

## INTRODUCTION

PAR

**P. LEDOUX**

Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège

---

Quand, il y a un an, les premières invitations au cinquième Colloque International d'Astrophysique de Liège furent lancées et bien que le succès des colloques précédents nous ait fourni de bonnes raisons d'optimisme, nous n'aurions osé espérer l'afflux de participants distingués et de communications intéressantes dont témoigne ce volume.

Certes, aussitôt que Monsieur le Professeur T.G. Cowling eut accepté de présider nos séances, nos espoirs s'affermirent et quand, à côté de son nom, nous pûmes aligner ceux de M.M. Podolanski et ter Haar et de M. Greenstein pour les exposés d'introduction aux trois grandes parties du colloque, nous savions que le succès de la réunion était assuré. Aussi suis-je très heureux de trouver ici une nouvelle occasion de leur adresser, au nom de l'Institut d'Astrophysique les remerciements les plus sincères pour leur généreuse coopération.

Cependant, après nous être réjouis du nombre sans cesse croissant des contributions annoncées, nous ne fûmes pas sans quelque appréhension quand finalement nous nous trouvâmes devant un programme définitif de quarante-six communications à caser dans le cadre un peu restreint des cinq demi-journées prévues et que des considérations matérielles nous obligeaient à respecter. Mais,

dès le début, la calme autorité du Président, ponctuée ici et là des traits concis d'un humour imperturbable devait nous délivrer de tout souci à cet égard. Je suis sûr d'être l'interprète de tous les participants en lui exprimant la plus sincère admiration pour la direction à la fois précise et pleine de tact qui lui permit de mener nos débats à bonne fin.

Une soixantaine de chercheurs participèrent aux travaux du colloque. En plus des auteurs de communications dont certains malheureusement ne purent prendre part en personne à nos réunions, l'auditoire groupait les personnes suivantes : d'Allemagne : M<sup>elle</sup> Vitense, M.M. Bierman, Böhm, Kienle, Labs, ten Bruggencate, von Hoerner et von Weizsäcker; du Danemark : M. Rudkjøbing; des Etats-Unis : M.M. van den Bergh et Swensson; de France : M.M. Cayrel et Rousseau; de Grande Bretagne : M. Sciamia; de Hollande : M. van Woerden; du Japon : M. Suemoto; de Norvège : M. Rosseland; de Suède : M.M. Edlén; de Belgique : M<sup>me</sup> Bosman, M.M. Arend, Bourgeois, Bossy, Burnelle, Delhez, Demeur, D'Or, Duchesne, Géhéniau, Gillon, Grosjean, Guében, de Hempinne, Hoyaux, Humblet, Janne d'Othée, Ledrus, Migotte, Monfils, Monfort, Ottelet, Picciotto, Rosen, Serpe, Swings, Tarte, Vanderlinden, Winand, Yerna.

Outre les communications reproduites dans ce volume, le Professeur B. Edlén, de l'Université de Lund, a présenté les résultats importants qu'il a récemment obtenus au sujet des spectres des atomes légers C, N et O ionisés, dont la connaissance est essentielle pour l'interprétation des spectres des étoiles Wolf-Rayet. L'observation en laboratoire de raies infrarouges nouvelles et la prédiction des longueurs d'onde et des intensités des transitions entre niveaux quantiques élevés de l'ion CIV ont permis

de faire progresser considérablement les identifications des raies d'émission Wolf-Rayet. Ce travail de M. Edlén paraîtra prochainement dans le volume « Vistas in Astronomy » dédié au Professeur Stratton.

En ce qui concerne le groupement des articles et leur ordre de présentation, nous avons simplement conservé la subdivision adoptée dans le programme du colloque ainsi que l'ordre des communications, à part quelques remaniements suggérés par une parenté évidente. Dans quelques cas, nous nous sommes crus autorisés à supprimer l'une ou l'autre figure, soit parce qu'elle pouvait être facilement consultée dans l'une des grandes revues d'Astrophysique, soit parce que, avec les moyens limités dont nous disposons, sa reproduction n'aurait pas apporté un argument nouveau ou plus convaincant que ceux du texte même.

Après chaque groupe d'articles se rapportant à un même sujet, on trouvera un court résumé des discussions qui ont suivi leur présentation. Ces résumés ne peuvent prétendre donner une idée absolument fidèle ou complète des discussions, mais tels quels, nous espérons qu'ils seront utiles à certains lecteurs.

Dans un volume tel que celui-ci résultant des efforts non-coordonnés de différents auteurs, il est presque inévitable que quelques redites s'introduisent. Elles sont cependant remarquablement rares et c'est là sans doute, le témoignage le plus direct et le plus objectif de la richesse même du sujet. Richesse qui naturellement s'allie dans bien des aspects à la nouveauté et, conséquence de l'une et de l'autre que le lecteur ne s'attende pas à trouver dans ces pages, une mise au point complète ou définitive. C'est plutôt une espèce d'ordre de bataille annonçant déjà la prise de quelques places fortes mais pointant

surtout vers de nouveaux objectifs, esquissant ici et là quelques voies d'attaque prometteuses et faisant état des rapports de quelques scouts aventureux.

Le cinquième Colloque International d'Astrophysique de Liège a été rendu possible grâce à l'aide financière que l'Institut Interuniversitaire des Sciences Nucléaires a bien voulu nous accorder. Nous désirons exprimer ici au Conseil d'Administration de l'I.I.S.N. et, en particulier à Monsieur le Directeur Willems et à Monsieur le Recteur Campus, notre sincère gratitude. Un appoint financier très bienvenu nous a aussi été apporté par le Patrimoine de l'Université de Liège et par la Ville de Liège, que nous remercions vivement. Notre reconnaissance va également à la Province et à la Ville de Liège, ainsi qu'aux organismes commerciaux ou industriels liégeois qui, une fois de plus, en nous aidant efficacement dans l'organisation matérielle du colloque ont témoigné ainsi leur sympathie et leur compréhension vis-à-vis de la recherche scientifique pure.

Nous remercions aussi très sincèrement tous les participants au colloque qui ont bien voulu se déplacer et dans beaucoup de cas même, entreprendre de longs voyages pour contribuer au succès de cette réunion et y présenter leurs travaux, ainsi que ceux qui, empêchés, ont néanmoins manifesté leur intérêt en envoyant les résultats de leurs recherches.

Enfin puisque cette année, il m'échoit d'écrire cette introduction, qu'il me soit permis d'en profiter pour rendre un hommage spécial à Monsieur le Professeur Swings, l'organisateur de ces colloques et depuis si longtemps déjà, l'animateur infatigable et enthousiaste de notre institution.

\* \* \*

Les recherches et les discussions contenues dans ce volume, portent sur une partie de l'Astrophysique qui, au cours des quinze dernières années a connu des succès importants et dans un certain sens, définitifs du moins en ce qui concerne la génération d'énergie dans les étoiles.

Voilà une question qui nous paraît en elle-même bien simple et pour ainsi dire inévitable : d'où vient l'énergie des étoiles ?

Au cours des préparatifs du colloque, je me suis demandé jusqu'où dans le passé, on pouvait suivre la trace de cette question, du moins dans un contexte scientifique. Je suis malheureusement fort incompetent pour une telle tâche, mais je me suis aperçu que les disciples de Thalès de Milet et lui-même peut-être, avec la vigueur et l'indépendance d'esprit qui caractérisent l'Ecole Ionienne avaient dû déjà se poser la question au moins pour le soleil, puisque l'un d'eux, Anaxagore avait déjà cherché à lui trouver une réponse 500 ans avant notre ère.

Malheureusement, cette question semble avoir été bien délaissée dans la suite et il fallut des siècles pour qu'elle prenne toute sa signification. Tout d'abord, il fallut résoudre le problème de la distance des étoiles et partant de leur éclat absolu. Dans l'antiquité, seul Aristarque de Samos semble avoir pressenti l'ordre de grandeur de ces distances. Mais il fallut attendre presque deux mille ans pour que ses idées retrouvées par Copernic conduisent enfin à la suggestion que les étoiles étaient autant de soleils déversant dans l'espace d'énormes quantités d'énergie. Et même alors, la hardiesse de telles vues qui impliquaient peut-être l'existence d'autres systèmes planétaires était encore suffisante pour constituer un des griefs importants qui envoyèrent Giordano Bruno au bûcher. Cependant à partir de ce moment, l'idée ne cessa plus de se répandre

jusqu'à ce que la mesure de la première parallaxe vers 1838, vint enfin la confirmer définitivement.

Pourtant, ce fut le développement d'une science nouvelle au début du XIX<sup>e</sup> siècle, la thermodynamique, dont les progrès furent fortement accélérés par la technique industrielle naissante qui, en dégageant peu à peu, le principe de la conservation d'énergie, donna enfin à cette question tout son sens et en même temps rendit plus urgente, la nécessité de lui trouver une solution. Ce principe impliquait également quelque modification interne ou externe, compensant l'énergie rayonnée et par là-même, forçait l'attention sur un autre aspect du problème : celui de l'évolution des étoiles. A ce sujet d'ailleurs, la thermodynamique offrait aussi une aide précieuse sous la forme du second principe.

Certes cet aspect est beaucoup moins directement sensible mais il n'est pas moins important. En effet, maintenant que nous avons appris que la masse elle-même peut être convertie en énergie, une vue déjà pressentie par Newton, nous savons que la réponse à notre question doit être cherchée au cœur même de l'atome dans les réactions nucléaires qui permettent cette transformation. Les travaux de pionniers de von Weizsäcker et Bethe avaient déjà réduit ces possibilités à un nombre relativement restreint. Néanmoins, je pense que nous ne pourrions arriver à des conclusions quantitatives précises quant à la structure interne et aux processus nucléaires qui produisent l'énergie rayonnée par telle étoile ou tel groupe d'étoiles à l'heure actuelle qu'en tenant compte de leur évolution antérieure et sans doute en sera-t-il de même en ce qui concerne le détail des abondances chimiques observées dans les atmosphères stellaires.

Mais au début de ces journées, je désirais surtout sou-

ligner par cet exemple, l'importance de certaines questions qui sont, pour ainsi dire, écrites devant nos yeux par la nature. Hélas, nous ne comprenons bien souvent que très lentement toute leur portée, alors que cependant, la poursuite de leur solution peut nous entraîner de progrès en progrès jusqu'aux bases les plus profondes de la réalité physique et nous aider à en découvrir des aspects nouveaux.

Parmi les questions qui seront soulevées au cours de ce colloque, certaines sont sans aucun doute aussi ou même plus significatives à ce point de vue que l'exemple précédent : la question de l'origine des éléments, celle de l'origine des rayons cosmiques sont des exemples qui viennent immédiatement à l'esprit. Peut-être celle de la formation des étoiles — ou doit-on dire de leur naissance — est-elle aussi du même type ?

Le but de réunions telles que celle-ci est avant tout de permettre une confrontation des points de vue différents que suscitent ces questions et ainsi d'en enrichir la signification, de comparer les multiples voies d'approche ouvertes par l'ingéniosité des chercheurs, d'enregistrer les derniers progrès réalisés et d'aider ainsi à parfaire les réponses que les hommes forgent peu à peu dans un effort commun et par dessus tous les particularismes à ces questions universelles.

Si ce colloque et le volume qui en reproduit les débats apportent une contribution, si faible soit-elle, dans cette voie, nos espoirs les plus chers seront comblés.

PARTIE I

**ORIGINE DES ÉLÉMENTS**