

IL CONTRIBUTO DI PADRE FRANCESCO DENZA ALLA RICERCA ASTRONOMICA

Ileana CHINNICI

Istituto di Astronomia Università di Palermo - Observatoire de Paris

Con la scoperta delle leggi di Kirchhoff sulla radiazione (1859), si aprì un nuovo capitolo nella storia della ricerca astronomica. L'uso della spettroscopia in astronomia portò alla nascita di una nuova branca della scienza celeste, l'astronomia fisica, detta poi astrofisica, che indagava non più solo i moti ma anche la natura e composizione degli astri, mediante l'analisi spettrale della radiazione da essi emessa.

La seconda metà del XIX secolo vide quindi tutto un fervere di osservazioni spettroscopiche in campo astronomico. Com'era naturale, gran parte dell'interesse dei primi spettroscopisti fu rivolto allo studio del Sole. Essi avevano finalmente a disposizione uno strumento che avrebbe consentito di indagarne la composizione chimica e le proprietà fisiche. Lo spettro della luce solare, ottenuto da Joseph Fraunhofer (1787 - 1826) nel 1817, con le sue righe di assorbimento, diveniva ora, grazie alle leggi di Kirchhoff, una mappa dettagliata degli elementi chimici presenti nel Sole. Di fatto, gran parte delle ricerche spettroscopiche fu dedicata all'identificazione di tali righe grazie all'analisi spettrale di laboratorio.

Particolare interesse, dal punto di vista spettroscopico, presentavano le eclissi totali di Sole; col disco solare occultato era infatti possibile osservare l'emissione dei soli strati superficiali e determinare la natura di strutture quali la cromosfera, le protuberanze e la corona solare. Durante l'eclisse totale del 1868, visibile dall'India, furono osservate per la prima volta, da diversi osservatori, le brillanti righe di emissione della cromosfera e delle protuberanze, che si rivelarono quindi costituite da materia gassosa, prevalentemente da idrogeno e da un nuovo elemento, denominato "elio" dagli inglesi J. Norman Lockyer (1836 - 1920) ed Edward Frankland (1825 - 1899). Nello stesso anno Jules C. Janssen (1824 - 1907) e Lockyer, indipendentemente, scoprirono il metodo per osservare le protuberanze in pieno sole (fuori dalle eclissi), consistente essenzialmente nel posizionare la fenditura dello spettroscopio in posizione tangenziale rispetto al bordo solare.(1); questo consentì agli astronomi spettroscopisti di eseguire osservazioni giornaliere delle protuberanze e di indagarne la correlazione con macchie e facole.

Le eclissi tuttavia non cessarono di avere la loro importanza: esse infatti erano una condizione indispensabile per osservare la corona (2). Proprio l'analisi dell'immissione coronale fu per lungo tempo un vero rompicapo. Durante l'eclisse del 1869, infatti, William Harkness (1837 - 1903) e Charles A. Young (1834 - 1908) avevano osservato una misteriosa riga verde, denominata 1474K, secondo la mappatura di Kirchhoff, ed in un primo tempo identificata con una riga del ferro (3). La posizione di questa riga venne tuttavia in seguito più volte rettificata, senza però riuscire a trovare un corrispettivo nelle righe prodotte in laboratorio. Nello spettro della corona, oltre alla 1474K, vennero talvolta osservate altre righe più deboli, sulla cui posizione restava sempre grande incertezza. È in questo contesto che si muovono le prime ricerche di spettroscopia in Italia, ricerche in cui il giovane paese unitario si trovò ai primi posti in Europa, grazie ai lavori di Giovan Battista Donati (1826 - 1873) a Firenze, abilissimo costruttore di spettroscopi, di Lorenzo

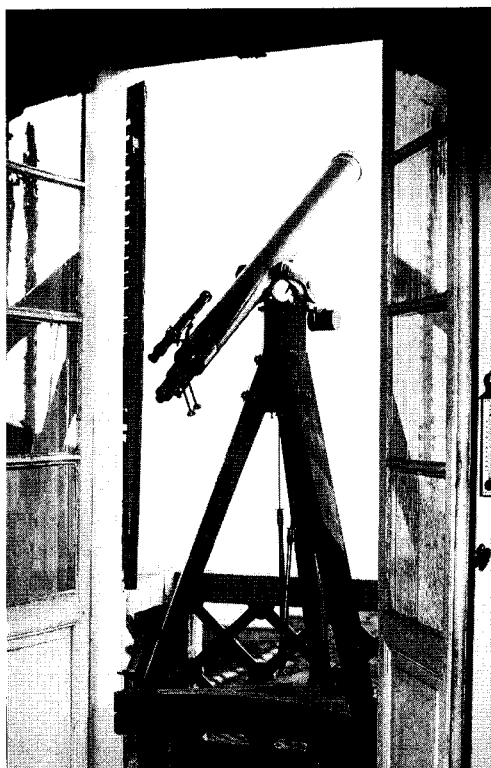
Respighi (1824 - 1889) all'Osservatorio del Campidoglio, fra i primi ad occuparsi di spettroscopia solare, di Pietro Tacchini (1838 - 1905) all'Osservatorio di Palermo, cui si deve una delle prime classificazioni delle protuberanze solari (1871) e del gesuita Angelo Secchi (1818 - 1878), che rese glorioso il nome dell'Osservatorio del Collegio Romano con le sue notissime ricerche di spettroscopia solare e con la sua celebre classificazione spettrale delle stelle, compiuta tra il 1863 ed il 1877, lavoro che gli attribuì fama internazionale.

L'ECLISSE DEL 1870 E LE PRIME RICERCHE SPETTROSCOPICHE DI F. DENZA

Un anno importante nella storia della spettroscopia italiana è il 1870, anno in cui si verificò un'eclissi totale di Sole la cui linea di totalità attraversava la parte sud-orientale della Sicilia. Gli astronomi italiani non potevano lasciarsi sfuggire una occasione così favorevole per organizzare una spedizione scientifica per l'osservazione dell'eclissi. Notevoli pressioni furono quindi esercitate sul Governo da parte di numerosi astronomi, primo fra tutti Tacchini, in quel periodo astronomo aggiunto all'Osservatorio di Palermo e futuro direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano, nonchè grande organizzatore della ricerca scientifica in Italia. Il Governo italiano finanziò così la sua prima spedizione scientifica (4): questa rappresentò di fatto l'occasione propizia per dotare i principali osservatori italiani di strumenti spettroscopici.

Fu proprio l'eclisse del 1870 che fornì a Francesco Denza (1834 - 1894) l'occasione per iniziare i suoi studi di spettroscopia, studi che proseguirà anche negli anni successivi, pur senza divenire il suo principale ambito di ricerca, che rimarrà sempre la meteorologia: vale quindi la pena di soffermarsi sulla sua partecipazione alla spedizione e sul contributo da lui apportato.

In vista dell'organizzazione della spedizione, il Ministero dell'Istruzione Pubblica nominò una Commissione con l'incarico di provvedere ai preparativi. Presidente della Commissione fu nominato Giovanni Santini (1786 - 1877), direttore dell'Osservatorio di Padova e decano degli astronomi italiani. A causa dell'età avanzata - aveva ottantatré anni - la sua carica fu essenzialmente onorifica; l'incarico di curare l'organizzazione della spedizione venne perciò nominalmente assunto dal vice-presidente Gaetano Cacciato (1814-1889), direttore dell'osservatorio di Palermo. Di fatto, tale incarico fu svolto da Tacchini, al quale Cacciato delegò l'esecuzione dei preparativi. Gli altri componenti della Commissione erano Annibale De Gasparis (1819-1892), direttore dell'osservatorio di Napoli-Capodimonte,



Il cannocchiale usato da P. Denza

Giovan Battista Donati, direttore della Specola di Firenze e Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910), direttore dell'osservatorio di Milano. Fu invitato a prendere parte ai lavori anche Angelo Secchi, che non poteva essere membro a pieno titolo della Commissione governativa perché dipendente dallo Stato Pontificio. La Commissione stabilì di erigere due stazioni di osservazione, per minimizzare il rischio che il maltempo compromettesse i lavori. Occorreva quindi provvedere un adeguato numero di osservatori e di strumenti. Tra gli altri, il Governo italiano invitò Francesco Denza, allora direttore dell'osservatorio di Moncalieri, ad unirsi alla spedizione, su suggerimento di Secchi che lo volle come collaboratore. Poco esperto di osservazioni spettroscopiche, Denza si preparò a prender parte alla missione scientifica recandosi al Collegio Romano ed all'osservatorio del Campidoglio per esercitarsi nelle osservazioni delle protuberanze sotto la direzione di Secchi e Respighi. In Sicilia Denza portò con sé da Moncalieri un rifrattore Merz di 108 mm di apertura, uno spettroscopio Hofmann a cinque prismi a visione diretta e diversi strumenti meteorologici e si stabilì, con Secchi, Donati, Cacciatore e Blaserna (6), nella stazione di Augusta. L'altra stazione fu eretta a Terranova - l'odierna Gela - e vi si stabilirono, tra gli altri, Tacchini con Giuseppe Lorenzoni (1834-1914) dell'osservatorio di Padova ed Arminio Nobile (1838-1897) dell'osservatorio di Capodimonte.

I compiti assegnati a Denza ad Augusta furono l'esame spettroscopico della corona solare e la direzione delle operazioni meteorologiche e magnetiche. Egli prestò inoltre assistenza a Secchi nelle operazioni fotografiche e si occupò, insieme a Donati, della regolazione dei cronometri per la determinazione del tempo e della longitudine. Secchi affidava così a Denza uno dei compiti più delicati della missione: l'osservazione dello spettro coronale, questione del massimo interesse, in quel momento. Le due sole eclissi precedenti nelle quali si erano effettuate osservazioni spettroscopiche della corona, nel 1868 e nel 1869, avevano infatti dato risultati contrastanti sia sull'esistenza che sul numero delle righe in emissione. Assistito da Giuseppe De Lisa, astronomo e meteorologo all'osservatorio di Palermo, e su consiglio di Secchi, Denza utilizzò per le osservazioni spettroscopiche un cercatore Dollond, di 68 mm di apertura, dello stesso Secchi; il Merz di Moncalieri venne utilizzato come cercatore per il Dollond e servì inoltre per le osservazioni dirette del bordo solare. Nonostante Denza avesse portato con sé un pregevole spettroscopio Hofmann in dotazione a Moncalieri, Secchi gli suggerì di servirsi di un suo spettroscopio Hofmann, più piccolo e meno dispersivo, più adatto per tali osservazioni (7).

Anche se lo scopo principale delle osservazioni di Denza era solo quello di determinare il numero delle righe coronali, egli si prefisse di trovare anche, approssimativamente, le loro posizioni mediante confronto con uno spettro solare disegnato a mano. Il tempo nuvoloso ostacolò in parte le osservazioni. Denza fece in tempo ad osservare due righe coronali su un debole spettro continuo:

“Non appena ebbi adattato l'occhio allo spettroscopio, che due righe nitidissime e molto distinte mi si mostrarono nel campo del medesimo. Ambedue erano comprese nella zona dello spettro posto tra la E e la D. La prima, assai vivace, si trovava nella regione del verde presso la E, ma non nella sua stessa posizione; e la seconda meno splendida, era presso il limite di questa regione e quella del giallo. Il fondo, su cui si proiettavano le due righe, era di un verde scuro, il quale diveniva più chiaro e tendente al giallo nell'avvicinarsi alla seconda riga. Nel rimanente campo dello spettroscopio, e massime dal lato dei colori meno refrangibili, mi sembrò di vedere la continuazione dello spettro continuo, ma debolissimo” (8).

Egli osservò dunque la già nota riga verde, la cui posizione stimò però tra 1463K e 1467K, ed una riga vicino al giallo, intorno a 1246K9. Quest'ultima venne identificata da Denza con una riga aurorale, la 1247K, misurata da Joseph Winlock (1826-1875) ed osservata anche da otto W. Struve (1819-1905) e da Anders J. Ångström (1814-1874) nello spettro delle aurore boreali e da quest'ultimo anche nello spettro della luce zodiacale (10). Nonostante ciò, Denza concluse prudentemente che nulla poteva dirsi sull'analogia della luce coronale con quella aurorale e/o zodiacale, questione estremamente dibattuta e controversa negli ambienti astronomici del periodo, sulla quale egli ritornerà ancora, negli anni successivi. Inoltre, la compresenza, nello spettro coronale, del continuo e di righe in emissione lo portò ad affermare che la luce coronale fosse di duplice natura: propria e riflessa. È questa una notevole conclusione per quel periodo e Denza fu tra i primi ad avere una tale intuizione, insieme al francese Janssen, col quale Denza tenne una fitta corrispondenza scientifica e che nell'eclisse del 1871 riuscirà ad osservare anche alcune deboli righe in assorbimento nello spettro coronale, suffragando così tale teoria. L'ipotesi della doppia natura - propria e riflessa - della luce coronale conciliava tra l'altro i risultati contrastanti delle osservazioni spettroscopiche e polariscopiche; queste ultime infatti rilevavano generalmente una forte polarizzazione radiale, chiaro indice della presenza di luce riflessa.

L'idea che la riga coronale 1474K appartenesse al ferro non era del tutto condivisa da Denza (11); egli sembra invece propendere per l'ipotesi, piuttosto diffusa all'epoca, che si trattasse di una riga prodotta da un elemento sconosciuto o comunque irriproducibile in laboratorio. Tale elemento, ritenuto più leggero dell'idrogeno, venne denominato a lungo "coronio", fino al 1941, quando, grazie ai risultati ormai acquisiti della fisica quantistica e della teoria atomica di Bohr, la 1474K e le altre righe coronali verranno riconosciute come righe prodotte dal ferro e da altri elementi altamente ionizzati.

Nella sua relazione, infine, Denza riferisce di aver osservato casualmente, poco prima della fine della totalità, tutto il campo dello spettroscopio riempirsi improvvisamente di righe in emissione per qualche secondo:

“Mentre negli ultimi istanti della fase totale (...) stava di nuovo osservando le due righe della Corona per confrontarle, se fosse stato possibile, colla scala vicina; e la fessura dello spettroscopio era assai dappresso all'orlo solare e pressochè tangente al medesimo (12), (...); ecco che tutto ad un tratto il campo dello spettroscopio mi apparve da capo a fondo interrotto da righe lucidissime, (...). Queste righe io non vidi che per brevissimi istanti, divenendo in seguito la luce troppo forte pel mio strumento; perciò, sebbene la loro vista mi sia rimasta molto impressa nella mente, tuttavia non potrei nulla affermare intorno al loro numero ed alla loro posizione. Questa sola cosa posso asserire con certezza, e cioè che esse erano numerose oltremodo e si estendevano su tutto lo spettro.

La descritta osservazione mi riuscì così improvvisa, che da principio la credetti quasi una illusione...” (13).

Egli non prestò quindi attenzione a questa osservazione, se non dopo che furono noti i risultati di altri astronomi che nel corso della stessa eclisse avevano osservato lo stesso fenomeno, ed in particolare dell'americano Young che lo denominò “flash-spectrum” interpretandolo correttamente come lo spettro prodotto dalla bassa cromosfera quando osservata tangenzialmente senza lo sfondo continuo del disco solare. Denza confermò dunque “a posteriori” l'osservazione dello spettrolampo; esso implicava l'esistenza di un “reversing layern”, in cui le righe di Fraunhofer apparivano in emissione, esistenza previ-

sta dalla teoria della radiazione di Gustav R. Kirchhoff (1824-1887), che venne così brillantemente confermata (14).

Come già detto, Denza condusse anche osservazioni magnetiche durante l'eclisse del 1870. Egli rilevò, in quell'occasione, perturbazioni irregolari dell'ago del declinometro, in correlazione con uno stato meteorologico assai perturbato e concluse che tali perturbazioni magnetiche potevano spiegarsi con le alterate condizioni atmosferiche dovute all'imperversare del maltempo nelle zone vicine ai punti di osservazione dell'eclisse. Questa affermazione, che oggi può sembrare banale, in realtà non lo era affatto per quei tempi; diversi osservatori avevano infatti ipotizzato una presunta influenza delle eclissi sul magnetismo terrestre, pretendendo addirittura di averla dimostrata. È il caso di D. Emilio Diamilla Muller, che eseguì le proprie osservazioni a Terranova e che per uno sciagurato errore nell'applicazione della formula per la determinazione della declinazione magnetica col declinometro di Gauss, rilevò un valore doppio rispetto a quello effettivo, convincendosi così di aver dimostrato l'esistenza di una correlazione fra eclissi e geomagnetismo, in base alla presunta diminuzione delle perturbazioni magnetiche con l'allontanarsi dalla zona della totalità (15). Denza continuerà ancora ad effettuare studi su tale argomento, eseguendo misurazioni magnetiche durante le eclissi parziali visibili da Moncalieri, confermando ogni volta l'assenza di ogni correlazione.

Nel corso dell'eclisse Denza era inoltre riuscito ad osservare alcune protuberanze che, durante la totalità, gli apparvero più luminose e nitide che in pieno sole, come fu rilevato anche dalle osservazioni di Tacchini e Secchi. Egli proseguì lo studio delle protuberanze e l'osservazione spettroscopica della cromosfera solare anche negli anni successivi, come testimoniano tra l'altro diverse lettere inviate in quel periodo a Tacchini, che nel 1871 aveva fondato con Secchi, Nobile, Lorenzoni e Respighi le celebri "Società degli Spettroscopisti italiani" allo scopo di eseguire un programma di monitoraggio continuo del bordo solare, ripartito tra i diversi osservatori e nell'intento, soprattutto, di dare un'organizzazione alla ricerca spettroscopica in Italia, raggruppandone i cultori e fornendo loro un mezzo per lo scambio, il confronto e la collaborazione su questa disciplina (16).

Nel marzo 1872 egli scrive a Tacchini:

"Nel giorno 5 mi sono veramente divertito intorno al sole. Dico divertito perché per adesso non faccio questi studi che come dilettante, finché non avrò montato parallatticamente il cannocchiale, mi costa troppa fatica e troppo tempo fare l'intero giro dell'orlo solare.

Quanto alla pratica materiale di queste osservazioni mi sembra di averla acquistata sufficientemente e quando andai a Roma a posta prima dell'eclisse, e durante la



dimora in Sicilia. Difatti, fin dalla prima volta che montai qui lo spettroscopio, vidi subito le protuberanze, cromosfera, righe rovesciate. Non ho ancora gran pratica delle misure perché l'istrumento è incommodo. Scrissi a Donati per sapere la spesa della montatura parallattica senza circoli minuti. Ma non so se qui si sentiranno di fare questa spesa. Io certamente desidererei molto aiutarvi e far parte della vostra Società. Mah...

Adunque nel 5 facendo il giro dell' orlo solare mi imbattei in belle protuberanze, e vi ravvisai una insolita agitazione. Ma mi sorprese grandemente la grande protuberanza che si mostrò all' orlo occidentale, là dove era tramontato un bel gruppo di macchie osservato nei giorni precedenti. Siccome non aveva uno scopo fisso nelle mie osservazioni, così mi fermai ad osservarne le evoluzioni per circa un' ora e più dalle 11 1/4 a mezzodì e 3/4 e vidi continui e stupendi cangiamenti, vidi un gran numero di quelle fasi che ho più volte lette e viste dipinte (17), ma che non aveva ancor finora osservate, giacchè nè in Sicilia nè a Roma, nè in questi due mesi passati si era mai mostrato un caso simile. Era una vera eruzione, e si vedeva la materia solare innalzarsi a forma di getti della cromosfera, procedere (a) forma di nubi quasi parallela alla cromosfera, e poi ricadere sulla cromosfera stessa, ripiegandosi a forma di un grande arco. Ma è inutile che io vi trattenga in queste cose, e vi faccia perdere tempo. Siccome la giornata era limpida, così in questa occasione mi sono potuto assicurare della bontà dello spettroscopio. La distinzione con cui ho visto tutto era veramente incantevole" (18).

Il nome di Denza non comparirà mai tuttavia nella lista dei membri della Società degli Spettroscopisti Italiani, né vi è traccia di sue pubblicazioni nelle celebri "Memorie" che la Società pubblicò a partire dal 1872. Uno dei motivi più verosimili per una tale esclusione è il fatto che Denza fosse un religioso. Gli accesi contrasti tra il Governo italiano e lo stato Pontificio che avevano preceduto l'annessione di quest'ultimo al territorio nazionale, potrebbero aver resa invisibile ed inopportuna la presenza di un esponente del clero in una società scientifica "laica". L'unica eccezione era costituita da Secchi, i cui meriti erano incontestabili e la cui esclusione anzi sarebbe apparsa quanto mai insensata, tanto più che proprio lui era stato l'ispiratore della Società.

Denza, tuttavia, di fatto fece suo il programma della Società e nel 1874 scrive ancora a Tacchini, non senza un certo tono provocatorio:

"Solo per rendere avvisato Voi che tanta parte prendete agli studi di spettroscopia in Italia, vi annunzio che 'Sino dal mese di Gennaio si sono incominciate qui osservazioni regolari del bordo solare, oltre a quelle delle macchie, che si facevano già'. E ciò perché quest'anno mi è stato dato un ajuto, il P. Volante, che ho addestrato dal mese di settembre in poi; e che ora è incaricato di queste osservazioni. Esse erano state incominciate sino dal mese di dicembre; ma alcuni aggiustamenti dell'istrumento ce le hanno fatte interrompere in quel mese. I disegni originali del gennaio furono mandati al P. Secchi, il quale non ha mancato di aiutarci coi suoi consigli. Con grande nostra soddisfazione il nostro lavoro è stato gradito assai dal P. Secchi. Tra le altre cose egli ci dice: 'In generale tutte le protuberanze, dal 20 gennaio in poi fino al 4 febr. che ho confrontate, sono identiche alle nostre, non solo in generale, ma anche nel carattere fisico.' Ed altrove: 'Il riscontro delle figure è importante benché i giorni li abbiamo quasi tutti.' Forse noi non saremo degni di entrare nella Società degli Spettroscopisti; ma siamo certo lietissimi di aver dato la spinta per primi in queste regioni a studi siffatti (che io incominciai sino dal gennaio 1872) e di aver potuto con-

durre il nostro lavoro al punto di rendere soddisfatto il Padre degli spettroscopisti italiani, non ostante la grande scarsezza di mezzi, ed il nessun aiuto avuto da nessuna parte (19). Noi continueremo a perfezionare il nostro lavoro, e vi persisteremo finché ci sarà possibile, nello intendimento nostro speciale di studiare le coincidenze di questi fenomeni con le variazioni elettromagnetiche e meteorologiche” (20).

Le osservazioni di Denza si inserivano quindi nel quadro degli studi sull'influenza dell'attività solare sulla meteorologia e sul geomagnetismo; già dal 1872 era stata infatti individuata la corrispondenza tra il ciclo undecennale delle macchie solari e quello del magnetismo terrestre, grazie soprattutto al lavoro di sir Edward Sabine (1788-1883), corrispondenza che aveva aperto tutto un campo di studi in proposito.

LUCE ZODIACALE, AURORE BOREALI E OSSERVAZIONI DI METEORE.

Un altro interessante campo di ricerca sviluppato da Denza fu quello degli studi sulla luce zodiacale e sulle aurore boreali. Abbiamo già detto come alcune righe aurorali fossero talvolta osservate anche nello spettro della luce zodiacale, tanto da far ritenere i due fenomeni strettamente intercorrelati (21). Una tale opinione era sostenuta in Italia, tra gli altri, da Respighi e diede luogo ad un vivace dibattito con l'astronomo e spettroscopista scozzese Charles Piazzi Smyth (1819-1900), che nel 1872, in una serie di osservazioni di luce zodiacale condotte all'osservatorio di Palermo, aveva dimostrato la sostanziale diversità dei due spettri (22). Anche Denza eseguì, a partire dal 1872, osservazioni spettroscopiche di luce zodiacale, ottenendo, a sua volta, risultati contrastanti, come testimoniano le lettere a Tacchini:

“...fino dal mese di Gennaio mi sto occupando dell'analisi spettrale della luce zodiacale adoperando già non solo le precauzioni che voi mi scrivete, ma altro ancora; come quelle di mettermi in un luogo completamente oscuro; fissare tutta l'attenzione sullo spettroscopio per molto tempo affine di abituare l'occhio, ecc. alcune delle quali mi vennero suggerite anche da Respighi. Ma debbo confessare che non ho visto mai la minima traccia di spettro; e si' che in alcune sere la luce zodiacale era bellissima! L'osservazione l'ho ripetuta moltissime volte, con un nitido spettroscopio a visione diretta di Hoffman, simile a quello di Lorenzoni e Respighi; e più tardi con un altro nitidissimo fatto testè costruire a Firenze sotto la direzione di Donati. Appena cessata la luna continuerò le osservazioni, e vedrò se sarò più fortunato. Ve ne terrò avvisato” (23).

Ed un mese più tardi:

“Ho osservato collo spettroscopio Dubosq la luce zodiacale alle 8-8 1/4, verso la base sino a metà altezza, poi sino a 15 gradi circa sull'orizzonte. Colla fessura larga 1 mm si vedeva una larga zona verde-chiara che pel colore si assomigliava alla splendida zona lucida verde della aurora boreale del 4 febbraio, ma immensamente meno intensa. Ho stretto la fessura poco per volta, e la zona si restringeva gradatamente; ma con un'apertura di 5 o 6 decimi di millimetro non si vedeva più nulla. Perciò non ho potuto prendere alcuna misura con precisione. Tuttavia avendo illuminato debilmente la scala dell'istrumento; mi sono reso quasi certo che la posizione della regione di mezzo della zona verde non doveva differire gran fatto da quella della riga brillante

dell'aurora polare (24). Fin ora non mi è mai riuscito di poter fare di meglio; non ostante che abbia molte volte osservato collo spettroscopio la luce zodiacale” (25).

Nello spettro delle aurore boreali egli invece osservò più volte righe in emissione; ecco, ad esempio, la sua descrizione della spettacolare aurora boreale del 4 febbraio 1872, che fu ben visibile in tutta Italia:

“Nella parte dell'aurora dove risplende una luce bianco-verdastra, all'Est del meridiano magnetico, si vede una vivacissima zona gialloverde su fondo oscuro. Questa zona corrisponde alla regione della 1246K di Kirchhoff. La luce è perciò monocromatica.

Questa zona è splendida anche nelle nubi bianche e verdognole che si formano verso il Sud. La riga suddetta nelle accennate regioni è così brillante che, l'ho fatta osservare facilmente ad altri poco pratici dello spettroscopio. Essa si vede per tutto il cielo, compreso lo zenit, sebbene molto meno splendida; non si vede agli ultimi lembi dell'orizzonte Sud. Essa è la solita riga dell'aurora boreale, che ho visto anche nell'Eclisse del 1870.

Più all'ovest della luce bianco-verdastra innanzi accennata, cioè più dappresso al meridiano magnetico, dove la luce è più viva; ed anche più oltre, sul meridiano magnetico ed un po' all'ovest del medesimo, dove i raggi gialli e rossi si innalzano più splendidi, lo spettro si mostra continuo, ma debolissimo. In esso, oltre alla descritta zona, distinguo nettamente altre due righe persistenti, ma molto meno intense della prima.

Una nello estremo verde-azzurro, nel gruppo che vuolsi del silicio, in mezzo alle due 1815,7, 1821, 4 di Kirchhoff, e forse è una di esse. L'altra, nell'azzurro, è decisamente la F dell'idrogeno.

In mezzo alle due prime ne ho viste di tratto in tratto altre non poche fuggevoli e debolissime, di cui perciò non seppi determinare la posizione.

Nella regione spettrale giallo-rossa non ho visto nulla, anche rivolgendo lo spettroscopio alla parte della meteora dove il rosso era più intenso” (26).

È importante inoltre menzionare l'interesse di Denza per le osservazioni di meteore, che egli condusse a Moncalieri; esse erano di particolare interesse per gli astronomi dell'epoca, impegnati a studiare le traiettorie degli sciami meteorici e le loro correlazioni con le comete, delle quali vennero identificati come residui in dissoluzione o materiale detritico della coda. Tali osservazioni consistevano essenzialmente nella determinazione del punto radiante, ovvero della regione di cielo da cui sembrano provenire, in prospettiva, le meteore di uno stesso sciame. Con l'appoggio di Schiaparelli, Denza darà vita, nel 1869, all'Associazione Italiana per le osservazioni delle meteore luminose”:

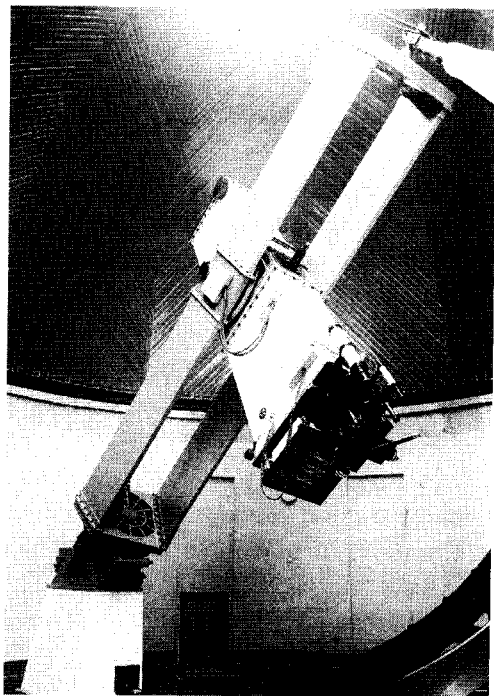
“Le mirabili investigazioni che in questi anni furono fatte intorno a tutto ciò che può riferirsi alle meteore luminose, hanno dimostrato fino all'evidenza quanto importi che si rendano più numerose, più estese e più uniformi le osservazioni di così fatto fenomeno quanto vasto, altrettanto incerto ed oscuro.(...) Sorretto pertanto dal consiglio dell'illustre collega di Milano, e fidente nella sincera amicizia e nella cortese corrispondenza di cui mi hanno finora onorato tutti gli osservatori del mio paese, mi rivolsi a molti di essi chiedendo la loro attiva cooperazione per stabilire in tutto il Regno come una rete di stazioni, nelle quali con norme uniformi, collo stesso intendi-

mento, e, per quanto possibile, nei tempi medesimi, si attendesse assiduamente alle osservazioni delle stelle cadenti. (27)

L'Associazione contava inizialmente dodici stazioni di osservazione, oltre a Milano e Moncalieri, sparse in tutta Italia (28) e che, nel giro di un ventennio, saranno più che raddoppiate. Ai membri dell'Associazione Denza trasmise un protocollo (29) per l'esecuzione di tali osservazioni; egli si rivolse anche ad osservatori non specialisti, invitando gli amatori, attraverso la pubblica stampa, a collaborare in tali ricerche, seguendo così la scia di quanto veniva fatto in quegli anni in Inghilterra ed in Francia (30).

LA FOTOGRAFIA CELESTE ED IL CONTRIBUTO ALLA "CARTE DU CIEL".

Il più importante contributo di Denza all'astronomia, certamente il più noto, è quello di aver promosso in Italia la pratica della fotografia celeste, grazie alla rifondazione, nel 1891, della Specola Vaticana che contribuì all'impresa internazionale della "Carte du Ciel". La Specola fu appositamente istituita per occuparsi di fotografia, una tecnica allora all'avanguardia che muoveva con successo i primi passi in astronomia, grazie agli eccezionali risultati ottenuti in quegli anni da Charles E. Pickering (1846-1919) ad Harvard e dai fratelli Henry - Paul (1848-1905) e Prosper (1849-1903) - all'osservatorio di Parigi. Denza candidò la Specola Vaticana alla partecipazione al grande progetto della "Carte du Ciel", l'esecuzione cioè del primo Catalogo e Carta fotografici del cielo, promosso nel 1887 dall'osservatorio di Parigi sotto la direzione del contrammiraglio Ernest B. Mouchez (1821-1892). Egli riuscì a creare così in Italia un centro all'avanguardia con strumenti modernissimi per l'epoca, quali l'equatoriale fotografico Henry-Gautier, il macromicrometro Gautier per la misura delle coordinate degli astri sulle lastre, l'eliografo Henry-Gautier per la fotografia del sole, costruito a Parigi sotto la direzione di Janssen su modello dell'eliografo da questi inventato ed utilizzato all'osservatorio di Meudon. Allo stesso tempo, Denza dotava in tal modo il Vaticano di un prestigioso centro di ricerca astronomica dopo la perdita dell'osservatorio del Collegio Romano che, nel 1879, dopo la morte di P. Secchi, era stato incamerato dal Governo italiano. L'unico altro osservatorio italiano a prender parte al progetto fu l'osservatorio di Catania, col quale si instaurò una sorta di competizione (31); essa ebbe il significato di una rivalità, politica più che scientifica, fra il Governo italiano ed il Papato, in un momento in cui quest'ultimo era stato privato dei suoi territori e rivendicava il proprio prestigio e la propria autonomia (32).



Strumento utilizzato per la realizzazione della carta del cielo

Il confronto fu in verità sostenuto dal Vaticano in modo brillante: Denza seppe dirigere i lavori di fotografia con abilità e competenza, creandosi una valida équipe di collaboratori, quali l'oratoriano Giuseppe Lais (1845-1921) e l'ingegnere Federico Mannucci. L'apposita Commissione Internazionale per l'esecuzione della "Carte du Ciel", ripartendo il lavoro tra diciotto osservatori di dodici nazioni diverse, aveva assegnato alla Specola Vaticana la fotografia della zona di cielo compresa tra + 64° e + 55° di declinazione. Le prime lastre inviate a Parigi nel 1892 per essere esaminate suscitavano l'elogio di Mouchez:

"Vos clichés ont été trouvés excellents et d'une admirable propreté au point de vue photographique. Les étoiles y sont parfaitement nettes et les traits du réseau sont d'une bonne intensité" (33).

Denza ed i suoi collaboratori non si limitarono tuttavia alle sole fotografie del Catalogo e della Carta, ma eseguirono rimarchevoli altri lavori, quali fotografie di ammassi stellari, volti soprattutto allo studio di moti propri, di nebulose, di cui si era impegnati in quel periodo a studiare la struttura e l'evoluzione, del sole, particolarmente interessanti per la statistica delle macchie solari e la loro correlazione col magnetismo terrestre, ecc... Alla morte di Denza, nel 1894, il lavoro della Carte du Ciel era già ben avviato e saldamente affidato nelle mani del vice-direttore Lais, che ne curerà con tenacia ed energia l'ulteriore svolgimento.

Non c'è dubbio che il nome di Denza rimane soprattutto legato, nella storia dell'astronomia, alla fondazione di questa prestigiosa istituzione, ma si può facilmente constatare come egli sia in realtà intervenuto in questioni di grande attualità all'epoca e si sia occupato, con impegno ed interesse, di argomenti di primaria importanza in quel periodo storico, così ricco e fervente di idee e di scoperte che hanno segnato pietre miliari nella storia dell'astronomia moderna.

BIBLIOGRAFIA

- Rapporti sulle osservazioni dell'eclisse totale di sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione italiana - Palermo, 1872.
- Pubblicazioni della Specola Vaticana, vol.II-V, 1892-1898.
- A. Secchi - "Le Soleil" - Roma, 1870 (prima edizione) e 1875-77 (seconda edizione).
- G. Boffito - Scrittori barnabiti - vol.I - Firenze, 1933.
- I. Chinnici - "Pietro Tacchini (1838-1905) ingegnere, astrofisico, meteorologo. Una prima ricostruzione biografica", Tesi di laurea - Palermo, 1992.
- A.J.Meadows - "Early solar physics" - Pergamon Press, 1970.
- Memories of the Royal astronomical Society, vol.XLI, 1879
- Bullettino del R. osservatorio di Palermo, vol.VIII, N.2, 1872.
- I. Chinnici - Il fondo Tacchini dell'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria in Roma - Ed. Quaderni P.RI.ST.EM. n°7, 1994.
- S. Débarbat - La photographie astronomique et la création de la nouvelle Specola Vaticana - Parigi, 1991.
- Manoscritti dell'osservatorio di Parigi, Archivi 1850-1942, V.A/1.
- Monthly Notices of the R.A.S., vol.32 N.8, 1872.
- J. N. Lockyer - Contributions to Solar Physics - Londra, 1874.

NOTE

1. Janssen era rimasto impressionato dall'intensità di alcune righe osservate in emissione durante l'eclisse del 1868 e ne tentò con successo l'osservazione in pieno sole il giorno successivo all'eclisse. Lockyer, intanto, aveva già pensato all'utilizzazione dello stesso metodo, ma fu costretto a ritardarne l'applicazione perché non disponeva di uno strumento sufficientemente potente. Le due comunicazioni di Janssen e Lockyer pervennero contemporaneamente all'Académie des Sciences a Parigi, sebbene Janssen avesse eseguito l'osservazione in agosto e Lockyer in ottobre.

2. Diversi tentativi furono compiuti alla fine del XIX secolo per osservare la corona in pieno sole, senza successo. Ricordiamo, tra i primi, i tentativi di Tacchini sull'Etna nel 1871 e nel 1876, di Young sullo Sherman nel 1872. Solo agli inizi del XX secolo sarà possibile eseguire tale osservazione grazie all'invenzione del coronografo di Lyot.

3. L'attribuzione della riga 1474K al ferro in realtà non convinceva molto. Infatti, uno dei modelli di atmosfera solare maggiormente diffusi era quello proposto da Lockyer, che prevedeva una distribuzione in altezza degli elementi chimici nell'atmosfera solare in base al loro peso atomico. Secondo questo modello non era dunque fisicamente possibile che un elemento di così elevato peso atomico come il ferro occupasse una posizione così periferica. Ciò contribuì ad accrescere le perplessità in merito all'identificazione di questa riga.

4. Dopo questa prima spedizione il governo italiano si mostrerà sempre molto restio ad allocare i fondi necessari all'organizzazione di altre spedizioni scientifiche. La richiesta di finanziare una spedizione italiana per l'osservazione dell'eclisse del 12 novembre 1871, visibile dalle Indie Orientali, produsse come unico risultato l'invio di Lorenzo Respighi quale aggregato alla spedizione inglese capitanata da Lockyer. Nonostante gli scarsi risultati ottenuti a causa della mancanza di un numero adeguato di osservatori e strumenti, negli anni successivi il Governo insisterà nella politica di inviare al più uno o due astronomi al seguito delle spedizioni organizzate da altre nazioni. Solo in occasione del transito di Venere sul sole, visibile dall'India, nel 1874, il Governo accordò i fondi per la realizzazioni di una spedizione italiana; ma lo stanziamento fu talmente esiguo che l'Italia non poté disporre che di una sola stazione di osservazione, contro le sei stazioni della Francia, le undici dell'Inghilterra, le sette della Germania e degli Stati Uniti, ecc... nè furono stanziati i fondi per l'osservazione del successivo transito del 1882, che avrebbe fornito indispensabili elementi di paragone.

5. La decisione di erigere due stazioni fu a lungo discussa dalla Commissione, perché la loro realizzazione era ritenuta dispendiosa sotto il profilo economico, tanto più che Secchi aveva insistito sull'opportunità di servirsi di apparecchiature fotografiche, di per sé già molto costose.

6. Pietro Blaserna (1836-1918), all'epoca professore di fisica a Palermo, fu incaricato di svolgere osservazioni polariscopiche della corona.

7. Lo stesso Denza spiega i motivi di tale scelta:

"...Da principio si era pensato di adattare al descritto cannocchiale (il Merz) uno spettroscopio a visione diretta di Hofmann di grandi dimensioni con cinque prismi (...). Ma più tardi il P. Secchi (...) pensò molto bene a proposito che, trattandosi di una luce debole e diffusa come quella della Corona, né le dimensioni del cannocchiale, né quelle dello spettroscopio sarebbero tornate acconce per le fissate osservazioni; giacché si sarebbe per tal guisa ottenuta troppo grande dispersione e soverchia perdita di luce, mentre nelle mie osservazioni faceva invece bisogno di forte condensazione di luce e non era punto necessaria una eccessiva dispersione..." (Rapporti sulle osservazioni dell'eclisse totale di sole del 22 dicembre 1870 eseguite in Sicilia dalla Commissione italiana - Palermo, 1872 - pag. 58). Per avere maggiore nitidezza Secchi fece anche togliere dallo spettroscopio l'oculare d'ingrandimento; nel mese di ottobre egli aveva infatti osservato in queste condizioni lo spettro della luce aurorale, ottenendo una visione più nitida. Ritenendo quindi che l'intensità della luce coronale non dovesse essere molto diversa da quella delle aurore polari, egli suggerì a Denza di utilizzare lo stesso accorgimento, cosicché questi osservò direttamente allo spettroscopio senza alcun ingrandimento.

8. Ibid., p. 61.

9. Probabilmente si trattava della riga dell'elio, denominata D3 ed appartenente in realtà allo spettro delle protuberanze; Denza infatti afferma nella sua relazione di aver osservato le bassa corona, in una regione sovrastante un gruppo di protuberanze. Non è tuttavia escluso che Denza sia stato influenzato dall'opinione di

Young che nel 1869 aveva creduto di ravvisare nello spettro coronale alcune righe aurorali e che questo lo abbia portato a falsarne inconsapevolmente la posizione. Se si confrontano infatti le osservazioni di Denza con le osservazioni della corona eseguite nella stessa eclisse dalle altre spedizioni si può notare che egli è il solo ad aver visto questa riga.

10. Il fatto che Angström osservasse ad alte latitudini potrebbe aver determinato un effetto di sovrapposizione tra il debole spettro continuo della luce zodiacale e le righe di emissione appartenenti invece allo spettro delle aurore polari, generando così confusione tra i due spettri.

11. v. nota 3.

12. Denza aveva appena finito di osservare anche alcune protuberanze direttamente al Refrattore Merz, cui era fissato il Dollond col suo spettroscopio; ciò spiega la posizione della fenditura di quest'ultimo che altrimenti non sarebbe ammissibile per le osservazioni della corona.

13. Rapporti sulle oss. dell'eclisse..., p. 64.

14. In realtà ci si rese ben presto conto che le righe di emissione dello spettrolampo non corrispondevano esattamente alle righe di Fraunhofer. Alcune righe cromosferiche differivano infatti, per intensità e posizione, dalle righe dello spettro ordinario invertito. Gli astrofisici rimasero disorientati da questo risultato, che troverà spiegazione solo nel 1920 con la teoria della ionizzazione di Megh Nad Saha (1893-1956).

15. Il Muller, convinto fautore di questa ipotesi, pubblicò con enfasi i suoi risultati senza che alcuno degli altri osservatori si accorgesse del vistoso errore, suscitando tutto un accendersi di dibattiti e ricerche in tal senso, da parte di Schiaparelli, di Jacopo Michez (1839-1873) a Bologna ed altri. La vicenda si risolse con grave discredito a livello internazionale per le osservazioni italiane, quando il prof. Bergsma, dell'osservatorio di Batavia (Giava), fece notare il grossolano errore, scrivendo ad Urbain Le Verrier (1811-1877), direttore dell'osservatorio di Parigi, che nell'ottobre del 1873, pubblicò la lettera nel Bulletin International de l'Observatoire de Paris. Ciò provocò la replica di Muller e quella successiva di Bergsma, le cui argomentazioni erano del tutto ineccepibili. Anche Denza fu coinvolto nella vicenda, per aver pubblicato alcuni suoi studi in merito, poi utilizzati da Bergsma contro Muller.

16. La costituzione della Società rappresentò il primo tentativo, peraltro ben riuscito, di dar vita ad un organismo scientifico "specializzato" in astronomia fisica. Si deve proprio a Secchi e Tacchini se la spettroscopia assunse in Italia, con grande anticipo su altri Paesi, al rango di branca a sé stante dell'astronomia.

17. Certamente Denza aveva in mente le splendide rappresentazioni di protuberanze eseguite con rara abilità da Tacchini e pubblicate in quegli anni nel Bulletin Meteorologico del R. Osservatorio di Palermo, nonché i disegni di Secchi e di altri abili osservatori, quali l'austriaco J. F. C. Zollner.

18. Lettera di Denza a Tacchini: Moncalieri, 13 mar.1872 (Archivio U.C.E.A.).

19. Nel 1872 Denza aveva chiesto a Tacchini, evidentemente senza successo, di far da intermediario col Governo per richiedere i fondi necessari per l'acquisto della montatura parallattica per il Merz di Moncalieri: *"Io desidererei grandemente aiutarvi, tanto più che veggo che non siete molti a lavorare, e mi pare che lo potrei fare discretamente. Ma mi costa troppa fatica senza la montatura parallattica; ed io ho così poco tempo da sprecare! Ho già due spettroscopi; ed il Collegio ha già fatto molte spese per me. ora non è in grado di fare la montatura parallattica, la quale non costerebbe meno di 4000 fr. secondo che mi scrive Donati. Se poi potete aiutarmi scrivendo al Ministro od in qualsiasi altro modo; mi fareste cosa veramente grata, e potreste essere sicurissimo della mia cooperazione."* (Lettera di Denza a Tacchini: Moncalieri, 21 mag.1872 - Archivio U.C.E.A.)

20. Lettera di Denza a Tacchini: Moncalieri, 21 mar.1874 (Archivio U.C.E.A.).

21. A complicare ancor più la questione, in un primo momento, come già detto, vi fu l'ipotesi espressa da Young, nel 1869, che alcune righe aurorali coincidessero con righe coronali. Le successive determinazioni della posizione di queste ultime smentirono tale ipotesi, anche se abbiamo visto che lo stesso Denza nel 1870

cade in questo equivoco, credendo di osservare, nello spettro coronale, la 1246K che è, in realtà, una riga aurorale (v. nota 9).

22. Vi sono cenni di tale polemica anche nella corrispondenza di Denza: "*Non capisco perché lo Smyth (i cui lavori conosco) dubiti delle osservazioni italiane. Io che ho letto diverse cose dello Smyth, posso dire che per ciò che riguarda la spettroscopia, non credo dover avere minor fiducia in Donati ed in Respighi, che nello Smyth, con sua buona pace. Inoltre le osservazioni italiane offrono buon accordo, almeno quelle che furono fatte con qualche accuratezza*" (Lettera di Denza a Tacchini: Moncalieri, 15 apr. 1872). In effetti, lo Smyth sosteneva l'esistenza di una sola riga aurorale nelle aurore ordinarie, ma, in generale, lo spettro delle aurore boreali contiene diverse righe; questo genere di osservazioni dipende comunque, com'è ovvio, dalle caratteristiche dello spettroscopio e dal metodo di osservazione.

23. Lettera di Denza a Tacchini: Moncalieri, 15 apr. 1872.

24. In realtà, la posizione del massimo dell'emissione della luce zodiacale (che è sostanzialmente quello della luce solare ordinaria) differisce da quella della nota riga aurorale di alcune centinaia di angström; le osservazioni di Denza al riguardo non sono dunque molto precise. Bisogna inoltre aggiungere che, in effetti, nel debole spettro continuo della luce zodiacale è possibile osservare le righe di Fraunhofer, ma si tratta di un'osservazione molto delicata, difficilmente alla portata degli strumenti dell'epoca.

25. Lettera di Denza a Tacchini: Moncalieri, 21 mag. 1872.

26. Relazione di Denza inviata a Tacchini (1872). La prima riga osservata da Denza è certamente la riga verde prodotta dall'ossigeno atomico, la cui posizione coincide, in buona approssimazione, con la ben nota posizione 1247K misurata da Winlock ed Angström; non vi è tuttavia alcuna corrispondenza con una qualche riga coronale, perché, come già detto, la riga osservata da Denza nella corona durante l'eclisse del 1870 era probabilmente la riga dell'elio, appartenente quindi allo spettro delle protuberanze. La F di Fraunhofer, nel blu, corrisponde ad una delle righe della serie Balmer (H β), effettivamente presente nello spettro aurorale. La riga osservata da Denza nella regione del silicio è di difficile identificazione. Sfugge a Denza l'osservazione di due notevoli righe nel rosso: una seconda riga dell'ossigeno e la C di Fraunhofer, corrispondente alla prima riga della serie Balmer dell'idrogeno (H α), entrambe presenti negli spettri aurorali.

27. F. Denza - "Le stelle cadenti dei periodi di novembre 1868 ed agosto 1869 Torino, 1870.

28. Le prime stazioni di osservazione furono istituite ad Alessandria, Aosta, Bergamo, Firenze, Genova, Napoli, Padova, Palermo, Perugia, Piacenza Urbino e Volpogino (presso Tortona).

29. "...d'accordo collo Schiaparelli, ho disteso il regolamento che segue..." (v. nota 27). Il protocollo consisteva nel rilevamento di dati quali la data e l'ora dell'osservazione, il numero di meteore, la loro luminosità, la velocità, il colore, la traiettoria, ecc...

30. Ecco un brano di Denza estratto dalla Gazzetta Ufficiale e da altri giornali del Regno: "*Le molte e difficili ricerche che ora si fanno sulle meteore luminose divenuti al presente di alta importanza in astronomia, hanno assoluto bisogno di essere confermate da numerose ed accurate osservazioni. L'Inghilterra possiede già da qualche tempo un apposito Comitato (Luminous Meteor Committee) che si occupa indefessamente di queste osservazioni; ed il Le Verrier fa ora appello a tutti i moltissimi membri dell'Associazione scientifica di Francia, perché vogliano attendere assiduamente alle medesime. La stessa cosa faccio io ora inverso tutti i cultori di questo ramo della fisica celeste, che trovansi nel nostro paese; (...) il Le Verrier ha pubblicato nei giornali francesi le norme precipue a cui è mestieri attenersi in così fatte osservazioni, le quali norme vengono qui appresso brevemente riassunte in modo elementare ed a tutti accessibile*" (Torino, 1870). Si trattava, in modo semplificato, dello stesso schema suggerito ai membri dell'Associazione (v. nota prec.).

31. L'osservatorio di Catania incontrò notevoli difficoltà nell'eseguire il suo lavoro per la "Carte du Ciel", non ultime difficoltà di carattere finanziario. La sua partecipazione fu, fino alla vigilia dell'inizio dei lavori, considerata incerta dalla Commissione internazionale incaricata dell'organizzazione del progetto. Questo pro-

vocò le proteste di Tacchini, che era membro della Commissione e che aveva propugnato la partecipazione di Catania. Nel 1892 egli scrive a Mouchez (la trascrizione rispetta il francese di Tacchini):

“.. je vous remercie vivement de l'interet pour notre station de Catâne, sur la quelle vous avez encore des doutes. Je vous assure encore une fois que les choses marchent bien, mais un peu lentement (...) Vous me parlez du Vatican; permettez moi de vous dire que si l'observatoire de Catâne eût eu un caractere politique, probablement j'aurais fait plus vite: mais, au contraire, mon travail a été purement scientifique et porté en avant avec les moyens simples que le Gouvernement m'a donné peu à peu; et je suis bien fier d'avoir obtenu mon but...” (Lettera di Tacchini a Mouchez: Roma, 10 gen. 1892). Solo qualche settimana prima, sentendo pesare il ritardo di Catania, ecco l'amaro sfogo del direttore Annibale Ricco' (1844-1919): *“Il faut bien que nous nous resignons à nous voir devancés par notre voisine le pape (comme vous dites), puisque nous n'avons pas les ressources qu'il a...”* (Lettera di Ricco' a Mouchez: Catania, 16 dic.1891).

32. Di tutto questo non si ha ovviamente traccia nei documenti ufficiali, ma se ne intuisce l'esistenza nella corrispondenza privata tra i protagonisti della vicenda, corrispondenza in gran parte conservata negli Archivi dell'osservatorio astronomico di Parigi.

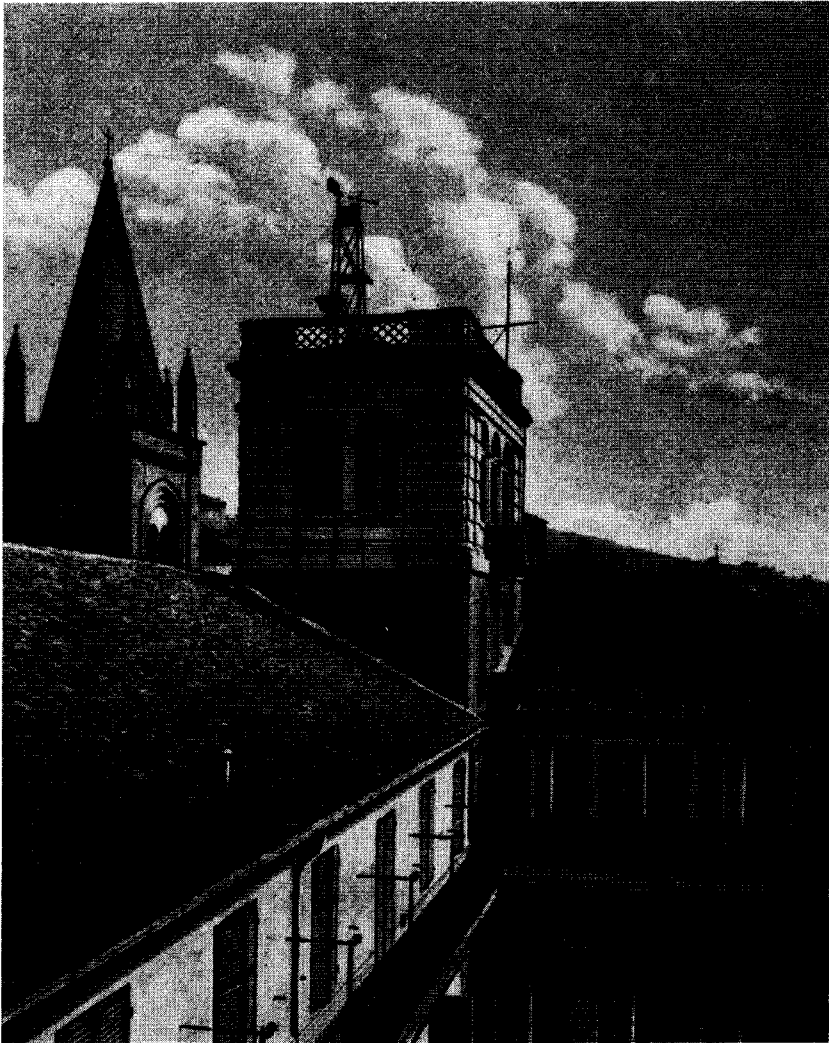
33. Lettera di Mouchez a Denza: Parigi, 25 feb.1892.



REGIONE PIEMONTE

PADRE FRANCESCO DENZA NEL CENTENARIO DELLA MORTE

DALLE ESPERIENZE DI UN GRANDE SCIENZIATO
ALLE ATTUALI REALTÀ
NEL RILEVAMENTO IDROMETEOROLOGICO



Atti del Convegno

13-15 dicembre 1994