

PREFACE

In the *Internal Constitution of the Stars*, published in 1926, Eddington gave a central temperature of white dwarfs of several billions degrees. The Fermi-Dirac statistics appeared just one year later, in 1927, and the new equation of state for degenerate matter provided the explanation of white dwarfs.

The solution of the problems we have to consider presently are probably not relevant of the same kind of intellectual jump. But who knows! Anyhow, the time of the perfect gas law is definitely over. It is possible, in many cases, to get astrophysical orders of magnitude, using simple or oversimple relations between physical quantities. However, modeling correctly observational results has become, nowadays, more and more difficult. Data are of a better precision and provide more information, would it be chemical abundances, evolutionary tracks or those wonderful helioseismological data. An elementary statement is that, in order to look *Inside the Stars* (the title of a recent colloquium), we need more accurate descriptions of basic physical laws: equation of state, opacities, thermonuclear reactions.

We are still facing many difficulties in the field, and we can give a few examples: we do not have a theory which describes consistently both the equation of state of a plasma and the level population of the atoms; we still have to improve the theory of screening effects in dense plasmas; we have now a description of cold, dense, weakly ionized matter of brown dwarfs, but it is still incomplete. And this is not the end of the list!

There has not been many meetings devoted to the equation of state. The 1978 meeting on dense matter in Paris dealt with several aspects of the equation of state, but the present meeting represents an important new landmark. It provides the link between the astrophysical problems related to the equation of state and the underlying most recent physical theories. It is not necessary to give here the list of the reviews: they can be found in the table of contents. Let just say that most regions in the pressure-temperature diagram have been covered by the present review papers. From main sequence stars to white dwarfs, from brown dwarfs to giant planets, from supernovae to neutron stars (ultra high density being excluded), most aspects of the equation of state have been considered.

The connections with new observational results (HIPPARCOS, GOLF, PRISMA) have also been presented. Our knowledge of the equation of state will certainly have to be improved within the next few years in order to obtain the best description of a large amount of new observational results. We hope the present conference will help reaching this goal.

We are very indebted to the different speakers for their excellent reviews, as well in the oral as in the written presentations. We are grateful to the *Commission of the European Communities*, the *'Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)'*, the *'Ministère de la Recherche et de la Technologie'* and the *International Astronomical Union* for granting financial support for the organization of the conference and the edition of the present proceedings. We would like to express our special thanks to Marie-Pierre Fuchs (who unfortunately could not come to St-Malo) for carrying efficiently the practical organization and to the whole staff of the *Palais du Grand Large* for their efficiency and their warm hospitality.

Finally we express our warmest thanks to all the participants who made this a fruitful, stimulating and enjoyable meeting.

Evry Schatzman and Gilles Chabrier

February 1994

PREFACE

Dans *Internal Constitution of the Stars*, publié en 1926, Eddington donnait une température centrale pour les naines blanches de plusieurs milliards de degrés. La statistique de Fermi-Dirac apparut un an plus tard, en 1927, et la nouvelle équation d'état pour la matière dégénérée fournit l'explication des naines blanches.

La solution des problèmes que l'on considère aujourd'hui ne relève probablement pas du même genre de révolution intellectuelle. Mais qui sait! Il est possible, dans la plupart des cas, d'obtenir des ordres de grandeur astrophysiques en utilisant des relations simples entre grandeurs physiques. Une modélisation correcte des résultats observationnels, cependant, est devenue de nos jours de plus en plus difficile. Les données sont de plus en plus précises et fournissent de plus en plus d'informations, que ce soit les abondances chimiques, les tracés d'évolution ou ces superbes données d'héliosismologie. Il est trivial de constater que, afin de voir *Inside the Stars* (titre d'un congrès récent), nous avons besoin de descriptions de plus en plus correctes des outils physiques de base : équation d'état, opacités, réactions thermonucléaires.

Il reste encore beaucoup de difficultés dans le domaine, et nous pouvons en donner quelques exemples : il n'y a toujours pas de théorie qui décrive de façon cohérente à la fois l'équation d'état d'un plasma et la population des niveaux atomiques; il nous faut encore améliorer la théorie des effets d'écran dans un plasma; nous avons désormais une description de la matière froide, dense, partiellement ionisée dans les naines brunes, mais elle est encore incomplète. Et ce n'est pas une liste exhaustive!

Il n'y a pas eu beaucoup de congrès ayant pour thème l'équation d'état. La conférence de 1978 sur la matière dense à Paris traitait de plusieurs aspects de l'équation d'état, mais la présente conférence représente une marque importante, car elle fournit le lien entre les problèmes astrophysiques liés à l'équation d'état et les théories physiques sous-jacentes les plus récentes. Il n'est pas nécessaire de donner la liste des revues: elles sont données dans la table des matières. Disons simplement que la plupart des régions du diagramme densité-température sont couvertes par les revues de ce recueil. Des étoiles de la Séquence Principale aux naines blanches, des naines brunes aux planètes géantes, des supernovae aux étoiles à neutrons (en excluant la matière ultra-dense), la plupart des aspects de l'équation d'état ont été considérés.

Les liaisons avec les nouveaux résultats observationnels (HIPPARCOS, GOLF, PRISMA) sont également présentées. Notre connaissance de l'équation d'état devra certainement être améliorée dans les prochaines années afin d'obtenir une description correcte des nombreux nouveaux résultats observationnels. Puisse le présent recueil être utile à un tel but.

Nous sommes extrêmement reconnaissants aux différents conférenciers pour leurs excellentes revues, tant dans la présentation orale qu'écrite. Nous remercions la *Commission des Communautés Européennes*, le *Centre National de la Recherche Scientifique*, l'*Union Astronomique Internationale* et le *Ministère de la Recherche et de la Technologie* pour leur soutien financier dans l'organisation de la conférence et l'édition du présent recueil. Nous voudrions exprimer plus particulièrement nos remerciements à Marie-Pierre Fuchs (qui malheureusement n'a pas pu venir à St-Malo) pour son efficacité dans l'organisation pratique de la conférence, ainsi qu'à tout le personnel du *Palais du Grand Large* pour son efficacité et sa cordiale hospitalité. Enfin nous exprimons nos plus sincères remerciements à tous les participants, qui ont fait de cette conférence une réunion fructueuse, stimulante et sympathique.

Evry Schatzman et Gilles Chabrier

Février 1994