Observatoire d'Asiago (Italie).
- 1953-1954 (un an) : High Altitude Observatory (Boulder, Colorado, USA).
- Février-avril 1957 : Harvard College Observatory (Mass., USA).
- Mai 1957 : Sacramento Peak Observatory (New-Mexico, USA).
- Juin-août 1957 : High Altitude Observatory (Boulder, Colorado, USA).
- 1959-1960 : Professeur à l'Université d'Istanbul (Turquie).
- Août 1961 : High Altitude Observatory (Boulder, Colorado, USA).
- Août 1962 : Union Soviétique (Arménie, Crimée).
- Septembre 1962 : Observatoire d'Istanbul (Turquie).

CONGRES ET COLLOQUES SCIENTIFIQUES

- PARIS, 1949 : Hydrodynamique à l'échelle cosmique (symposium UAI-IUTAM).
- AMSTERDAM, 1950 : Spectroscopie aux hyperfréquences (symposium IUPAP).
- ROME, 1952 : VIII^e Assemblée Générale de l'UAI.
- PARIS, 1953 : Classification spectrale (colloque CNRS).
- LIEGE, 1953 : Composition chimique des astres (colloque annuel de Liège).
- NASHVILLE, Tenn., USA, 1953 : Congrès de l'American Astronomical Society.
- ANN ARBOR, Mich., USA, 1954 : Congrès de l'American Astronomical Society.
- DUBLIN, 1955 : IX^e Assemblée Générale de l'UAI.
- LIEGE, 1956 : Les molécules dans les astres (colloque annuel de Liège).
- CAMBRIDGE, Mass., USA, 1957 : Hydrodynamique à l'échelle cosmique (symposium UAI-IUTAM).
- MOSCOU, 1958 : X^e Assemblée Générale de l'UAI.
- PARIS, 1959 : Recherches galactiques et extragalactiques (colloque CNRS).
- BRUXELLES, 1959 : Sous-commission 29 de l'UAI (colloque UAI).
- LIEGE, 1959 : La zone convective des étoiles (colloque annuel de Liège).
- MEUDON, 1960 : Sous-commission 29 a de l'UAI (colloque UAI).
- PARIS, 1960 : Colloque organisé par le groupe Soleil du CNFA.
- LIEGE, 1960 : Le spectre UV des étoiles (colloque annuel de Liège).
- VARENNA, 1960 : Hydrodynamique des atmosphères stellaires (symposium UAI-IUTAM).
- PIC-DU-MIDI, 1960 : Réunion du groupe Soleil du CNFA.

MEUDON, 1961 : Colloque organisé par le groupe Soleil du CNFA.

CERISY, 1961 : La vie dans l'Univers (décades de Cérisy).

BERKELEY, 1961 : XI^e Assemblée Générale de l'UAI.

CLOUDCROFT, New-Mexico, USA, 1961 : Couronne solaire (symposium UAI).

WASHINGTON, 1962 : Congrès du COSPAR.

PARIS, 1962 : Colloque du CNFA.

LIEGE, 1962 : Les planètes (colloque annuel de Liège).

HERSTMONCEUX, Grande-Bretagne, 1962 : Problèmes de transfert (colloque de la commission 36 de l'UAI).

OBSERVATOIRE DE CRIMEE, 1962 : Les étoiles non stables.

LONDRES, 1962 : Expériences astronomiques en fusées et satellites (colloque ESRO).

VARSOVIE, 1963 : Congrès du COSPAR.

UTRECHT, 1963 : The solar spectrum.

SAINT-MICHEL L'OBSERVATOIRE, 1963 : Novae, novoïdes (colloque CNRS).

CAMBRIDGE, Mass., USA, 1964 : First Harvard Smithsonian Conference on stellar atmospheres.

HAMBOURG, 1964 : XII^e Assemblée Générale de l'UAI.

CAMBRIDGE, Mass., USA, 1965 : Second Harvard Smithsonian Conference on stellar atmospheres.

NICE, 1965 : Problèmes modernes de physique solaire (colloque ESRO).

NICE, 1965 : L'organisation des écoles d'été UAI-UNESCO (réunion de la commission 46 de l'UAI).

NICE, 1965 : Cosmical gas dynamics (symposium UAI).

HEIDELBERG, 1966 : Blanketing effect (colloque de la commission 36 de l'UAI).

NICE, 1966 : Physique solaire spatiale (Service d'Aéronomie du CNRS).

UTRECHT, 1967 : Study week on solar photosphere and low chromosphere.

PRAGUE, 1967 : XIII^e Assemblée Générale de l'UAI.

TRAVAUX DE RECHERCHE

Mes recherches ont été orientées principalement sur les études de méthodologie en astrophysique théorique, et se sont étendues accessoirement par l'étude de cas particuliers (soleil, étoiles, milieu interstellaire), en me donnant parfois l'occasion de recherches expérimentales spéciales. C'est aussi dans cette direction et vers les applications des méthodes mises au point que j'ai dirigé mes étudiants. On peut décrire brièvement ces recherches comme suit :

I. - FORMATION DU SPECTRE CONTINU ET THEORIE DU TYPE SPECTRAL.

1. SYNTHÈSE DES MODÈLES.

a) La prédiction du spectre continu repose avant tout sur la construction de modèles d'atmosphères. Les modèles « gris » (absorption indépendante de la longueur d'onde) ne conviennent pas bien dans le cas des étoiles chaudes ; ils conduisent à des températures superficielles trop élevées. Après l'étude de diverses méthodes (A 7, A 15), j'ai, pour la première fois (A 5), appliqué une méthode (due dans son principe à STRÖMGREN) destinée à tenir compte de l'existence d'un coefficient d'absorption dépendant de la longueur d'onde, et capable en principe de permettre une solution exacte. Le résultat, pour les étoiles B, a fourni de nouvelles valeurs des rapports T_o / T_{eff} et des corrections bolométriques (A 15, A 17). Toutefois, de nombreuses itérations étaient encore nécessaires avant la convergence ; une méthode nouvelle a été plus récemment proposée (A 67, A 70). Sous ma direction, M. P. FEAUTRIER a attaqué à nouveau ce problème grâce à l'outil nouveau que sont les machines à calculer électroniques ; il y a consacré plusieurs publications, et l'essentiel de sa thèse, en cours d'achèvement. J'ai rédigé un article très exhaustif sur l'ensemble de cette question, pour « Annual Review », à jour en 1965 (A 106).

b) Ces recherches sur les modèles d'atmosphères ont eu des sous-produits intéressants. Tout d'abord, des tables d'ionisation

ont été calculées (**A 34**) ; quelques résultats généraux ont été obtenus : ils concernent l'explication du fait que le rapport T_o / T_{eff} dépend peu de la gravité (**A 8**), et celle de l'inversion des températures de couleur, mesurée pour les étoiles B1-B2, par divers auteurs, et dont l'explication restait mystérieuse (**A 13**).

c) Les applications précises se sont limitées au cas cité des étoiles B. Mais ces problèmes soulèvent aussi la question du calcul des flux observables d'un modèle donné, de façon à les comparer avec les données de l'expérience. Il s'agit de calculer des quantités définies assez bien pour que la comparaison ait un sens (couleur, discontinuité de Balmer...). J'ai précisé quelles règles il importe de suivre (**A 49**), et appliqué ces règles, en collaboration avec R. CANAVAGGIA, au cas des Céphéides (**A 25, A 28, A 30, A 32, A 46, A 50, A 53, A 62**). Les résultats obtenus sont surprenants : le rayon de l'étoile tel qu'il peut se déduire de l'interprétation des mesures spectrophotométriques, ne varie pas, au cours de la période, de la même façon que le rayon déduit des mesures de vitesses radiales. Une discussion des méthodes classiques a de plus mis en lumière leur caractère peu rigoureux. Nos calculs, souvent cités, ont coïncidé avec une série de travaux expérimentaux et théoriques sur ces questions : le paradoxe cité ci-dessus a depuis été résolu ; notre théorie était en erreur dans la mesure où nous ne tenions pas compte des raies affectant la distribution de l'énergie dans le spectre.

d) Un test intéressant des solutions du problème de transfert radiatif est le calcul du spectre ultraviolet. J'ai indiqué les grandes lignes des méthodes de prédiction UV dans un rapport bibliographique au Colloque de Liège (**A 81**). Ces méthodes, dans le cas des étoiles B, permettent d'améliorer la prédiction de la dimension des sphères d'hydrogène ionisé de STRÖMGREN (**A 68**). Mais l'observation récente au moyen de fusées contredit la théorie. Je suis en train d'étudier ce problème : ma conclusion provisoire est que des nuages circumstellaires de poussières de dimensions déterminées (le triage étant effectué par le jeu combiné du poids et de la force de radiation) expliquent bien les phénomènes qu'il est par ailleurs difficile d'attribuer à l'absorption interstellaire ou à des ions ou molécules non identifiés de l'atmos-

phère (**A 87**). Cette question a fait l'objet, sous ma direction, de la thèse de C. GUILLAUME-GREVESSE et fait actuellement l'objet de celle de J. LEFEVRE (voir ci-après § V).

Dans cet ordre d'idées, de nouvelles mesures du rayonnement UV du soleil sont nécessaires; en collaboration avec J. BLAMONT, j'ai proposé une expérience relative à l'assombrissement dans le spectre continu du soleil, mesuré à partir d'une fusée Véronique, de façon à mettre en évidence les absorbants UV (2000-3000 Å) dans l'atmosphère solaire (**A 80**).

e) Les problèmes de transfert peuvent parfois être compliqués par la non-isotropie de la fonction-source du rayonnement, dans le cas où la diffusion joue un rôle important. J'ai établi (**A 15**) un certain nombre de relations fondamentales dans ces cas-là. Un cas particulier est celui de la polarisation au bord d'un disque stellaire. J'en ai fait une théorie détaillée dans le cas solaire, théorie qui a permis l'interprétation des mesures de Lyot (**A 6, A 16**). DOLLFUS et LEROY ayant publié des mesures très améliorées, S. DÉBARBAT, sous ma direction, a généralisé ma méthode, mais des difficultés liées à l'incertitude sur la structure de la chromosphère ont retardé l'achèvement de ce travail, que j'espère néanmoins proche.

f) Ce qui précède concerne principalement l'équilibre radiatif. Mais on sait que les mouvements convectifs ont une grande importance à des profondeurs assez petites pour influencer le spectre. La théorie de la zone convective a été passée en revue en (**A 77**). L'influence des mouvements dans ces problèmes de transfert a été étudiée, en collaboration avec C. de JAGER (**A 21, A 22**). Des problèmes similaires ont fait l'objet, sous ma direction, de la thèse de M. JORAND et devront être repris en plus de détails (voir ci-après § VII, 1).

2. ANALYSE DES DONNÉES : MÉTHODES INDUCTIVES.

Il m'a toujours paru important de rester le plus près possible des données expérimentales. Aussi la théorie même des méthodes inductives d'analyse des spectres m'a-t-elle attiré.

J'ai essayé (sans beaucoup de succès !) (**A 14**) de résoudre le problème de l'inversion de Laplace par des analogies électriques.

En fait la méthode supposait possible d'obtenir des « signaux carrés » plus parfaits qu'il n'est réalisable. En revanche, les méthodes (**A 66**, **A 72**, **A 76**), basées sur la notion de profondeur de formation et assimilant l'intensité à la fonction source à une « certaine profondeur », ont été couronnées de plus de succès. Des tables détaillées (**A 85**) ont été préparées pour permettre l'application de ces méthodes. Leur validité, assez générale pour les spectres continus, est discutable dans le cas des raies. Une étude à ce sujet est en cours.

Les méthodes utilisant la profondeur de formation ont été appliquées néanmoins à l'étude des intensités centrales des raies d'absorption (voir ci-dessous) et à celle de l'effet Lindholm.

Plus récemment (1965-1966), R. BONNET, dans le cadre de la partie théorique de son travail de thèse, que j'ai dirigée, et P. DELACHE ont amélioré grandement la technique du problème et l'étude mathématique des limitations de la solution.

II. FORMATION DES RAIES. ABONDANCES DES ELEMENTS.

1. FONCTIONS DE POIDS-SATURATION ; THÉORIE DES COURBES DE CROISSANCE.

Mon attention avait été attirée sur le problème de l'abondance des éléments dans les étoiles par une solution des équations de la structure interne dans le cas d'une cinquantaine d'étoiles doubles de masse, luminosité, rayon connus (**A 2**), étude faite en collaboration avec E. SCHATZMAN.

Déterminer l'abondance se fait en général grâce à l'utilisation des courbes de croissance. Mais la méthode usuelle était très médiocre, reposant sur une méconnaissance du rôle différencié des différentes couches de l'atmosphère (**A 55**). Dans le cas des raies faibles seulement, la méthode des fonctions de poids de MINNAERT et UNSÖLD tenait compte de la stratification des atmosphères. Après une tabulation de ces fonctions de poids entre le centre et le bord du disque solaire (**A 12**), ce qui me mit en mains l'outil le mieux adapté, j'ai étendu la méthode en question au cas des raies fortes. Il s'agit d'une théorie, exacte cette

fois, des courbes de croissance (**A 9, A18**). La fonction de saturation y est définie, et calculée. Elle s'est révélée, depuis lors, un puissant outil de travail, utilisé par tous les chercheurs travaillant dans ces domaines. Cet article a été récemment traduit en anglais et distribué par la NASA (**A 95**). J'ai poursuivi ces recherches, depuis 1948, avec une certaine continuité : extension aux cas stellaires de la méthode de poids-saturation (**A 23**) ; ce problème a été repris et développé, dans sa thèse, par H. Van REGEMORTER ; tabulation des fonctions intégrées-exponentielles $K(n + 0.5, x)$ (**A 29**), généralisation aux cas où l'ETL n'est pas réalisé (**A 64**), justification a posteriori de la validité, dans certaines conditions, des modèles non stratifiés de Milne-Eddington (avec N. GÖKDOGAN, **A 78**). Une note de A. DUBOIS-SALMON préparée sous ma direction a montré ensuite quelle erreur l'approximation de Milne-Eddington peut entraîner sur le calcul des profondeurs optiques de formation. L'étude de l'influence sur le calcul des abondances s'est poursuivie. Une série de recherches, d'un caractère assez formaliste sans doute, mais destinée, malgré la diversité des fonctions de poids, à permettre une interprétation physique raisonnable des courbes de croissance, s'est développée à ce stade de mes recherches, en coopération avec N. GÖKDOGAN. Il s'agissait notamment de donner un sens physique au «éta zéro», abscisse des courbes de croissance et dont la signification est confuse dans bien des travaux classiques (**A 88, A 92, A 97, A 102**). J'ai récemment soumis aux Annales d'Astrophysique (1967) un article qui étend la méthodologie au cas des couches non optiquement épaisses.

Les applications ont naturellement été nombreuses :

- a) Cas de l'abondance du carbone à partir des raies moléculaires (**A 18**),
- b) Effet de serre (blanketing effect) dans le cas de l'atmosphère solaire (**A 19**), (**A 54**),
- c) Formation de raies dans des champs de vitesses, ceux de la granulation solaire et de la microturbulence solaire (**A 21, A 22**). L'effet de « voile » des régions superficielles, au-dessus

de la zone convective, a été mis en évidence. Il entraîne une sous-estimation des vitesses mesurées.

d) Rôle du gradient de température dans la détermination des abondances (**A 33**) et explication de certaines classes de raies d'émission (**A 39**).

e) L'étude des raies de l'hydrogène, du calcium et d'autres éléments, par Ch. PECKER, H. Van REGEMORTER, S. MATSUSHIMA, et plus récemment Y CUNY, S. DUMONT, F. PRADERIE, R. KANDEL, et les chercheurs de l'Observatoire de l'Université d'Istanbul.

2. MESURES RELATIVES A DES RAIES SOLAIRES.

En vue d'explorer en profondeur l'atmosphère solaire, grâce aux méthodes inductives dont il a été question en I, 2, appliquées à des raies (de façon à obtenir des données sur les régions de la photosphère les plus extérieures, voire sur la chromosphère - mais où est la séparation entre ces deux régions de l'atmosphère solaire ?), j'ai entrepris, seul, ou en collaboration avec R. PEYTURAUX et Ch. PECKER, la mesure entre le centre et le bord du disque des largeurs équivalentes de quelques raies moléculaires CN, CH, C² (**A 3**, **A 4**, **A 10**, **A 11**). Ces mesures, les plus complètes à l'époque, ont été remarquablement confirmées par les mesures plus récentes de G. LABORDE. Elles ont été complétées par des mesures de l'intensité centrale de ces raies, au centre du disque, faites par F. PRADERIE, travaillant sous ma direction à son Diplôme d'Etudes Supérieures.

Des mesures relatives au titane I ont été effectuées par J. LEFEVRE, travaillant également pour son Diplôme d'Etudes Supérieures ; elles concernent intensités centrales et largeurs équivalentes, entre le centre et le bord du disque solaire (**A 84**).

L'interprétation des mesures de largeurs équivalentes des raies moléculaires a posé des problèmes difficiles (**A 18**, **A 60**). De toute évidence les méthodes de poids-saturation ne convenaient qu'à condition de supposer (ce qui était surprenant pour des raies moléculaires !) ces raies formées par diffusion. De plus, il était indispensable d'admettre un effet de rugosité géométri-

que (ondulation des surfaces isobares) peu facile à concilier avec les lois de l'hydrodynamique (**A 10, A 11, A 18**). Cet effet de rugosité avait pourtant l'intérêt, appliqué aux mesures du spectre continu, d'abaisser la « température de surface » du soleil.

Les recherches sur la détermination empirique des écarts à l'ETL permirent de comprendre ces résultats (**A 75, A 79**). Nous y reviendrons.

Comme sous-produit de ces recherches, nous avons établi avec M. PEUCHOT des tables des constantes de dissociation moléculaire (**A 61**).

3. ECARTS A L'ÉQUILIBRE THERMODYNAMIQUE LOCAL (ETL). HÉTÉROGÉNÉITÉS.

Afin d'explorer en profondeur une atmosphère, on peut soit (i) étudier des raies de différentes intensités au centre du disque, soit (ii) explorer du noyau aux ailes le profil d'une raie, soit (iii) étudier du centre au bord du disque les intensités centrales d'un certain nombre de raies.

a) La signification de la fonction-source obtenue dans cette exploration fut controversée : il semblait à certains qu'elle dut donner une valeur de la température électronique. La méthode de construction de modèles empiriques proposée par H. Van REGEMORTER et moi-même sur ce principe fut un échec évident (**A 26**). Il est en effet certain que l'intensité dans les raies donne une indication sur la température d'excitation et la population des niveaux atomiques, non sur la température électronique qui peut en être fort différente dans les régions les plus extérieures de l'atmosphère, et même déjà notablement dans la photosphère. Ce résultat, nouveau et d'ailleurs fort controversé à l'époque, fut publié en 1957 (**A 63**) ; confirmé aussitôt par une analyse de H. Van REGEMORTER publiée notamment dans sa thèse, il devait donner lieu à une série d'articles ; certains ouvrages étrangers, comme celui de THOMAS et ATHAY, accordent à cette série une certaine importance dans le développement des idées et dans l'écllosion de ce que THOMAS nomme « the new spectrography ». La philosophie de cette nouvelle façon d'aborder la formation des

raies est principalement exprimée dans mon long article avec THOMAS, présenté au Colloque de Varenna (**A 86**). Elle est aussi, sous une forme plus accessible, développée dans la leçon inaugurale de la Chaire d'Astrophysique Théorique que j'occupe au Collège de France (**A 98** et **A 98 bis**).

Les résultats de cette analyse sont assez simples. Ils mettent en évidence un écart à l'ETL, différent d'un métal à l'autre, devenant faible aux grandes profondeurs photosphériques et, pour chaque métal, diminuant avec l'excitation (**A 69**, **A 71**). Ces recherches, menées par différents membres de mon équipe, F. PRA-DERIE, J. LEFEVRE, J. ROUNTREE-LESH, L. VOGEL, ont concerné les éléments suivants : Ti I (**A 63**, **A 69**), Ti II, Cr, V (**A 74**), CH (**A 75**), Fe (**A 89**), Na. Des tables utiles ont été publiées en collaboration avec les chercheurs d'Istanbul, N. GÖKDOGAN, M. HOTINLI, E. BALLI, A. KIRAL (**A 83**, **A 108**, **A 109**).

Une conséquence importante est la modification de la théorie des courbes de croissance. Dans l'expression de la fonction de poids, la température d'excitation doit en effet se substituer (dans un terme) à la température électronique (**A 64**). Il s'ensuit une importante modification de l'abondance, mise notamment en évidence par R. KANDEL. Ce fait peut affecter grandement un assez grand nombre de conclusions (évolution...) issues des valeurs « classiques » de l'abondance, erronées d'un facteur qui peut atteindre 10 (**A 73**).

b) C'est la méthode (i) que nous avons utilisée d'abord. Il est assez remarquable de noter que la méthode (ii) ne semble pas donner les mêmes résultats, non plus que la méthode (iii).

J. LEFÈVRE, dans son Diplôme d'Etudes Supérieures, effectué sous ma direction, (**A 79**, **A 84**), a étudié tout spécialement la variation centre-bord des raies du Ti. J'ai étendu sa recherche au cas du Fe (**A 84**). L'existence d'une différence entre les « températures d'excitation » obtenues ainsi et celles obtenues avec la méthode d'exploration (i) a été nommée, en raison de l'aspect des diagrammes représentatifs dans le plan « température d'excitation, profondeur optique », l'effet « arête de poisson ». Cet effet est dû à un effet de rugosité, non plus géométrique, comme celui

que nous avons autrefois discuté (**A 10, A 11, A 19, A 60**), mais optique : les régions froides, opaques, masquent de ce fait les régions chaudes, transparentes ; les surfaces d'égale profondeur optique sont affectées d'un relief. Cette recherche permet d'atteindre une relation entre les fluctuations de température et les dimensions caractéristiques des hétérogénéités ; il faut noter que les hétérogénéités affectent peu les intensités centrales des raies, comme ceci a été montré par Y. CUNY.

La méthode (i), appliquée par F. PRADERIE dans son Diplôme d'Etudes Supérieures (voir **A 75**), avait d'ailleurs ouvert la voie à une nouvelle discussion du rôle de la rugosité dans l'interprétation des mesures centre-bord. Elle montre en effet que les mesures centre-bord restées, on l'a vu, mal expliquées, s'expliquent aisément à condition de tenir compte des écarts à l'équilibre thermodynamique.

Notons que l'effet de rugosité optique n'affecte pratiquement pas le spectre continu, au contraire de ce qui se passerait dans l'effet de rugosité géométrique. Il est à noter que l'effet de rugosité doit intervenir dans l'explication du déplacement de raies vers le rouge, à la fois par le camouflage de certaines composantes verticales des vitesses et par celui de certaines composantes horizontales de ces vitesses. L'étude quantitative de cet effet fut en partie l'objet de la thèse de M. JORAND.

c) La méthode (iii) pose un autre problème, celui de la non-cohérence du rayonnement diffusé. Son étude, faite dans leurs Diplômes d'Etudes Supérieures, par N. CALMET-LAVAL et N. FEAUTRIER-DAYET, et par A. DUBOIS-SALMON, permet de mesurer, à partir des profils, et en tenant compte pour la première fois des écarts à l'ETL, la turbulence dans l'atmosphère solaire. Les valeurs obtenues sont, dans la photosphère, inférieures aux valeurs usuelles, à peu près identiques dans la basse chromosphère. Mais les mesures utilisées étaient trop médiocres pour que les résultats soient considérés avec quelque poids : il s'agissait avant tout d'un essai méthodologique (voir **A 107**, et ci-après § VII, 1).

d) Des recherches empiriques, sur les écarts à l'ETL, sont possibles en faisant intervenir uniquement les largeurs équiva-

lentes. C'est l'objet de la thèse de A. DEBUC. Les résultats sont encore décevants.

e) Des recherches sur les équations statistiques des équilibres et sur leur couplage avec le champ de rayonnement complètent nécessairement les recherches inductives dont il vient d'être question.

Ainsi, S. DUMONT s'est-elle occupée des raies H et K du Ca II dans l'atmosphère du soleil et des étoiles normales. Y. CUNY a résolu les équations dans le cas de plusieurs niveaux et un continu, pour l'atmosphère solaire (avec divers modèles). Elle a obtenu dans sa thèse des résultats d'une exceptionnelle sûreté.

Certains auteurs utilisent dans ce genre de recherches les approximations d'Eddington. S. DUMONT, au cours de ses recherches, a essayé de s'en passer et a montré à quelle précision on devait se limiter en raison de ces approximations.

Des programmes (IBM 650, IBM 7040) nécessaires à l'application de ces méthodes ont été mis au point, et certains d'entre eux publiés.

Ce genre de calcul est basé sur des calculs de constantes physiques (sections de choc...). Une partie de mon laboratoire, sous la direction de H. Van REGEMORTER, s'est activement engagée dès 1957-1958 dans ce genre de recherches. L'activité de ces chercheurs est orientée vers la méthodologie de ces problèmes, aussi bien que vers les applications à des atomes ou ions d'intérêt astrophysique (Ca II, C I, C II, Mg II, O VI, Fe XIV, etc...). De plus, les problèmes d'élargissement par collisions (avec atomes neutres, ions, ou électrons) sont essentiels. H. Van REGEMORTER s'est occupé spécialement du cas de l'hydrogène. Aujourd'hui, ce groupe est l'un des plus actifs parmi ceux qui se trouvent engagés, dans le monde, dans ce type de recherches.

III. - CONNAISSANCE DU SOLEIL ET DES RELATIONS SOLEIL-TERRE.

1. PHOTOSPHÈRE.

Ce que nous avons dit ci-dessus en I, 1, d (spectre UV), e (polarisation), f (convection), 2 (assombrissement), II, 1 (théorie des

courbes de croissance, effet de serre, abondances), 2 (variations centre-bord des raies moléculaires), 3 (recherches sur les écarts à l'ETL, et les hétérogénéités) s'applique principalement à la photosphère solaire. Je n'en parlerai plus ici, et renverrai simplement au long article d'ensemble que j'ai publié dans le symposium jubilaire du Professeur MINNAERT (**A 107**).

2. CHROMOSPHERE.

Une méthode puissante d'étude de la chromosphère est celle du spectre-éclair obtenu au cours d'une éclipse. Les spectres-éclair obtenus à Khartoum (février 1952), par l'équipe du High Altitude Observatory, ont été analysés, au cours de mon séjour à Boulder, et Ch. PECKER et moi-même avons collaboré à l'étude des résultats obtenus. Une méthode d'analyse des raies de Balmer a été mise au point, et a mis en évidence des écarts à l'ETL, supérieurs à ce qu'on supposait autrefois (**A 58**, **A 59**, avec Ch. PECKER). Notamment l'épaisseur optique de la chromosphère devient supérieure d'un ordre de grandeur à celle publiée par exemple dans le traité d'Unsöld. Un nouveau modèle a été déduit des mesures du continu par ATHAY, MENZEL, THOMAS et moi-même (**A 40**, **A 51**). L'étude des raies moléculaires rejoint les études photosphériques et renseigne sur la basse chromosphère (**A 52**, avec ATHAY) (voir aussi **A 57**). On trouvera (en **A 91**) un exposé résumé de mes idées, en 1962.

3. COURONNE.

L'éclipse de février 1952 obtenue à Khartoum a été étudiée par la mission du Bureau des Longitudes, à laquelle j'appartenais (**A 24**, **A 35**). L'analyse des données a porté sur plusieurs points importants : la couronne externe a été observée à de très proches distances du bord solaire, et photométrée en lumière totale et polarisée (**A 36**) ; la couronne interne a été observée avec un filtre Lyot en rayonnement monochromatique (raie verte, raie rouge) (**A 37**). Enfin, l'éclipse radioélectrique de la couronne a été mesurée et interprétée par comparaison avec l'éclipse des centres actifs (**A 38**, **A 27**). Ultérieurement, je suis revenu sur cette der-

nière question avec S. DÉBARBAT : une analyse de toutes les éclipses radioélectriques a permis de mettre en évidence certaines propriétés des centres actifs de la couronne (A 65).

4. PROTUBÉRANCES.

La dynamique des protubérances (A 45, A 48) a été étudiée, en collaboration avec les chercheurs de Boulder, et des mouvements spiraux(ne coïncidant que grossièrement avec les lignes de force du champ magnétique, ont été mis en évidence. J'ai repris ce problème à l'Observatoire du Pic-du-Midi, avec une technique que j'espérais améliorée, avec S. DÉBARBAT, en 1961-1962. Les résultats ont été décevants, mais ce problème devrait être étudié à nouveau.

5. RELATIONS SOLEIL-TERRE.

En collaboration avec W.O. ROBERTS, une étude détaillée a été consacrée aux effets géomagnétiques de l'activité solaire. Une méthode de détection des M-régions (A 43) basée sur l'utilisation d'une moyenne des indices géomagnétiques sur 3 ou 4 jours d'intervalle (ce temps de 3 ou 4 jours correspond à la durée de vie des phénomènes importants, les fluctuations à plus petite échelle étant d'une autre nature) a été mise au point et utilisée (A 47) à la prédiction de l'activité géomagnétique. La structure des jets corpusculaires a été analysée par la méthode de Chree au voisinage des régions actives de la surface solaire (A 41, A 42). Des lois générales de leur formation, mettant en évidence des zones de longitude héliographique évitées par les régions actives du soleil, ont été dégagées (A 44). Il est juste de noter que les idées développées par ROBERTS et moi-même (les M-régions sont en anti-corrélation avec les taches) sont combattues aujourd'hui par MUSTEL (les M-régions sont les plages faculaires) d'une façon toutefois non entièrement convaincante à notre avis. De plus, l'existence de ces régions « évitées » semble confirmée par des recherches diverses dues notamment à FRÉON, et à ses collaborateurs, et pourrait, selon TRELIS, avoir une importance notable dans l'explication de certains aspects de l'activité solaire.

IV. - RECHERCHES STELLAIRES PARTICULIERES.

On a vu ci-dessus comment les méthodes diverses mises au point s'appliquaient :

- a) aux étoiles B (**A 5, A 13, A 15, A 17**) ;
- b) aux Céphéides (**A 25, A 28, A 30, A 32, A 46, A 50, A 53, A 62**).

Nous avons aussi entrepris des recherches sur les étoiles suivantes :

c) Novae. Des spectres de l'étoile RS Ophiuchi obligeamment prêtés par l'Observatoire du Mont Palomar et par J. DUFAY et M. BLOCH, de l'Observatoire de Lyon, ont été dépouillés (**A 82, A 99, A 100**). De plus, un programme général d'étude de la phase oscillatoire des novae a été tracé (**A 101**).

d) Etoile *d*Me. Observations faites à Saint-Michel-de-Provence, à l'OHP, par R. KANDEL (pour sa thèse) en vue de déterminer l'origine des raies d'émission et la structure de la chromosphère de ces étoiles.

e) Etoiles G (I à V). Observations faites à l'OHP, par S. DUMONT, pour sa thèse, en vue de déterminer les structures chromosphériques de ces étoiles.

f) Etoiles A à F (RM et Sd). Observations faites à l'OHP, par F. PRADERIE, en vue de préciser les idées actuelles sur la nature des étoiles à raies métalliques et des sous-naines (ce travail prolonge les recherches de H. Van REGEMORTER) et sur les abondances de divers éléments.

g) Les étoiles Oe et Be ont été étudiées à Meudon par S. POTTASCH au point de vue du rayonnement UV et du décrétement de Balmer.

V. - LE MILIEU INTERSTELLAIRE.

Les premières observations de spectres stellaires obtenus dans l'ultraviolet hors de l'atmosphère terrestre semblaient mettre en évidence (et ceci a été confirmé dans une certaine mesure)

une absorption extérieure à l'étoile, anormalement élevée. Mais pour rendre compatibles ces observations avec celles du domaine visible, il semble nécessaire d'admettre des enveloppes circumstellaires de poussières de dimensions très fines (**A 90, A 94, A 96, A 104**). La thèse de C. GREVESSE-GUILLAUME, puis celle de J. LEFEVRE, se sont orientées dans différentes directions à partir de cette idée initiale. Il est hors de doute que les petites poussières, ignorées par les observations du domaine visible, peuvent participer d'une façon importante à la masse de l'ensemble de la Galaxie : les méthodes d'observation, la théorie de l'équilibre des poussières, leur dynamique sont autant de problèmes nouveaux et importants auxquels un effort important devra être consacré.

VI. - DIVERS.

1. Mon Diplôme d'Etudes Supérieures (**A 1, A 1 bis**) portait sur le polissage électrolytique des métaux. Après avoir construit une installation de polissage électrolytique à l'usine Gnôme et Rhône d'Argenteuil (1943), j'en fis la théorie complète. Le diplôme fut passé en 1944 à Grenoble.
2. Mon second sujet de thèse porte sur les moments nucléaires et la structure du noyau (**A 20**), dont j'avais fait une bibliographie assez complète pour l'époque (1951).
3. En collaboration avec H. Van REGEMORTER, j'ai essayé de comprendre pourquoi la largeur équivalente des raies d'absorption dépend du spectrographe utilisé. Le pouvoir de résolution fournit une explication partielle (**A 31**). Les effets photographiques (Eberhardt) complètent sans doute cette explication. Une recherche est en cours à ce sujet. La correction des profils pour tenir compte du défaut de résolution a été étudiée, en vue des applications pratiques, par R. KANDEL.
4. Le principe de l'interféromètre Pérot-Fabry a été étendu au cas des longueurs d'onde radioélectriques pour fabriquer un filtre à bande passante très étroite et réglable, par G. RAOULT et moi-même (**A 56**). Cette recherche n'a pu être poursuivie après mon départ de Clermont-Ferrand.

5. M. JORAND a effectué, sous ma direction partielle, des recherches sur l'amortissement des ondes sonores.

VII. - EVOLUTION ACTUELLE DES RECHERCHES.

Depuis quelques années, les tâches administratives m'ont un peu éloigné de la recherche active. La fin de mon mandat de Secrétaire Générale de l'Union Astronomique Internationale me permet à nouveau d'envisager une activité scientifique réelle.

Elle se développera principalement dans deux directions.

1. LA PHYSIQUE DES ATMOSPHERES STELLAIRES STABLES ET INSTABLES.

Il est normal d'achever certaines discussions sur la méthodologie que j'avais entreprises jadis et qui furent poursuivies naguère par mes élèves : leur exposé fut l'objet (**A 103**, **A 110**, **A 111**, **A 112**) de mes cours au Collège de France. C'est maintenant au problème du couplage entre les champs de vitesse et les champs de rayonnement (abordés dans **A 105**, article essentiel où mon intervention se résumait à présenter l'important travail de F. RODDIER) que je souhaite consacrer mes efforts. Comment séparer - dans les observations - les effets divers des champs de vitesses des autres effets physiques (voir aussi **A 107**) ? Comment aussi prévoir, par les techniques de l'hydrodynamique, plus ou moins classiques, les champs de vitesses dans les atmosphères stellaires ? Comment remplacer par des théories physiques des descriptions aussi grossièrement phénoménologiques que celles faisant intervenir, par exemple, la « longueur de mélange » de Prandtl ? (J'ai déjà insisté sur ce problème en 1960, dans mon article bibliographique **A 77**). Dans quelle voie étudier au mieux le couplage énergétique et isentropique (?) entre les mouvements de matière, l'état de la matière, le rayonnement ? Dans quelle mesure des phénomènes stationnaires à grande échelle sont-ils affectés par une évidente non stationnarité à petite échelle ?... Il s'agit d'un domaine immense de recherches, et je souhaiterais contribuer à en éclaircir, si possible, certains aspects solaires ou stellaires (que sait-on par exemple sur les chromosphères des étoiles ?).

2. LA PHYSIQUE DU MILIEU GALACTIQUE ET SON ÉVOLUTION.

L'étude des documents UV obtenus hors de l'atmosphère m'a fait prendre conscience de l'importance des nuages de poussière, et principalement dans leurs rapports avec l'évolution galactique en général. Le gaz éjecté d'étoiles instables peut se condenser en suies fines ; les systèmes planétaires sont issus de nuages de poussières ; le rôle des nuages de poussières dans le stade initial de formation des étoiles est mal connu, mais tout nuage de gaz froid ne doit-il pas être associé à des nuages de poussières en équilibre avec lui ? Quelle masse peut être sous forme poussiéreuse ? Comment le problème se posera-t-il dans les galaxies plus vieilles ou plus jeunes que la nôtre, et comment a-t-il évolué au sein de notre propre galaxie ?... Il me semble là aussi qu'un problème très riche en développements, et immédiatement accessible, s'ouvre à nos recherches...

ENSEIGNEMENT ET POPULARISATION

1. Depuis le cours PCB-SPCN, que j'ai fait lorsque j'étais maître de conférences à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, j'ai peu enseigné : un cours d'astronomie à Clermont, un cours sur la théorie des atmosphères à l'Institut d'Astrophysique de Paris, un cours à Boulder, un autre à Istanbul, un cours sur les écarts à l'ETL, à St-Andrews, un autre à Bruxelles. C'est seulement en 1963 que je commençai un cours cohérent sur l'astrophysique théorique, dans le cadre de la chaire qui porte ce nom au Collège de France.

Mais, bien entendu, j'ai dirigé les recherches de nombreux jeunes chercheurs. Si certains d'entre eux (S. DÉBARBAT, F. BARLIER) s'orientaient ensuite vers l'astrométrie, la plupart aboutissaient à des thèses de doctorat en astrophysique ; la liste n'en est sans doute pas très longue, mais j'ai la fierté de voir plusieurs de mes anciens élèves entamer aujourd'hui de très brillantes carrières, riches en publications de valeur.

S. DÉBARBAT	DES	Clermont-Ferrand,	1953
H. Van REGEMORTER	Doctorat ès Sciences	Paris,	Juin 1958
F. EUGÈNE-PRADERIE	DES	Paris,	1959
J. LEFÈVRE	DES	Paris,	1960
N. CALMET-LAVAL	DES	Paris,	Déc. 1961
N. DAYET-FAUTRIER	DES	Paris,	Déc. 1961
P. FAUTRIER	DES	Paris,	Déc. 1961
A. DUBOIS-SALMON	Thèse de 3ème cycle	Paris,	1962
C. SIVIRINE	Thèse de 3ème cycle	Paris,	1962
P. FAUTRIER	Thèse de 3ème cycle	Paris,	1962
M. JORAND	Doctorat ès Sciences	Paris,	Mai 1962
P. DELACHE	Doctorat ès Sciences	Paris,	Juin 1967
Y. CUNY	Doctorat ès Sciences	Paris,	Juin 1967
R. KANDEL	Doctorat ès Sciences	Paris,	Juin 1967
S. DUMONT	Doctorat ès Sciences	Paris,	automne 1967
F. PRADERIE	Doctorat ès Sciences	Paris,	automne 1967
J. LEFÈVRE	Thèse en préparation	Nice.	
M.O. BAYLAC	Thèse en préparation	Paris.	

De plus, j'ai dirigé la partie théorique de plusieurs autres thèses :

F. RODDIER Doctorat ès Sciences Paris, décembre 1964
C. GUILLAUME-GREVESSE Doctorat ès Sciences Liège, Janvier 1967
R. BONNET Thèse en préparation (service d'aéronomie du CNRS)
P. LÉNA Thèse en préparation (Faculté des Sciences d'Orsay)

Enfin, avec N. GÖKDOGAN, j'ai dans une certaine mesure orienté les travaux de recherches des chercheurs de l'Observatoire de l'Université d'Istanbul.

2. De plus, j'ai toujours estimé comme un devoir de l'astronome professionnel de répondre aux demandes, très particulièrement lourdes dans ce domaine de la science, des amateurs et des journalistes (bibliographie, **P**). De nombreuses conférences devant la Société Astronomique de France, ou des Sociétés Astronomiques étrangères (Belgique, Turquie, Israël), devant le public de l'Union Rationaliste de France ou d'ailleurs, devant le public des Instituts Français à l'étranger, ou dans des établissements d'enseignement secondaire, des émissions de télévision (aux Frontières de l'Univers...) et de radio (Heures de Culture Française (**O 2**), Roman de la Science, Tribune de Paris...), des films (« Au Rythme du Ciel », direction scientifique, production SINPRI, « Cinéma et astronomie », commentaire du film de J. LECLERC, « Les chemins d'Hélios », supervision scientifique du film de J. COMTE), des interviews à de grands journaux..., occupent finalement une portion non négligeable de mon temps. Parfois je le regrette... ; mais je crois qu'il s'agit d'une responsabilité inéluctable du chercheur !

De plus, j'ai rédigé certains chapitres de plusieurs ouvrages encyclopédiques sur l'Astronomie (**O 4, O 5, O 6, O 7, O 8**).

J'ai exprimé l'essentiel de mes idées dans un livre « Le Ciel » (**O 3**) sur les aspects philosophiques et humains de l'Astronomie (traduit en anglais, allemand, italien).

Enfin, avec E. SCHATZMAN, j'ai rassemblé l'essentiel des enseignements que j'ai donnés (au niveau le plus élevé) dans un traité (**O 1**) d'Astrophysique Générale, publié chez Masson.

Deux ouvrages, l'un sur l'Astronomie et la Recherche Spatiale (P.U.F.), l'autre sur la composition chimique des étoiles (Flammarion), sont en préparation.

Paris, le 1^{er} octobre 1967

BIBLIOGRAPHIE

1. ARTICLES ORIGINAUX (seul ou en collaboration)

- A 1** PECKER, J.-C. 1947 Le polissage électrolytique des métaux, *Sci. Voyages*, **29**, 186.
- A 1 bis** PECKER, J.-C. 1944 Le polissage électrolytique des métaux, Diplôme d'Etudes Supérieures, Grenoble, non publié.
- A 2** PECKER, J.-C., SCHATZMAN, E.
1947 La composition chimique des étoiles (Hydrogène, Hélium), *Ann. Astrophys.*, **10**, 181.
- A 3** PECKER, J.-C., PEYTURAUX, R.
1947 Sur les variations d'intensités des bandes des molécules CN et CH entre le centre et le bord du disque solaire, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **224**, 1477.
- A 4** PECKER, J.-C., PEYTURAUX, R.
1948 Sur la répartition des bandes CN et CH sur le disque solaire, *Ann. Astrophys.*, **11**, 90.
- A 5** PECKER, J.-C. 1948 Sur une méthode d'intégration des équations d'équilibre des atmosphères stellaires, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **226**, 561.
- A 6** PECKER, J.-C. 1948 Sur la polarisation de la lumière au bord du disque solaire, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **226**, 1251.
- A 7** PECKER, J.-C. 1948 Sur une méthode variationnelle de recherche des solutions approchées de l'équation de transfert, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci.* **226**, 1889.
- A 8** PECKER, J.-C. 1948 Sur le rapport entre la température de surface et la température effective des étoiles en équilibre radiatif, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **226**, 1961.
- A 9** PECKER, J.-C. 1948 Sur le calcul théorique de l'intensité des raies dans les spectres stellaires, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **227**, 1341.
- A 10** PECKER, J.-C. 1949 Variations des raies de CH sur le disque solaire, *Ann. Astrophys.*, **12**, 9.
- A 11** PECKER, Ch., PECKER, J.-C.,
1949 Variations de certaines raies de Swan du carbone du centre au bord du disque solaire, *Ann. Astrophys.*, **12**, 197.
- A 12** PECKER, J.-C. 1949 Weighting functions for different points of the solar disk, *Bull. Astr. Inst. Netherl.*, **11**, 43.

- A 13** PECKER, J.-C. 1950 Les températures de couleur des étoiles B, *C. r. hebdomadaire Seances Acad. Sci. Paris*, **231**, 821.
- A 14** PECKER, J.-C. 1950 L'inversion de la relation de Laplace, *C. r. hebdomadaire Seances Acad. Sci. Paris*, **231**, 947.
- A 15** PECKER, J.-C. 1950 Contribution à la théorie du type spectral. I. Introduction générale. La construction des modèles d'atmosphère, *Ann. Astrophys.*, **13**, 294.
- A 16** PECKER, J.-C. 1950 *id.* II. La polarisation par les électrons libres et le type spectral, *Ann. Astrophys.*, **13**, 319.
- A 17** PECKER, J.-C. 1950 *id.* III. Construction de modèles d'étoiles B, *Ann. Astrophys.*, **13**, 433.
- A 18** PECKER, J.-C. 1950 *id.* IV. La formation des raies dans les spectres stellaires, *Ann. Astrophys.*, **14**, 115.
- A 19** PECKER, J.-C. 1951 *id.* V. Le « blanketing effect » et la structure de la photosphère solaire, *Ann. Astrophys.*, **14**, 152.
- A 20** PECKER, J. C. 1951 Les moments nucléaires et la structure du noyau, *J. Phys., Paris*, **12**, 682.
- A 21** DE JAGER, C., PECKER, J.-C.
1951 Interprétation des mesures de vitesses radiales dans les granules solaires, *C. r. hebdomadaire Seances Acad. Sci. Paris*, **232**, 1645.
- A 22** PECKER, J.-C., DE JAGER, C.
1951 Largeurs équivalentes des raies solaires et micro-turbulence, *C. r. hebdomadaire Seances Acad. Sci. Paris*, **232**, 1813.
- A 23** PECKER, J.-C. 1951 Le calcul des raies fortes d'absorption dans les spectres stellaires, *Ann. Astrophys.*, **14**, 383.
- A 24** LAFFINEUR, M., MICHARD, R., PECKER, J.-C., D'AZAMBUJA, M., DOLLFUS, A., ATANASJEVIC, I.
1952 Observations combinées de l'éclipse totale de soleil à Khartoum (Soudan), et de l'éclipse partielle au radio-télescope de l'Observatoire de Meudon, *C. r. hebdomadaire Seances Acad. Sci. Paris*, **234**, 1528.
- A 25** CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1952 Variation de la température effective et du rayon d'une Céphéide, *C. r. hebdomadaire Seances Acad. Sci. Paris*, **234**, 1739.
- A 26** PECKER, J.-C., VAN REGEMORTER, H.
1952 Détermination d'un modèle d'atmosphère stellaire à partir de l'intensité des raies d'absorption, *C. r. hebdomadaire Seances Acad. Sci. Paris*, **234**, 1850.
- A 27** PECKER, J.-C. 1952 Communication sur l'éclipse radioélectrique du 25 février 1952, *Trans. int. astr. Un.*, **8**, 186.

- A 28** CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1952 Les variations de la température effective et du rayon des Céphéides, *Trans. int. astr. Un.*, **8**, 808.
- A 29** PECKER, J.-C. 1952 Tables pour le calcul des raies d'absorption dans les spectres stellaires. I. Les fonctions intégrées-exponentielles $K(n+0,5., x)$, *Contr. Inst. Astrophys. Paris, série A*, **132**.
- A 30** CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1952 Les géantes jaunes. I. Modèles d'atmosphères, *Ann. Astrophys.*, **15**, 260.
- A 31** PECKER, J.-C., VAN REGEMORTER, H.
1952 La mesure d'une largeur équivalente d'une raie spectrale: l'influence du pouvoir de résolution, *Ann. Astrophys.*, **15**, 364.
- A 32** CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1953 Les géantes jaunes. II. Spectres continus, *Ann. Astrophys.*, **16**, 47.
- A 33** PECKER, J.-C. 1954 Le rôle du gradient de température dans la détermination des abondances, *Coll. int. Astrophys. Liège, Mem. Soc. r. Sci. Liège, 4^e série, XIV*, 1, 449.
- A 34** PECKER, J.-C. 1953 Tables d'ionisation pour l'étude des étoiles B dont l'atmosphère contient de l'hydrogène et de l'hélium, *Contr. Inst. Astrophys. Paris, série B*, **100**.
- A 35** LAFFINEUR, M., MICHARD, R., PECKER, J.-C., DOLLFUS, A., VAUQUOIS, B., D'AZAMBUJA, M.
1954 Observations optiques et radioélectriques de l'éclipse totale de soleil du 25 février 1952, *Ann. Astrophys.*, **17**, 317.
- A 36** MICHARD, R., DOLLFUS, A., PECKER, J.-C., LAFFINEUR, M., D'AZAMBUJA, M.
1954 *id.*, I. Observations photométriques et polarimétriques de la couronne externe, *Ann. Astrophys.*, **17**, 320.
- A 37** MICHARD, R., DOLLFUS, A., PECKER, J.-C., LAFFINEUR, M., D'AZAMBUJA, M.
1954 *id.* II. Photographies monochromatiques de la couronne, *Ann. Astrophys.*, **17**, 345.
- A 38** LAFFINEUR, M., MICHARD, R., PECKER, J.-C., VAUQUOIS, B.
1954 *id.* III. Observations radioélectriques de la couronne, *Ann. Astrophys.*, **17**, 358.
- A 39** PECKER, Ch., PECKER, J.-C.
1954 A comment on the formation of emission lines in stellar spectra, *Astr. J.*, **59**, 188.
- A 40** ATHAY, R.G., PECKER, J.-C., THOMAS, R.N., MENZEL, D.H.
1954 A model of the chromosphere from 1952 eclipse data, *Astr. J.*, **59**, 314.

- A 41** PECKER, J.-C., ROBERTS, W.O.
1954 Solar corpuscles responsible for geomagnetic disturbances, *J. geophys. Res.*, **60**, 33.
- A 42** PECKER, J.-C., ROBERTS, W.O.
1954 Solar corpuscles responsible for geomagnetic disturbances, *Astr. J.*, **59**, 330.
- A 43** PECKER, J.-C., ROBERTS, W.O.
1954 The detection of M-Regions in geomagnetic data, *Science*, **120**, 721.
- A 44** PECKER, J.-C., ROBERTS, W.O.
1954 The possibility of an avoidance region for the M-Regions, *J. Colorado-Wyoming Acad. Sci.*, séance du 30 mars 1954.
- A 45** BILLINGS, D.E., PECKER, J.-C.
1954 L'étude du mouvement spatial dans les protubérances solaires, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **238**, 1650.
- A 46** CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1954 Sur le rayonnement des Céphéides ; interdépendance des paramètres, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **239**, 225.
- A 47** PECKER, J.-C., ROBERTS, W.O.
1954 La prédiction des perturbations géomagnétiques, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **239**, 635.
- A 48** ROTHSCHILD, K., PECKER, J.-C., ROBERTS, W.O.
1955 The prominence of July 25, 1951, *Astrophys. J.*, **121**, 224.
- A 49** PECKER, J.-C. 1955 La théorie du type spectral, in *Principes fondamentaux de classification stellaire*, Centre nat. Recherche scient., Paris, 85.
- A 50** CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1955 Exemple d'utilisation de modèles pour l'interprétation des mesures expérimentales de « delta » Cephei, in *Principes fondamentaux de classification stellaire*, Centre nat. Recherche scient., Paris, 169.
- A 51** ATHAY, R.G., MENZEL, D.H., PECKER, J.-C., THOMAS, R.N.
1955 The thermodynamic state of the outer solar atmosphere. V. A model of the chromosphere from the continuum emission, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, n° **12**, 1.
- A 52** PECKER, J.-C., ATHAY, R.G.
1955 CN bands in the chromosphere, *Astrophys. J.*, **121**, 391.
- A 53** CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1955 Sur le rayonnement des Céphéides, *Ann. Astrophys.*, **18**, 151.

- A 54 PECKER, J.-C. 1955 Le rôle des raies formées par diffusion dans l'effet de blanketing, *Ann. Astrophys.*, **18**, 145.
- A 55 PECKER, J.-C., VAN REGEMORTER, H.
1955 La largeur équivalente des raies dans l'hypothèse d'un modèle Schuster - Schwarzschild, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **240**, 1857.
- A 56 RAOULT, G., PECKER, J.-C.
1955 Un filtre à bande passante très étroite réglable d'après le principe de l'interféromètre Pérot-Fabry, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **241**, 25.
- A 57 PECKER, J.-C. 1955 Communication à la Royal Astronomical Society, *Observatory*, **75**, 89.
- A 58 PECKER, Ch., PECKER, J.-C.
1956 L'écart à l'équilibre thermodynamique dans la chromosphère solaire (niveau n supérieur à 2), *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **242**, 994.
- A 59 PECKER, Ch., PECKER, J.-C.
1956 Le nombre d'atomes d'hydrogène sur les niveaux 1 et 2 dans la chromosphère solaire, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **242**, 1130.
- A 60 PECKER, J.-C. 1956 Interprétation des variations des bandes moléculaires entre le centre et le bord du disque solaire, in *Coll. int. Astrophys. Liège, Mem. Soc. r. Sci. Liège, 4^e série*, **18**, 332.
- A 61 PECKER, J.-C., PEUCHOT, M.
1956 Les constantes de dissociation des molécules diatomiques d'intérêt astrophysique, in *Coll. int. Astrophys. Liège, Mem. Soc. r. Sci. Liège, 4^e série*, **18**, 352.
- A 62 CANAVAGGIA, R., PECKER, J.-C.
1957 Les Céphéides ; le décalage des extrema de lumière et la variation du rayon, *Ann. Astrophys.*, **20**, 61.
- A 63 PECKER, J.-C. 1957 L'écart à l'équilibre thermodynamique local dans la photosphère solaire, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **245**, 499.
- A 64 PECKER, J.-C., 1957 Révision de la théorie des courbes de croissance, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **245**, 639.
- A 65 DÉBARBAT, S., PECKER, J.-C.
1958 Le rayonnement radioélectrique du soleil à différentes phases du cycle solaire, *Ann. Astrophys.*, **21**, 25.
- A 66 DUMONT, S., PECKER, J.-C.
1958 La généralisation des relations d'Eddington-Barbier et ses applications, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **247**, 425.

- A 67** KROOK, M., PECKER, J.-C.
1958 Sur le calcul de modèles d'atmosphères en équilibre radiatif (cas non-gris), *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **247**, 1177.
- A 68** PECKER, J.-C., SCHATZMAN, E.
1958 Summary on ultraviolet stellar output, *Rev. mod. Phys.*, **30**, 1101.
- A 69** PECKER, J.-C. 1959 Ecartis à l'équilibre et abondances dans les photosphères solaires et stellaires. I. Le spectre du titane neutre. Ecartis à l'ETL, *Ann. Astrophys.*, **22**, 499.
- A 70** PECKER, J.-C. 1959 La méthode Krook-Pecker pour le calcul des modèles, Coll. Bruxelles, *Commun. Obs. r. Belgique*, **157**, 18.
- A 71** PECKER, J.-C. 1959 Déviation de l'ETL dans les raies de Fraunhofer, Coll. Bruxelles, *Commun. Obs. r. Belgique*, **157**, 36.
- A 72** DUMONT, S., PECKER, J.-C.
1959 Profondeurs de formation, applications, Coll. Bruxelles, *Commun. obs. r. Belgique*, **157**, 127.
- A 73** PECKER, J.-C. 1960 Les déterminations d'abondances et leurs exigences expérimentales, *Ann. Astrophys.*, **23**, 366.
- A 74** PECKER, J.-C., VOGEL, L.
1960 Ecartis à l'équilibre et abondances dans les photosphères solaire et stellaires. II. Les cas des atomes neutres de titane, vanadium, chrome dans l'atmosphère solaire, *Ann. Astrophys.*, **23**, 594.
- A 75** PRADERIE, F., PECKER, J.-C.
1960 *id.* III. Ecartis à l'ETL, dans la bande CH 4300 (cas solaire), *Ann. Astrophys.*, **23**, 622.
- A 76** DUMONT, S., PECKER, J.-C.
1960 Profondeurs de formation dans le spectre solaire. I. Applications à l'inversion de la relation de Laplace, *Ann. Astrophys.*, **23**, 655.
- A 77** PECKER, J.-C. 1960 La zone convective des étoiles, Coll. int. Astrophys. Liège, *Mem. Soc. r. Sci. Liège, 5^e série*, **3**, 343.
- A 78** GÖKDOGAN, N., PECKER, J.-C.
1960 Sur la détermination objective des écartis à l'ETL, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, **250**, 1980.
- A 79** CUNY, Y., LEFÈVRE, J., PECKER, J.-C.
1960 L'influence des inhomogénéités sur l'intensité centrale des raies de Fraunhofer, *Ann. Astrophys.*, **23**, 923.
- A 80** BLAMONT, J., PECKER, J.-C.
1961 Equipements et projets français, Coll. int. Astrophys. Liège, *Mem. Soc. r. Sci. Liège, 5^e série*, **4**, 45.

- A 81 PECKER, J.-C. 1961 La prédiction du spectre ultraviolet des étoiles et du soleil, Coll. int. Astrophys. Liège, *Mem. Soc. r. Sci. Liège*, 5^e série, 4, 487.
- A 82 FOLKART, B., PECKER, J.-C., POTTASCH, S.R., ROUNTREE-LESH, J.
1961 Observations de la nova récurrente RS Oph. (Progress report on the study of the 1958 outburst of the recurrent nova RS Oph.), *Notes Inf. Publ. Obs. Paris*, fascicule I, Astrophys., n° 1.
- A 83 BALLI, E., GÖKDOGAN, N., HOTINLI, M., KANDEL, R., KIRAL, A., PECKER, J.-C.
1961 Détermination des abondances dans la photosphère solaire. Abaques générales et abaques relatives au cas du fer, *Publ. Univ. Istanbul*, n° 72.
- A 84 LEFÈVRE, J., PECKER, J.-C.
1961 Ecart à l'équilibre et abondances dans les photosphères solaire et stellaires. VI. La variation des intensités centrales des raies métalliques entre le centre et le bord du soleil, *Ann. Astrophys.*, 24, 238.
- A 85 DUMONT, S., LALOUX, R., MOUËLLIC, L., PECKER, J.-C.
1961 Profondeurs de formation dans le spectre solaire. II. Tables de profondeurs de formation et courbes iso-« tau étoile », *Ann. Astrophys.*, 24, 328.
- A 86 PECKER, J.-C., THOMAS, R.N.
1961 Questions of general background and methodology relating to aerodynamic phenomena in stellar atmospheres, *Nuovo Cimento*, n° 1 del suppl. al vol. 22, série X, 1. (également : Proceedings of the Fourth Symposium on Cosmical Gas Dynamics : Aerodynamic phenomena in stellar atmospheres, *Symposium Un. Astr. int.*, n° 12).
- A 87 PECKER, J.-C. 1962 Effets et équilibre des enveloppes de poussières circumstellaires, *C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, 254, 821.
- A 88 GÖKDOGAN, N., PECKER, J.-C.
J(m), utiles au calcul des courbes de croissance
1962 Etude Sommaire des fonctions : quasi - MILNE - EDDINGTON, *Notes Inf. Publ. Obs. Paris*, fascicule X, Astrophys., n° 2.
- A 89 GÖKDOGAN, N., HOTINLI, M., PECKER, J.-C.
1962 Ecart à l'équilibre et abondances dans les photosphères solaire et stellaires. VII. Les écarts à l'ETL dans le cas du fer, *Ann. Astrophys.*, 25, 324.
- A 90 PECKER, J.-C. 1962 The interpretation of the UV spectrum of stars, in *Space Research*, North-Holland Publ. Company, Amsterdam, 3, 1076.
- A 91 PECKER, J.-C. 1962 La chromosphère, in Coll. Groupe Soleil, *Nucleus*, 3, 3.

- A 92** GÖKDOGAN, N., PECKER, J.-C.
1963 Point de vue sur la théorie des courbes de croissance, *J. quantit. Spectrosc. radiat. Transfer*, **3**, 151.
- A 93** JORAND, M., PECKER, J.-C.
1963 La profondeur de formation de l'effet Lindholm, *J. quantit. Spectrosc. radiat. Transfer*, **3**, 211.
- A 94** PECKER, J.-C. 1963 Le spectre ultraviolet des étoiles, *Space Sci. Rev.* **1**, 729.
- A 95** PECKER, J.-C. 1963 Contribution to the spectral type theory. IV. Formation of line in stellar spectra, *NASA Technical Transl.* **F 116**.
- A 96** PECKER, J.-C. 1963 Le spectre UV des étoiles et son interprétation, *Notes Inf. Publ. Obs. Paris*, fascicule **XIV**.
- A 97** DUBOIS-SALMON, A., GÖKDOGAN, N., PECKER, J.-C.
1963 Sur une généralisation de la théorie de Milne-Eddington des courbes de croissance, *Notes Inf. Publ. Obs. Paris*, fascicule **XV**.
- A 98** PECKER, J.-C. 1964 Leçon inaugurale faite le 12 mars 1964, *Chaire d'Astrophysique Théorique du Collège de France*, Collège de France, Paris.
- A 99** FOLKART, B., PECKER, J.-C., POTTASCH, S.R.
1964 The Balmer line profiles in nova RS Ophiuchi 1958, *Ann. Astrophys.*, **27**, 249.
- A 100** FOLKART, B., PECKER, J.-C., POTTASCH, S.R.
1964 The narrow emission and absorption lines in nova RS Ophiuchi 1958, *Ann. Astrophys.*, **27**, 252.
- A 101** PECKER, J.-C. 1964 Sur une interprétation possible de la phase oscillatoire des novae, *Ann. Astrophys.*, **27**, 287.
- A 102** GÖKDOGAN, N., PECKER, J.-C.
1964 Note sur l'utilisation des courbes de croissance, *Ann. Astrophys.*, **27**, 417.
- A 103** PECKER, J.-C. 1964 Astrophysique théorique, *Annu. Collège de France*, **64**, 61.
- A 104** PECKER, J.-C. 1964 Le milieu interstellaire et la matière galactique, Séminaires du Collège de France, chaire d'Astrophysique Théorique, 1964. n° B1.
- A 98 bis** PECKER J.-C. 1965 Leçon inaugurale faite le jeudi 12 mars 1964 au Collège de France, chaire d'Astrophysique Théorique, *Nucleus*, **6**, 4 (même texte que A 98).
- A 105** PECKER, J.-C., RODDIER, F.
1965 Micromotions, macromotions, and non-LTE effects, *Smithson. Inst. astrophys. Obs. Res. Space Sci. Spec. Rep.*, **174**, 437.

- A 106** PECKER, J.-C. 1965 Model atmospheres, *A. Rev. Astr. Astrophys.* **3**, 135.
- A 107** PECKER, J.-C. 1965 La structure de la photosphère, in *The Solar Spectrum*, Reidel Publishing Company, Dordrecht, 29.
- A 108** BALLI, E., KIRAL, A., PECKER, J.-C.
1965 Abaques pour le calcul des profondeurs de formation *Publ. Univ. Istanbul, Obs.*, n° **83**.
- A 109** PECKER, J.-C. 1965 Abaques pour le calcul des températures d'excitation au fond des raies de Fraunhofer, *Rev. Faculté Sci. Univ. Istanbul*, série C, **30**, 109.
- A 110** PECKER, J.-C. 1965 Astrophysique théorique. Les conditions locales du problèmes de transfert, *Annu. Collège de France*, 67.
- A 111** PECKER, J.-C. 1966 Astrophysique théorique, Le problème global du transfert, I., *Annu. Collège de France*, 77.
- A 112** PECKER, J.-C. 1967 Astrophysique théorique. Le problème global du transfert, II. La formation des raies, *Annu. Collège de France*, sous presse.

2. OUVRAGES

- O 1 COUDERC, P., PECKER, J.-C., SCHATZMAN, E.
1954 *L'Astronomie au jour le jour*, Gauthier-Villars, Paris.
- O 2 PECKER, J.-C. 1956 *Le diagramme HR*, in *le Ciel et la Terre*, Encyclopédie Française, Paris, 3, 10, 5.
- O 3 PECKER, J.-C., SCHATZMAN, E.
1959 *Astrophysique générale*, Masson, Paris.
- O 4 PECKER, J.-C. 1959 *Le Ciel*, Delpire, Paris. (Edition traduite en Anglais, Allemand, Italien).
- O 5 PECKER, J.-C. 1962 *Le Soleil, notre Etoile*, in *Harmonies Universelles*, tome I, Braun, Paris.
- O 6 PECKER, J.-C. 1962 *Les relations Terre-Soleil*, *Encyclopédie de la Pléiade*, Gallimard, Paris, 1110.
- O 7 PECKER, J.-C. 1964 *Astrophysique théorique*, in *Histoire générale des Sciences*, Presses Univ. France, Paris, volume III, tome II, 568.
- O 8 PECKER, J.-C. 1965 Articles astronomiques, *Encyclopédie Quillet* en 6 volumes, Paris, passim.
- O 9 PECKER, J.-C. 1968 *Astronomie et Recherche Spatiale*, Presse Univ. France, Paris, en préparation.

3. POPULARISATION ET DIVERS

- P 1 PECKER, J.-C. 1950 Les atmosphères stellaires I., *Astronomie*, **64**, 471.
- P 2 PECKER, J.-C. 1951 Les atmosphères stellaires II., *Astronomie*, **65**, 54.
- P 3 PECKER, J.-C. 1951 Mirages sur l'océan, *Astronomie*, **65**, 383.
- P 4 PECKER, J.-C. 1952 L'éclipse de soleil du 25 février 1952, *La Nature*, **80**, n° 3202, 37.
- P 5 PECKER, J.-C. 1952 L'observation de l'éclipse du 25 février 1952 à Khartoum, *La Nature*, **80**, n° 3207, 193.
- P 6 PECKER, J.-C. 1953 La température des étoiles, *La Nature*, **81**, n° 3214 33.
- P 7 PECKER, J.-C. 1953 Les étoiles variables, *La Nature*, **81**, n° 3221, 282.
- P 8 PECKER, J.-C. 1953 L'exploitation des spectres stellaires, *Astronomie*, **67**, 117.
- P 9 PECKER, J.-C. 1954 Les observatoires de haute altitude, *Rev. Française*, **25**.
- P 10 PECKER, J.-C. 1954 Crise de l'enseignement de la physique en France, *Enseignement Supérieur Recherche scient.*, bull. n° 10.
- P 11 PECKER, J.-C. 1954 Astronomy in France today, *The Cultural Division of the French Embassy, New-York*.
- P 12 PECKER, J.-C. 1956 Le ciel et nous, *Bull. anciens boursiers Fulbright*.
- P 13 PECKER, J.-C. 1956 Du Soleil à la Terre, *Astronomie*, **70**, 27.
- P 14 PECKER, J.-C. 1958 Les systèmes planétaires dans l'Univers, *Astronomie*, **72**, 61.
- P 15 PECKER, J.-C. 1958 La détermination de la composition chimique des étoiles et du soleil, *Astronomie*, **72**, 93.
- P 16 PECKER, J.-C. 1958 Activité solaire et magnétisme terrestre, *Astronomie*, **72**, 485.
- P 17 PECKER, J.-C. 1960 A la poursuite de l'ultraviolet, *Sciences*, **1**, n° 8-9, 17.
- P 18 PECKER, J.-C. 1961 L'évolution des étoiles, *Astronomie*, **75**, 141.
- P 19 PECKER, J.-C. 1961 Le spectre UV du soleil, *Astronomie*, **75**, 307.
- P 20 PECKER, J.-C. 1961 L'évolution des étoiles, *MADA, Israël*, volume **6**, 3. (en hébreu).

- P 21** PECKER, J.-C. 1961 L'univers est-il en expansion ?, *Le Courrier Rationaliste*, novembre.
- P 22** PECKER, J.-C. 1961 La place de la France et de l'Europe dans la recherche spatiale, *Rev. Politique Parlementaire*, n° 715.
- P 23** PECKER, J.-C. 1962 Qu'allaient-ils faire dans cette galère ? *Combat*, 17 février.
- P 24** PECKER, J.-C. 1962 Les conséquences sociales et humaines des progrès de l'astronomie, in *La Science Contemporaine et l'Avenir de l'Homme, Cahiers du Centre Economique et Social de Perfectionnement des Cadres*, Paris, fascicule 2.
- P 25** PECKER, J.-C. 1962 Saint-Michel de Provence : un œil sur l'infini... *Double Chevron*, **11**, 6.
- P 26** PECKER, J.-C. 1962 Astronomie et Recherche Spatiale, *Science Vie*, n° hors série sur l'astronomie.
- P 27** PECKER, J.-C. 1962 L'astronomie et la recherche spatiale, *Ciel Terre*, **78**, 161.
- P 28** PECKER, J.-C. 1962 Astrophysique 1962, *Le Monde*, 3 septembre.
- P 29** PECKER, J.-C. 1962 Les étoiles vues dans l'invisible, *Le Monde*, 5 octobre.
- P 30** PECKER, J.-C. 1962 Le spectre ultraviolet des étoiles, *Astronomie*, **76**, 307.
- P 31** PECKER, J.-C. 1963 L'Observatoire de Nice et son avenir, *Astronomie*, **77**, 24.
- P 32** PECKER, J.-C. 1963 L'Observatoire de Nice, *Rev. Enseignement Supérieur*, **98**.
- P 33** PECKER, J.-C. 1963 La coopération internationale en astronomie, *Rev. Enseignement Supérieur*, **122**.
- P 34** PECKER, J.-C. 1963 La profession d'astronome en France, *Rev. Enseignement supérieur*, **129**.
- P 35** PECKER, J.-C. 1964 L'évolution de l'Univers, *Ann. Centre Univ. Méditerranéen*, **17**, 95.
- P 36** PECKER, J.-C. 1965 L'Observatoire de Nice, *Ann. Univ. Paris*, **35**, 1.
- P 37** PECKER, J.-C. 1965 L'Observatoire de Nice (1881-1964), *Astronomie*, **79**, 201.
- P 38** PECKER, J.-C. 1965 Le Plan et la Recherche Scientifique, *Le Monde*, 8 avril.
- P 39** PECKER, J.-C. 1965 Une foi qui rapporte, *Le Crépuscule des Magiciens*, Un. Rationaliste, Paris, 117.

- P 40 PECKER, J.-C. 1965 A propos des pierres d'Orgueil, *Le Crépuscule des Magiciens*, Un. Rationaliste, Paris, 123.
- P 41 PECKER, J.-C. 1965 J.Rösch, *Nucleus*.
- P 42 PECKER, J.-C. 1966 Michel Jorand (1929-1965), *Annu. Anciens Elèves Ecole Normale Supérieure*, Paris.
- P 43 PECKER, J.-C. 1966 Lettre-préface de « L'Univers » de Praderie, F., Larousse, Paris, sous presse.
- P 44 PECKER, J.-C. 1966 Courrier des lecteurs, *Planète*, 27, 192.
- P 45 PECKER, J.-C. 1966 Le rôle de la Société Astronomique de France, *Astronomie*, 80, 97.
- P 46 PECKER, J.-C. 1966 M.G.J. Minnaert, *Astronomie*, 80, 383.
- P 47 PECKER, J.-C. 1966 Décentralisation de la recherche scientifique ?, (non publié).
- P 48 PECKER, J.-C. 1966 L'observatoire de Nice, 85 ans de recherches fructueuses, *Livre d'Or de la Côte d'Azur*, Inter Presse Publicité Côte d'Azur, Nice, 29.
- P 49 PECKER, J.-C. 1967 Astrophysique théorique, *Sciences*, 8, n° 47, 129.
- P 50 PECKER, J.-C. 1967 Nouvelles visions de l'infini, *Coopération technique Image et Machine*, n° 51, 7.
- P 51 PECKER, J.-C. 1967 Lettre au Rédacteur en Chef, *Nuncius Sidereus*, Prague, août.

