

références | astronomiques

la Carte du Ciel

Jérôme Lamy



l'Observatoire
de Paris

EDP
SCIENCES

La Carte du Ciel

références | astronomiques

La Carte du Ciel

Histoire et actualité d'un projet scientifique international

Sous la direction de
Jérôme Lamy

Préface de **Daniel Egret**



17, avenue du Hoggar
Parc d'activité de Courtaboeuf, BP 112
91944 Les Ulis Cedex A, France

Couverture, maquette intérieure : Thierry Gourdin

Mise en page : Exegraph

Imprimé en France

ISBN EDP Sciences : 978-2-7598-0057-5

ISBN Observatoire de Paris : 978-2-901057-60-4

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2008

Sommaire

PRÉFACE	7
REMERCIEMENTS	11
INTRODUCTION	13
1- LA CARTE DU CIEL : GENÈSE, DÉROULEMENT ET ISSUES	19
Ileana CHINNICI	
2- LA CARTE DU CIEL ET L'AJUSTEMENT DES PRATIQUES (FIN XIX ^e - DÉBUT XX ^e SIÈCLE)	45
Jérôme LAMY	
3- L'OPÉRATION DE LA CARTE DU CIEL DANS LES CONTEXTES INSTITUTIONNEL ET TECHNIQUE DE L'ASTRONOMIE FRANÇAISE À LA FIN DU XIX ^e SIÈCLE	69
Françoise LE GUET TULLY	
Jérôme DE LA NOË	
Hamid SADSAOUD	
4- LA PHASE CRITIQUE DE LA CARTE DU CIEL À PARIS, 1920-1940	109
Arnaud Saint-Martin	
5- LA CARTE DU CIEL VUE DE POTSDAM	129
Charlotte BIGG	
6- LA DÉTECTION DE LA MATIÈRE INTERSTELLAIRE SUR LES PLAQUES PHOTOGRAPHIQUES DE LA CARTE DU CIEL	155
Alain FRESNEAU	
7- MESURE DES MAGNITUDES STELLAIRES SUR LES PLAQUES DE LA CARTE DU CIEL	169
Emmanuel DAVOUST	

LA CARTE DU CIEL

8-	(CENT ANS APRÈS...) HIPPARCOS, UNE TROISIÈME DIMENSION POUR LA CARTE DU CIEL.....	177
	Frédéric ARENOU Catherine TURON	
9-	LES TRACES MATÉRIELLES DE LA CARTE DU CIEL : LE CAS DES OBSERVATOIRES D'ALGER ET DE BORDEAUX.....	213
	Françoise LE GUET TULLY Jean DAVOIGNEAU Jérôme LAMY Jérôme DE LA NOË Jean-Michel ROUSSEAU Hamid SADSAOUD	
	CONCLUSION	237
	BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE	245
	INDEX NOMINUM	247

Préface

Cartographier le ciel de façon complète, en enregistrant les positions de tous les astres détectables avec les meilleurs instruments d'observation disponibles : on comprend que cette ambition ait fasciné les savants, au cours des siècles, les défis à relever gagnant en complexité au fur et à mesure des avancées des technologies d'observation.

Lorsque le contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris, organise en 1887 le projet international de la Carte du Ciel, c'est l'irruption de la photographie astronomique qui fournit le nouveau support adapté à cette ambition. C'est ce développement technologique qui va rendre possible cette entreprise – l'une des toutes premières collaborations scientifiques à l'échelle mondiale – à laquelle plusieurs dizaines de femmes et d'hommes vont consacrer la totalité de leur activité professionnelle.

On s'est souvent interrogé sur l'utilité des fruits de cette entreprise majeure de l'astronomie mondiale, lancée à une époque charnière où une nouvelle branche de la science, l'astronomie physique (on dit maintenant l'astrophysique) prenait un essor décisif. À cette interrogation légitime, sont données des réponses tout au long des chapitres qui décrivent les hauts et les bas d'une aventure humaine et scientifique hors du commun.

Il se trouve que, pour ma part, jeune assistant astronome à Strasbourg en 1973, j'ai eu la chance d'être témoin de l'un des derniers épisodes de cette

aventure, lorsque Pierre Lacroute, à l'observatoire de Strasbourg, achevait de mettre au point les catalogues astrophotographiques issus de la Carte du Ciel. À cette époque, comme le rappellent Frédéric Arenou et Catherine Turon, le même Pierre Lacroute, avec d'autres astrométristes européens parmi lesquels se trouvaient Erik Hoeg et Jean Kovalewski, posait les premiers jalons de ce qui deviendra le projet *Hipparcos* : cette fructueuse mission d'astrométrie spatiale (1989-1993) de l'Agence Spatiale Européenne aura permis de cartographier avec une très haute précision les positions de 120 000 étoiles. Cette astrométrie de précision donne alors accès, pour ces astres, à une donnée fondamentale : leur parallaxe, et donc leur distance. On lira, dans ce volume, comment le projet *Tycho*, utilisant les repéreurs d'étoiles du même satellite, utilisera le *Catalogue Astrophotographique* de la Carte du Ciel pour dériver une cartographie de précision inégalée pour plus de deux millions d'étoiles.

Il est intéressant de noter que c'est aussi au début des années 1970 que le Professeur Lacroute, sur la proposition visionnaire de Jean Delhaye, installait à Strasbourg le Centre de Données (CDS) qui deviendra, trente ans plus tard, l'un des nœuds centraux de l'Observatoire Virtuel.

L'enjeu pour le CDS, en cette fin du xx^e siècle, fut de construire les concepts et les outils qui fourniraient la maîtrise de la collection, de la manipulation, et de l'identification croisée d'une très grande diversité de catalogues d'observation. Il me plaît de voir certains points de correspondance entre l'entreprise de la Carte du Ciel et l'organisation internationale de l'Observatoire Virtuel qui mobilise actuellement des dizaines d'institutions pour fournir à l'ensemble de la communauté scientifique de nouvelles capacités d'exploration de l'Univers dans toutes ses dimensions.

Au moment où paraît cet ouvrage, l'astrométrie est de nouveau au cœur des préoccupations des astronomes contemporains, avec le projet Gaia, mission pierre angulaire du programme Horizon 2000+ de l'Agence Spatiale Européenne dont le lancement est prévu en 2011. L'avance manifeste de la communauté scientifique européenne dans ce domaine n'est-elle pas un héritage à mettre au crédit de la Carte du Ciel ?

Il est un autre élément frappant dans cette renaissance de la cartographie céleste, ce sont les nouvelles dimensions de l'astrométrie : c'est d'abord la mesure massive de parallaxes qui fournit une nouvelle compréhension de la

distance des étoiles ; mais ce sont aussi de nouvelles dimensions spectrales, par la multiplication des grands relevés en différentes couleurs et longueurs d'onde. Et en effet, les relevés systématiques et l'observation de champs profonds du ciel sont devenus des instruments clefs de réponse aux grands problèmes de l'astrophysique contemporaine : de la détection des planètes extrasolaires à la compréhension des grandes structures cosmologiques. Et les développements technologiques permettent d'ajouter une autre dimension essentielle, celle du temps, en multipliant d'année en année, voire de nuit en nuit, les visions d'une même partie du ciel pour en détecter les plus infimes variations. Ce dernier aspect est au cœur du très ambitieux projet du Large Synoptic Survey Telescope américain qui prévoit, dès 2013, de cartographier chaque nuit une grande partie du ciel visible.

Le rêve des poètes de dénombrer les étoiles n'a décidément pas fini de s'incarner à travers de nouveaux défis technologiques.

Daniel Egret
Président de l'Observatoire de Paris
30 octobre 2007

Remerciements

Je remercie Dominique Pestre (EHESS, Centre Alexandre Koyré) et David Aubin (Université Paris VI), responsable du projet ANR « *De Humboldt à Gaia : Histoire des sciences du système-Terre* », pour le soutien financier qu'ils ont apporté à la Journée d'étude précédant l'édition de cet ouvrage. Je leur suis très reconnaissant d'avoir accepté de présider les différentes sessions de cette rencontre qui s'est tenue au Centre Alexandre Koyré, le 5 octobre 2006.

Laurence Bobis, directrice de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, et James Lequeux, m'ont prodigué de nombreux conseils dans l'achèvement de ce livre. Je leur exprime ici toute ma reconnaissance.

Je remercie Daniel Egret, Président de l'Observatoire de Paris, qui a bien voulu rédiger la préface de l'ouvrage.

LA CARTE DU CIEL, L'INVENTAIRE INACHEVÉ

Jérôme LAMY

LISST – UMR CNRS 5193 – Université Toulouse II

La Carte du Ciel est un objet d'étude aussi complexe que passionnant. Lancée en 1887 par Ernest Mouchez, alors directeur de l'Observatoire de Paris, elle ne sera jamais totalement achevée et s'interrompt officiellement en 1970. L'objectif affiché par ses promoteurs à la fin du XIX^e siècle est à la fois simple et ambitieux : il s'agit « *constater l'état général du ciel à l'époque [et] d'obtenir des données qui permettront de déterminer les positions et les grandeurs de toutes les étoiles jusqu'à un ordre donné de grandeur* ». Ce programme astrométrique s'inscrit dans la longue histoire des inventaires célestes, scandée notamment par les travaux d'Hipparque, de Tycho Brahé et Jérôme Lalande.

L'originalité de la Carte du Ciel réside dans le moyen employé pour repérer les astres. Mouchez propose en effet de recourir à la photographie, technique émergente dans les pratiques savantes de la fin du XIX^e siècle.

L'entreprise de la Carte du Ciel se distingue encore, au moment de son lancement, par la logique de recherche inédite qu'elle met en jeu. Ce sont en effet dix-huit observatoires répartis sur l'ensemble du globe qui participent à l'inventaire photographique du ciel. La France joue certes un rôle moteur dans la Carte du Ciel, mais elle doit s'intégrer dans une géopolitique de la science qui tient compte des susceptibilités nationales et de leur nécessaire dépassement.

Cette dimension mondiale de la recherche scientifique contraint les astronomes impliqués à inventer des formes d'organisation et de travail. La standardisation des pratiques et du matériel, l'indispensable coordination des actes, et la fluidité dans la circulation des informations dessinent, à la fin du XIX^e siècle, une nouvelle manière de faire de la science.

La durée dans laquelle s'inscrit la Carte du Ciel constitue également une particularité notable. Ce programme scientifique s'étend sur près de cent ans et il a mobilisé, au moins jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, un personnel nombreux. De fait, il entre en concurrence, pour les moyens et les grandes orientations scientifiques, avec d'autres secteurs de la recherche astronomique, notamment l'astrophysique. Ce développement de la Carte du Ciel dans une temporalité longue autorise bien sûr les expérimentations et les tâtonnements, mais c'est aussi l'enlisement qui menace, la dispersion qui guette.

Enfin, et c'est l'un des traits les plus singuliers, la Carte du Ciel connaît, après son arrêt en 1970, des prolongements divers, directs et indirects. L'astrométrie n'est certes plus au cœur des questionnements astronomiques récents, mais elle reste présente, malgré tout, dans les programmes spatiaux d'Hipparcos et de Gaia. D'autres travaux exploitent la masse d'informations collectées pour la Carte du Ciel en les intégrant à des problématiques plus actuelles sur la structure de l'Univers.

Restituer la singularité et la complexité de la Carte du Ciel nécessite des compétences multiples. La journée d'étude organisée au Centre Alexandre Koyré, avec le soutien de l'Agence Nationale de la Recherche, le 5 octobre 2006 a réuni des historiens et des astronomes qui se sont efforcés de croiser les points de vue, de varier les éclairages, de diversifier les angles d'analyse, afin de comprendre les origines, le déploiement, l'interruption et les usages ultérieurs de la cartographie céleste imaginée par Ernest Mouchez. Le présent volume rassemble, pour l'essentiel, les communications prononcées lors de cette rencontre. Il est possible de discerner deux grandes parties :

Les aspects historiques de la Carte du Ciel

Ileana Chinnici propose une vue panoramique de la Carte du Ciel en détaillant sa genèse, son déroulement et son issue. Elle insiste sur les objectifs scientifiques initiaux et leur évolution au cours du temps. Les aspects politiques

de l'entreprise sont également analysés ; ils permettent de souligner les enjeux nationaux et internationaux qui sous-tendent le projet.

Jérôme Lamy s'intéresse aux modes d'organisation et de coordination qui caractérisent la Carte du Ciel. La standardisation des instruments et la normalisation des pratiques s'opèrent sur un mode directif. Les instances dirigeantes de la Carte du Ciel élaborent des règles très contraignantes pour uniformiser les opérations. Les astronomes doivent donc ajuster les normes édictées à leur expérience d'observateurs. Les débats qui agitent les conférences internationales de la Carte du Ciel réunies à Paris en 1887, 1889 et 1891, permettent d'apaiser les tensions entre prescriptions et pratiques individuelles. De plus, le *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte du Ciel*, véritable forum informel, offre un espace inédit de discussion sur les aménagements à envisager.

Françoise Le Guet Tully, Hamid Sadsaoud et Jérôme de La Noë analysent le contexte institutionnel français dans lequel naît la Carte du Ciel. Dans les années 1880, le régime républicain réorganise totalement la recherche astronomique. À Paris, l'instrumentation est totalement renouvelée sous l'impulsion de Maurice Lœwy. En province, les efforts de décentralisation permettent un accroissement significatif des arsenaux techniques de Marseille et Toulouse, ainsi que l'édification des établissements de Besançon, Lyon et Bordeaux. À Alger, la station astronomique créée sous le second Empire est transformée en un observatoire particulièrement dynamique grâce à l'implication de Charles Trépied. Ce panorama des établissements astronomiques permet de cerner les enjeux institutionnels et scientifiques qui concourent à l'engagement des observatoires de Paris, Bordeaux, Toulouse et Alger dans l'entreprise de la Carte du Ciel.

Arnaud Saint-Martin revient sur la « phase critique » de la Carte du Ciel à Paris, entre 1920 et 1940. Il examine en détail la crise que traverse l'astronomie française et l'Observatoire de Paris dans l'entre-deux guerres. La productivité de l'établissement parisien est jugée insuffisante et les conditions climatiques difficiles l'empêchent de développer une activité soutenue. Une délocalisation, loin de la ville, est envisagée. Dans ce contexte délicat, la légitimité de la Carte du Ciel est explicitement remise en cause. En 1930, Henri Mineur se voit confié par Benjamin Baillaud, directeur de l'Observatoire de Paris, un programme de développement de la Carte du Ciel. Il suggère la création d'un laboratoire de statistique stellaire permettant notamment d'inventorier les amas stellaires. Mineur n'est pas soutenu dans son projet et rejoint, en 1933, le service d'astrophysique.

Finalement les décisions de l'Union Astronomique Internationale et les financements du CNR prolongent, dans les années 1930, les activités de la Carte du Ciel.

Charlotte Bigg s'attache à retracer les aléas de la Carte du Ciel depuis l'observatoire de Potsdam. Le cas de cet établissement sert de point de comparaison avec les observatoires français, en particulier en ce qui concerne l'organisation du travail au sein de l'observatoire et le problème de la répartition des ressources humaines et instrumentales dans la poursuite de ce projet de longue haleine. On remarque notamment que si les astronomes allemands, héritiers d'une tradition d'excellence en astrométrie stellaire, se devaient de prendre part à la « Photographische Himmelskarte », ce ne sont pas les observatoires d'astronomie classique mais le nouvel observatoire d'astrophysique de Potsdam qui entreprendra cette tâche. Les études effectuées dans ce cadre sur la photographie stellaire et surtout la photométrie photographique seront ainsi considérées comme des contributions à la jeune science astrophysique – du moins jusqu'à ce que la Carte du Ciel entre en concurrence dans l'observatoire avec les projets de catalogues de spectres stellaires et de mesure des vitesses radiales.

Les usages successifs de la Carte du Ciel depuis les années 1970

Emmanuel Davoust détaille la mesure des magnitudes stellaires sur les plaques de la Carte du Ciel. Il expose la méthode qu'il a mis au point pour déterminer les magnitudes apparentes des étoiles des plaques de la Carte du Ciel. La plaque photographique est d'abord numérisée par un scanner du commerce, avec une résolution de 2400 dpi. Le fichier obtenu est analysé par le logiciel SExtractor, couramment utilisé pour créer des catalogues d'objets dans des images CCD grand champ. En parallèle, un catalogue des étoiles de magnitude connue dans la zone est créé, qui sert d'abord à calibrer le système de coordonnées de la plaque. Les objets détectés par SExtractor dont les coordonnées correspondent à celles d'étoiles connues servent ensuite à établir la relation entre les densités photographiques mesurées et les magnitudes stellaires bleues. En tenant compte d'un effet lié à la distance des étoiles au centre de la plaque, il est possible de déterminer des magnitudes apparentes avec une précision d'environ un tiers de magnitude. L'objectif d'Emmanuel Davoust est de rechercher des étoiles variables sur les dix mille plaques de la Carte du Ciel de la zone de Toulouse.

Alain Fresneau évoque les modes de détection de la matière interstellaire sur les plaques photographiques de la Carte du Ciel. Les premiers clichés de

la Carte du Ciel en 1887 ont fait remarquer la présence de la matière interstellaire. Ce n'est que vers 1930 que les astronomes ont essayé d'utiliser l'héritage de la Carte du Ciel pour détecter d'éventuels bras spiraux de notre Galaxie. Grâce à des machines de mesure rapides construites dans les années 1970 pour mesurer des plaques photographiques de télescope de Schmidt, et grâce à des clichés de la Carte du Ciel de l'Observatoire de Paris, la matière interstellaire dans la région de l'Aigle a pu être détectée, et grâce à des clichés Carte du Ciel de l'observatoire de Sydney, le bras spiral du Sagittaire a pu être détecté.

Frédéric Arenou et **Catherine Turon** s'intéressent au projet Hipparcos comme troisième dimension de la Carte du Ciel. Ils remarquent que lorsque les travaux de la Carte du Ciel débutent, quelques parallaxes annuelles d'étoiles sont connues. En complément du Catalogue qu'apporte la Carte du Ciel, la quête pour la troisième dimension rappelle l'enjeu considérable qu'a toujours été la mesure de l'univers visible. Frédéric Arenou et Catherine Turon mentionnent l'évolution de cette connaissance, en insistant sur les progrès récents, avec Hipparcos/Tycho, et à venir, avec Gaia. Dans les deux cas, il s'agit non seulement d'une revanche de l'astrométrie comme outil essentiel à l'astrophysique, mais de plus, avec Tycho-2, c'est un pont de près d'un siècle construit avec la Carte du Ciel.

Françoise Le Guet Tully, Jean Davoigneau, Jérôme Lamy, Jérôme de La Noë, Jean-Michel Rousseau et **Hamid Sadsaoud** évoquent les traces matérielles de la Carte du Ciel subsistant dans les observatoires d'Alger et de Bordeaux. Ils examinent d'abord l'opération d'inventaire du patrimoine astronomique entreprise à partir du milieu des années 1990. Ils examinent ensuite les éléments concrets constituant aujourd'hui le patrimoine de la Carte du Ciel : lunettes, abris, accessoires, laboratoires, réseaux, plaques de verre, registres, machines à mesurer les clichés, et cartes.

La réunion de ces textes vise à éclairer, dans ses dimensions scientifiques, techniques, sociales et politiques, un programme de recherche ample et ambitieux, initié à la fin du XIX^e siècle et dont l'empreinte subsiste tout au long du XX^e siècle. Nous espérons ainsi intéresser un lectorat désireux de comprendre les logiques historiques et scientifiques de la Carte du Ciel. Cet ouvrage se veut aussi un outil de réflexion sur les projets scientifiques à long terme dont la fécondité ne peut être évaluée sur des critères d'immédiate rentabilité.

LA CARTE DU CIEL : GENÈSE, DÉROULEMENT ET ISSUES

Ileana CHINNICI

INAF – Osservatorio Astronomico di Palermo Giuseppe S. Vaiana

Introduction

Le sujet des catalogues stellaires est très actuel du fait que plusieurs missions spatiales ont été consacrées pour une large part à l'astrométrie, notamment le satellite Hipparcos, lancé en 1989, et dans le futur, le projet Gaia.

Dans ce domaine, l'astrométrie spatiale a pu s'appuyer sur les données fournies par le Catalogue le plus complet jusque-là rédigé, c'est-à-dire le Catalogue Astrographique, issu de l'entreprise internationale de la Carte du Ciel. Toutes les coordonnées du Catalogue ont été digitalisées à l'U. S. Naval Observatory (USNO). Les CD-ROM AC2000, ACRS (combiné avec les observations de la mission Hipparcos) et ACT (combiné avec les observations de la mission supplémentaire d'Hipparcos, Tycho), sont parus en 1997 et ont été utilisés pour l'étude des mouvements propres des étoiles.

Cet intérêt d'aujourd'hui pour le Catalogue Astrographique oblige à réfléchir attentivement sur le jugement historique concernant la Carte du Ciel et à examiner les différents points de vue qui rendent son analyse très complexe.

Klumpke, Dorothea (1861-1942), 38, 50
 Kovalevsky, Jean, 187, 191, 207, 208, 210
 Krueger, Adalbert (1905-1973), 135-138, 149

L

Lacroute, Pierre (1906-1993), 8, 164, 185,
 192, 207, 209
 Lalande, Jérôme (1732-1807), 13, 141
 Le Guet Tully, Françoise, 215, 231
 Le Verrier, Urbain (1811-1877), 70, 74, 76,
 78-80, 83, 86, 100, 102, 105, 123, 213, 238
 Levy, David H (1948 -), 194
 Lœwy, Maurice (1833-1907), 15, 34, 41, 46,
 73-80, 82, 86, 87, 98, 100, 104, 105, 210,
 226, 220, 232, 234, 235, 238
 Lohse, Oswald (1845-1915), 131, 148
 Liard, Louis (1846-1917), 62, 67, 94
 Louis XIV (1638-1715), 70, 113
 Lundmark, Knut (1889-1958), 118

M

Maanen, Adriaan (1884-1947), 118
 Malraux, André (1901-1976), 215
 Michell, John (1724-1793), 181, 205
 Mignard, F., 192, 208
 Millochau, Gaston (1866 - ?), 109, 111, 121, 122
 Mineur, Henri (1899-1954), 14, 114-118, 124-
 126, 156, 163, 167, 239
 Mouchez, Ernest (1821-1892), 7, 13, 14,
 20-24, 37, 39-42, 45-49, 54, 55, 57, 62-64,
 57, 73, 75, 78, 91, 92, 94, 98, 100, 101, 103,
 106, 109, 114, 124, 130, 134-137, 140, 144,
 145, 148-151, 153, 180, 182, 183, 206, 217,
 233, 234, 237, 238, 240-242, 246

O

O'Connell, Jospeh, 54, 64
 Oort, Jan (1900-1992), 118, 204

P

Pannekoek, Antonie (1873-1960), 118
 Perrault, Claude (1613-1688), 114
 Perrin, Jean (1870-1942), 119
 Pickering, Edward C. (1846-1919), 20, 22,
 32-34, 38-42, 145, 182, 205, 248
 Pogson, Norman (1829-1891), 184
 Press, W.H., 174, 175
 Prin, Georges, 226
 Ptolémée (87-168), 181
 Puiseux, Pierre (1855-1928), 78

R

Rambaud, Charles (1857-1955), 87, 96
 Rayet, Georges (1839-1906), 34, 41, 82-85,
 88, 90, 94-96, 98, 106, 217-219, 224, 227,
 229, 232, 233, 239
 Renz, Franz (1860-1942), 56
 Repsold, Johann Georg (1770-1830), 37, 140,
 217
 Rhijn, Pieter Johannes van (1886-1960), 118
 Rothschild, Albert von (1844-1911), 78
 Russell, Henry N. (1877-1957), 118, 156, 163,
 165, 166, 205

S

Sadi-Carnot (1837-1894), 63
 Saint-Loup, Louis (1831-1913), 82
 Salet, Pierre, 116
 Schaffer, Simon, 51, 62
 Scheiner, Julius (1858-1913), 141-143
 Schjellerup Hans Carl Frederik Christian
 (1827-1887), 141
 Schönfeld, Eduard (1828-1891), 27, 135-138,
 141, 149
 Schwarzschild, Karl (1873-1916), 157
 Schwassmann, Arnold (1870-1964), 141
 Seares, Frederick Hanley (1873-1964), 118

Secchi, Angelo, S. J. (1818-1878), 36
 Sémirot, Pierre (1907-1972), 228
 Shapin, Steven, 62
 Simon, Jules (1814-1896), 83
 Spencer Jones, Harold (1890-1960), 118
 Spörer, Friedrich Gustav Wilhelm,
 (1822-1895), 131
 Steinheil, Karl August von (1801-1870), 24,
 37, 133, 140
 Stephan, Edouard (1837-1923), 82, 89, 100,
 106
 Strömberg, Gustav (1882-1962), 118
 Struve, Friedrich Georg Wilhelm von
 (1793-1864), 105, 179, 180, 182, 206
 Struve, Otto W. (1819-1905), 22, 39, 62, 135,
 181, 182

T

Teucholsky, S.A., 174
 Thiele, 24, 41
 Tisserand, Félix (1845-1896), 41, 54, 60, 73,
 77, 80, 90, 98, 104

Todt, 141
 Trépied, Charles (1845-1907), 15, 34, 57, 59,
 64-67, 87, 96, 105, 106, 164, 218, 219, 221,
 229, 233, 234
 Trimble, Virginia, 201, 211
 Turner, Herbet T. (1861-1930), 27

V

Vernant, Jean-Pierre, 62, 66
 Vetterling, W.T., 174, 175
 Vogel, Hermann Carl (1841-1907), 58, 131,
 134, 135, 137-140, 142-145, 147, 148, 150-
 153, 205, 222, 240

W

Wanschaff, 130, 151
 Weimer, T., 196, 209
 Wilhelm Förster (1832-1921), 131, 147, 149
 Worley, Charles E. (1935-1997), 184, 207

Z

Zach, Franz Xaver von (1754-1832), 137
 Zöllner, Karl Friedrich (1834-1882), 131