

Goutelas 2000

ETOILES DOUBLES

Des étoiles à grandes séparations
aux Binaires X

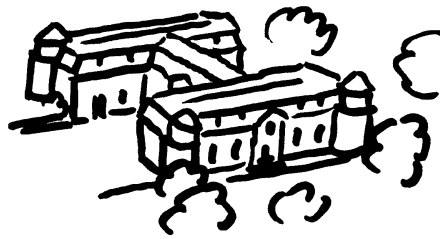
Goutelas 2000

ETOILES DOUBLES

Des étoiles à grandes séparations
aux Binaires X

Ecole thématique du CNRS

Goutelas (Loire) – 22 au 26 mai 2000



Ouvrage collectif dirigé par
D. Egret, J.-L. Halbwachs et J.-M. Hameury

Observatoire astronomique de Strasbourg
et
Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (SF2A)

Table des Matières

Préface	iii
<i>Jean-Marie Hameury, Jean-Louis Halbwachs et Daniel Egret</i>	
Remerciements	v
Liste des participants	vii
Présentation générale des étoiles doubles	
<i>Jean-Louis Halbwachs</i>	1
Binaires semi-détachées : taxonomie	19
<i>Jean-Marie Hameury</i>	
Calcul des distributions statistiques de base	35
<i>Jean-Louis Halbwachs</i>	
Géométrie de Roche	57
<i>Jean-Marie Hameury</i>	
Calcul des éléments des binaires à éclipses	67
<i>Pierre North</i>	
L'astrométrie spatiale et les étoiles multiples	101
<i>François Mignard</i>	
Hipparcos et les binaires serrées	127
<i>Frédéric Arenou</i>	
Planètes extra-solaires	141
<i>Stéphane Udry</i>	
Les techniques de haute résolution angulaire comme outil pour l'ob- servation des systèmes binaires pré-séquence principale	185
<i>Gaspard Duchêne</i>	
Cartographie des disques	207
<i>Jean-Marie Hameury</i>	
Environnement des couples serrés : disques et jets, connexion accrétion-éjection	217
<i>Christian Motch</i>	
Oscillations millisecondes des binaires X : La révolution de RXTE	243
<i>Jean-François Olive</i>	

Les ADAF : Application aux binaires X	287
<i>Jean-François Olive</i>	
La formation des systèmes doubles et multiples	307
<i>Ian A. Bonnell</i>	
Structure et evolution des étoiles de faible masse et des naines brunes	331
<i>Gilles Chabrier</i>	
Formation et évolution des binaires X - Pulsars millisecondes . .	335
<i>Isabelle Baraffe</i>	
La coalescence des objets compacts	337
<i>Robert Mochkovitch</i>	
Quelques bases de données d'étoiles doubles et multiples	353
<i>Edouard Oblak</i>	

Préface

Des systèmes à grandes séparations aux couples serrés, les étoiles binaires recouvrent une palette thématique très large, qui bénéficie des développements instrumentaux récents ou en cours : l'optique adaptative qui permet l'observation en infrarouge de systèmes très jeunes portant la marque du processus de formation, ou des compagnons faibles de masses sous-stellaires ; les observations astrométriques du satellite Hipparcos traduisent elles aussi la présence de compagnons, qu'ils soient étoiles ou naines brunes, enfin, les mesures de vitesses radiales atteignent une précision telle que l'étude des binaires spectroscopiques recouvre celle des compagnons planétaires comparables à Jupiter.

Utilisées conjointement, ces techniques apportent des progrès décisifs dans deux domaines : la détermination de la distribution des rapports de masses, donc du processus de formation des étoiles doubles et multiples, et l'étude des étoiles du bas de la séquence principale, y compris des naines brunes, dont les masses deviennent accessibles.

Dans le domaine des binaires serrées en interaction que sont les variables cataclysmiques et les binaires X, les progrès observationnels viendront d'abord avec les observatoires spatiaux Chandra et XMM-Newton dans le domaine du rayonnement X, puis, d'ici deux ans, dans le domaine gamma avec INTEGRAL. Ces missions permettront d'établir des diagnostics précis sur l'environnement de l'objet effondré (trou noir, étoile à neutron, naine blanche) et sur les phénomènes de haute énergie qui s'y produisent, tels que la formation de jets ou l'accélération de particules. L'organisation d'une école autour de ces thématiques était donc particulièrement opportune. Un autre aspect un peu original de cette école était de rassembler des communautés qui, bien qu'ayant des thématiques voisines, ont trop peu l'occasion de confronter leurs expériences. Et pourtant, les binaires X, les exoplanètes et les doubles visuelles sont des systèmes doubles ! Les environnements sont certes différents, mais certaines techniques observationnelles (détermination des masses, des orbites, courbes de lumière, etc.) sont similaires, et requièrent l'utilisation de moyens puissants existants ou programmés permettant d'atteindre des résolutions spatiales (optique adaptative ; interférométrie sur GI2T ou le VLTI) ou spectrales (HARPS, ...) inégalées.

Ce recueil de cours ne donne qu'une idée imparfaite du déroulement de l'école. Il faudrait pouvoir décrire l'ambiance générale de Goutelas, qui se traduit par exemple par de multiples discussions et contacts entre les participants. C'est là une particularité depuis toujours de l'école de Goutelas qui en fait sa richesse, et sans doute faut-il y voir la raison de son succès et de sa longévité.

Jean-Marie Hameury, Jean-Louis Halbwachs, Daniel Egret

Remerciements

Les organisateurs expriment leur gratitude envers tous ceux qui ont contribué au succès de cette école. Par ordre d'entrée en scène, nous pensons particulièrement :

- A nos amis niçois, Daniel Benest et Frédéric Thévenin, qui nous ont fait bénéficier de leur expérience d'anciens organisateurs de l'école. Daniel nous a accompagné tout au long de cette première mouture strasbourgeoise, et ses généreuses distributions de digestif furent également très appréciées !
- Au CNRS, pour le financement de l'école. Le bureau de la Formation permanente de la Délégation Alsace, tenu successivement par Mesdames Véronique Bénard et Anita Grasset, nous a apporté une aide précieuse pour le bon franchissement des diverses étapes administratives.
- Au Comité Scientifique d'organisation, pour son concours dans la recherche des orateurs.
- A la SF2A, pour sa contribution à la diffusion de l'annonce de l'école.
- Aux secrétaires et agents techniques de l'Observatoire de Strasbourg, qui assurèrent une large part de l'organisation :
 - Fabienne Woelfel s'est occupée de la documentation ;
 - Estelle Brunette a enregistré les demandes d'inscriptions ;
 - Sylvie Bulot a mis en place la page web de l'école et son formulaire d'inscription, et nous a obtenu un précieux vidéo-projecteur ;
 - Chantal Bruneau a veillé au remboursement des intervenants ; elle a aussi assuré le soutien logistique sur place, organisant les activités culturelles et les transports ; cette dernière tâche fut loin d'être une sinécure, en raison des défaillances consécutives aux mouvements sociaux d'une partie du personnel d'une entreprise nationale.
- A Monsieur Jean-Michel Trio, responsable du service d'information de la Délégation Alsace du CNRS, qui nous prêta gracieusement un vidéo-projecteur, rendant ainsi possible des séances de TD qui furent très appréciées.
- Au personnel du Centre Culturel de Goutelas, pour l'excellent accueil qui nous a été réservé.
- Aux nombreux intervenants, pour la qualité de leur prestation et la célérité avec laquelle ils ont tous envoyé leur manuscrit, malgré

leurs multiples obligations. Nous aurons une mention spéciale pour Stéphane Udry, qui présenta aussi la traditionnelle conférence publique.

- ... et à tous les participants pour l'excellente ambiance qui régna tout au long de l'école!

Strasbourg, le 8 janvier 2001

Jean-Louis Halbwachs, Jean-Marie Hameury et Daniel Egret

Liste des Participants

Arenou Frédéric	DASGAL, Observatoire de Paris
Aristidi Eric	Département d'Astrophysique, Univ. de Nice-Sophia Antipolis
Baraffe Isabelle	Centre de Recherche Astronomique de Lyon
Benest Daniel	Observatoire de la Côte d'Azur, Nice
Bonnell Ian	Institut d'Astronomie de Cambridge, G.B.
Briot Danielle	Observatoire de Paris
Carquillat Jean-Michel	Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse
Chabrier Gilles	Centre de Recherche Astronomique de Lyon
Chauville Jacques	DASGAL Observatoire de Meudon
Collet Julien	Observatoire de Besançon
Debray Bernard	Observatoire de Besançon
Delmotte Nausicaa	Observatoire Astronomique de Strasbourg
Duchêne Gaspard	LAOG, Observatoire de Grenoble
Egret Daniel	Observatoire Astronomique de Strasbourg
Fuchs Yael	CEA Gif-sur-Yvette
Girard Thierry	Observatoire de la Côte d'Azur
Halbwachs Jean-Louis	Observatoire Astronomique de Strasbourg
Hameury Jean-Marie	Observatoire Astronomique de Strasbourg
Janot-Pacheco Eduardo	Observatoire de Paris, Meudon
Lebreton Yveline	Observatoire de Paris, et Univ. de Rennes
Mignard François	Observatoire de la Côte d'Azur, Grasse
Mochkovitch Robert	Institut d'Astrophysique de Paris
Motch Christian	Observatoire Astronomique de Strasbourg
North Pierre	Institut d'Astronomie de l'Univ. de Lausanne
Oblak Edouard	Observatoire de Besançon
Olive Jean-Francois	CESR, Toulouse
Palasi Julienne	DASGAL, Observatoire de Paris
Piquard Sandrine	Observatoire Astronomique de Strasbourg
Pourbaix Dimitri	Université Libre de Bruxelles
Prieur Jean-Louis	Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse
Sabat Hanna	CESR, Toulouse
Udry Stéphane	Observatoire de Genève, Suisse

