

FRANCESCA TURCO*

L'introduzione della spettrometria di massa in Italia**

Introduction of mass spectrometry in Italy

Summary – After the Second World War the technology of mass spectrometry was spread in the United States and in several other Countries, in the University as well as in industry, with a strong contribution given by military researches in the war years; in Italy its very existence was hardly known. The introduction of the technology in our country took place at the end of the forties, by the famous group of Roman physicists; at this point in time Amaldi led the group. A decade after, at last the technology was used by different groups of Italian chemists, however it was in centres, and for researches, strictly bound to physics. The flood of researches in numerous groups, more or less simultaneously, was undoubtedly due to the commercial availability of instruments. In short, many areas of chemistry bound themselves to mass spectrometry, and after about ten years the pioneers united in the Gruppo di Spettrometria di Massa of the Società Chimica Italiana. Thus in 1972 an official character was given to the mass spectrometry technique inside Italian chemistry.

1. Introduzione

Il lavoro riguarda l'introduzione della tecnica di spettrometria di massa in Italia. Per capire quanto sia stato tardivo questo sviluppo nel nostro paese verranno rapidamente riportati gli sviluppi della tecnica a partire dalla sua nascita con i primi brillanti risultati nel campo della fisica, ad alcune applicazioni chimiche alla fine degli anni Trenta, per giungere a delineare quale fosse la situazione negli Stati Uniti negli anni della seconda guerra mondiale. In Italia la tecnica fu introdotta alla fine degli anni Quaranta dal gruppo romano di fisica guidato da Amaldi, e solo dopo

* Università di Torino, Dipartimento di Chimica Generale ed Organica Applicata.

** Relazione presentata al X Convegno Nazionale di «Storia e Fondamenti della Chimica» (Pavia, 22-25 ottobre 2003).

circa un decennio, in seguito una serie di commistioni con i chimici, iniziarono a comparire lavori di gruppi di chimica. Determinanti furono i contatti con gli Stati Uniti, tanto per i fisici quanto per i chimici, per questi ultimi un'ulteriore condizione che diede il via, più o meno contemporaneamente, a diverse ricerche, fu la disponibilità di strumenti commerciali. Seguiremo alcuni di questi gruppi pionieri fino all'istituzionalizzazione della tecnica per la chimica italiana, simboleggiata dalla nascita del Gruppo di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana, nel 1972.

2. 1919-1948. Cenni su sviluppi e applicazioni nel resto d'Europa e negli Stati Uniti

Per cogliere quanto forte sia stato il ritardo dei ricercatori italiani nell'appropriarsi di una tecnica potente e versatile riporto un breve riassunto delle origini della spettrometria e di alcune delle sue fertili applicazioni in diversi ambiti scientifici e in diverse strutture di ricerca negli anni che vanno dalla fine della prima alla fine della seconda guerra mondiale.¹ La tecnica risale ufficialmente al 1919, data in cui Francis W. Aston, un chimico del Cavendish, mette a punto il primo strumento noto come spettrografo di massa con cui ottiene risultati clamorosi: la conferma dell'esistenza degli isotopi anche per gli elementi leggeri e misure di massa via via più accurate dei pesi degli isotopi, sostanzialmente delle masse dei nuclei; queste mostrano uno scarto rispetto a numeri interi, scarto interpretato come la perdita di massa necessaria per mantenere coese le particelle subnucleari. I dati di Aston furono fondamentali per l'interpretazione di una serie di ricerche di primo piano per la fisica, molte delle quali coronate con l'assegnazione del premio Nobel: la proposta di un modello di struttura del nucleo da parte di George Gamow, la scoperta del deuterio (Harold C. Urey), la conferma sperimentale dell'esistenza del neutrone (James Chadwick) e l'interpretazione della prima reazione nucleare (John D. Cockcroft e Ernest T.S. Walton).

Verso la fine degli anni Trenta iniziano a comparire studi su molecole organiche sempre più complesse, lavori che riguardano lo studio della frammentazione delle molecole e il tentativo di interpretarla. La frammentazione interessa enormemente l'industria petrolifera perché permette di distinguere gli isomeri e così la tecnica, che è ormai consolidata, diventa indispensabile per l'analisi dei prodotti di raffineria. L'interesse dell'industria all'uso della tecnica segna l'immediato inizio della costruzione a livello industriale di strumenti, il primo modello commerciale della Consolidated risale al 1942. Una nuova spinta allo sviluppo della tecnica è

¹ Per un approfondimento il lettore vedano FRANCESCA TURCO, LUIGI CERRUTI, *Profound and far-reaching theoretical implications. La spettrometria di massa di Aston e il suo impatto sulla fisica del nucleo*, in EDVIGE SCHETTINO (a cura di), *Atti del XX Congresso nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia*, Napoli, CUEN, 2001, pp. 371-422; F. TURCO, L. CERRUTI, *La spettrometria di massa negli Stati Uniti, 1916-1936*, in PAOLO MIRONE (a cura di), *Atti del IX Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica*, (Modena, 28-30 ottobre) Roma, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, 2001, pp. 369-406.

dato dalle ricerche militari nell'ambito del famoso Manhattan Project, quando gigantesche batterie di spettrometri di massa furono messe a punto per preparare l'uranio arricchito per la costruzione di una delle bombe atomiche lanciate sul Giappone. Dalle ricerche belliche venne un ulteriore impulso allo sviluppo commerciale e industriale grazie alla messa a punto di un sistema di campionamento continuo di flussi gassosi. In breve, alla fine della seconda guerra mondiale la tecnica era nota e ampiamente utilizzata in diversi comparti disciplinari (chimica e fisica) e istituzionali (Università, industrie, laboratori militari) negli Stati Uniti principalmente e in numerosi altri Paesi in misura minore, mentre in Italia non se ne conosceva in pratica l'esistenza.

3. 1948-1956. I «fisici» italiani: dai primi sentori al primo spettrometro italiano

Nel 1948 (cioè a vent'anni dalla nascita) compare su *La Chimica e l'Industria* una bella presentazione della tecnica firmata da Giuseppe Parravano,² la tecnica viene spiegata a partire dalle basi, dal principio di funzionamento, e quindi viene evidentemente presentata ad un pubblico che non ne ha mai sentito parlare. Parravano, che pure appartiene all'Istituto Fisico dell'Università e Centro Studi di Fisica Nucleare del C.N.R. di Roma, sottolinea le applicazioni *chimiche* della spettrometria, nonostante ciò l'appropriazione della tecnica da parte della comunità chimica italiana tarda ancora una decina d'anni, mentre saranno i fisici, proprio del C.N.R. di Roma a costruire il primo spettrometro italiano. Per la precisione l'Istituto e l'ambiente di ricerca in cui si svolse questo episodio erano strettamente fisici ma i protagonisti avevano doppia formazione, chimica e fisica. Approfondiamo la figura di Giorgio Careri, quella più strettamente legata alla costruzione materiale dello strumento.

3.1. *Giorgio Careri*

Una biografia scientifica di Careri, tratta da un'intervista del maggio 2000, è già stata pubblicata a cura di Giuseppe Giuliani,³ ne riporto qui alcuni elementi significativi per la nostra storia con stralci delle parole dell'intervistato. Giorgio Careri nasce a Roma nel 1922. Dopo aver frequentato il Liceo classico, nel 1939 si iscrive a ingegneria per ripiego, essendo la fisica la sua vera passione:

La ragione per cui ho fatto ingegneria è che a quei tempi non c'erano aperture nella fisica, non c'erano posti nel modo più assoluto, ci sarà stato un concorso per assistente una volta ogni tre quattro anni in una delle tante sedi italiane. Si rischiava di stare in un posto per venti anni senza poter avere un concorso locale. Non c'erano assolutamente posti e allora in questa incertezza mi sono iscritto a ingegneria.

² GIUSEPPE PARRAVANO, *Spettrometria di massa*, «La Chimica e l'Industria», XXX, fasc. 2, 1948, pp. 46-48.

³ GIUSEPPE GIULIANI (a cura di), *Per una storia della fisica italiana, 1945-1965*, Pavia, La Goliardica Pavese, 2002, alle pp. 176-181.

Nel dicembre 1944 si laurea in Ingegneria Industriale Chimica («perché a me interessava da sempre quella che oggi si chiama chemical physics, la parte più fisica della chimica fisica»), ma ritenendo di non essere ancora abbastanza fisico si iscrive anche a fisica, sempre a Roma. Dopo solo due anni si laurea e immediatamente entra a far parte del gruppo di Amaldi, che lo lascia molto libero ma per giustificare lo stipendio che gli corrisponde gli chiede *almeno* di costruire lo spettrometro.

Non volevo fare le cose che facevano qui Amaldi e gli altri. [Amaldi] mi ha lasciato libero di fare quello che volevo e per farmi campare mi ha detto che dovevo costruire almeno qualcosa che fosse a ponte tra fisica nucleare e chimica fisica e trovò che lo spettrometro di masse, che in Italia non esisteva, poteva essere un ponte fra le due cose. Così fu fatto lo spettrometro di masse, che io non avevo mai visto, non ne conoscevo neanche il nome prima di iniziare a lavorare.

Nel 1950, grazie ai contatti con Enrico Fermi, trascorre un anno all'Institute for Nuclear Studies di Chicago, dove incontra, fra gli altri, anche Urey. A 33 anni è già in cattedra, secondo le sue parole proprio grazie ai lavori fatti con lo spettrometro: «avendo realizzato lo spettrometro immediatamente vennero fuori dei lavori interessanti perché tutto era vergine, tutto era possibile, tutto era aperto. Bastava che uno fosse lì». Riporto ancora le parole di Careri per i dettagli della costruzione della macchina; come si vede i contatti con gli Stati Uniti furono indispensabili, per procurarsi materialmente alcuni pezzi necessari, ed in Italia nel dopoguerra erano i fisici e non i chimici ad avere tessuto la necessaria rete di contatti.

Lo spettrometro di masse fu concepito in un momento in cui in Italia non c'era nulla per fabbricarlo e lo spettrometro in quanto tale era considerato materiale strategico dagli americani, quindi non si potevano comprare i pezzi di nessun tipo. Riuscimmo a farlo funzionare perché Emilio Segrè portò dall'America una resistenza di 10^{12} ohm che non si poteva comprare e che era necessaria per far funzionare il detector di ioni. Me la portò Segrè, che se l'era messa in tasca.

Negli articoli, che cominciano a comparire dal '50, lo spettrometro non viene illustrato con disegni né descritto, si dice semplicemente che il modello costruito è quello di Nier, cioè un settore magnetico di 60° .⁴

3.2. I primi lavori con lo spettrometro

Alla fine '49 Careri manda al Nuovo Cimento un lavoro scritto in collaborazione con Giuliano Nencini.⁵ Gli autori hanno studiato la correlazione fra il potenziale applicato e l'intensità dei segnali che si misurano. Poiché l'efficienza dello strumento nella rivelazione è funzione del potenziale applicato e una delle possibilità per fare la scansione delle masse è fare una scansione del potenziale è necessa-

⁴ GIORGIO CARERI, GIULIANO NENCINI, *La discriminazione degli ioni negli spettrometri di massa*, «Il Nuovo Cimento», VII, fasc. 1, 1950, pp. 64-68, alla p. 65.

⁵ G. CARERI, G. NENCINI, *La discriminazione degli ioni negli spettrometri di massa* cit.

rio avere la curva di taratura fra il potenziale applicato e l'efficienza. La teoria di Coggeshall propone questa correlazione, Careri e Nencini la cassano e concludono che non è possibile misurare le abbondanze con una scansione del campo elettrico. Il lavoro è fortemente sperimentale e ancora in qualche modo legato alla messa a punto e al funzionamento dello strumento. Un estratto di questo lavoro viene inviato anche al *Journal of Chemical Physics*, prestigiosa rivista internazionale, nel '50, cioè in coincidenza della permanenza di Careri a Chicago. Al ritorno di Careri iniziano a comparire i primi lavori riguardanti misure effettuate con lo spettrometro. Il gruppo si è allargato e fra gli autori compaiono anche Mariano Santangelo dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Giovanni Boato (altro ricercatore con doppia formazione: laurea in Chimica conseguita a Genova e in Fisica proprio a Roma, che aveva anche collaborato alla costruzione della macchina). Secondo le parole di quest'ultimo il gruppo sceglie il settore di ricerca dietro invito di Amaldi a fare «qualcosa di fisica nucleare».⁶

L'argomento scelto è la determinazione del rapporto $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ in campioni di gas provenienti dai soffioni di Larderello, confrontando il valore trovato con il rapporto isotopico atmosferico, viene evidenziato uno scarto abbondante, con un arricchimento in ^{40}Ar intorno al 25%.⁷ L'ispirazione per questo lavoro è da far risalire a Nier, il «padre» dello spettrometro romano, che nel '48 aveva pubblicato su *Physical Review* un lavoro in cui veniva confermato sperimentalmente come ^{40}Ar sia originato dal decadimento di ^{40}K (cattura k), reazione che può essere sfruttata per misurare l'età dei minerali potassici. È da sottolineare come un gruppo di fisici usi nuovamente lo spettrometro per un lavoro sugli isotopi, campo che come ricordato aveva portato brillanti risultati nei decenni precedenti. Questa volta l'obiettivo non è però la misura esatta delle masse ma una valutazione di abbondanze relative, questione che si pone sullo sfondo del problema dell'origine delle emanazioni gassose del suolo e dell'origine e dell'evoluzione dell'atmosfera terrestre.

3.3. La collaborazione con i chimici

A partire dal 1953 il confluire di ricercatori con diversi interessi porta alla definizione di un nuovo campo di ricerche con lo spettrometro: lo studio della cinetica dello scambio fra idrogeno e deuterio nell'equilibrio $\text{H}_2 + \text{D}_2 \rightleftharpoons 2\text{HD}$.⁸

⁶ Intervista del marzo 2000, altri elementi si trovano in G. GIULIANI (a cura di), *Per una storia della fisica italiana* cit., alle pp. 162-170.

⁷ a) GIOVANNI BOATO, GIORGIO CARERI, GIULIANO NENCINI, MARIANO SANTANGELO, *Sulla composizione isotopica dell'argon nei gas naturali*, «Annali di geofisica», IV, 1951, pp. 111-112. Il lavoro prosegue con b) GIOVANNI BOATO, GIORGIO CARERI, MARIANO SANTANGELO, *Argon Isotopes in Natural Gases*, «Il Nuovo Cimento», IX, fasc. 1, 1952, pp. 44-49.

⁸ GIOVANNI BOATO, GIORGIO CARERI, ALESSANDRO CIMINO, ETTORE MOLINARI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *A Perturbative factor on the Kinetics of the Homogeneous Hydrogen Deuterium Exchange Reaction*, «Il Nuovo Cimento», X, fasc. 7, 1953, pp. 993-994.

Careri durante la messa a punto dello spettrometro aveva realizzato lavori teorici di cinetica, l'ovvio sbocco di questo interesse e della disponibilità dello strumento fu la realizzazione di lavori sperimentali di cinetica. La reazione prescelta è una reazione di grande interesse sia chimico sia fisico; a questo lavoro collaborano tre chimici a tutti gli effetti, o meglio chimici e basta: Alessandro Cimino, Ettore Molinari e Gian Gualberto Volpi dell'Istituto di Chimica Generale ed Inorganica dell'Università di Roma. Secondo le parole di Boato e Volpi⁹ la collaborazione era iniziata già nel '49, ma i risultati tardarono ad arrivare perché tutti i componenti del gruppo erano impegnati in altri lavori. Fra questi vanno menzionati almeno quelli correlati all'argomento della collaborazione: Molinari, e Parravano da Princeton inviano nell'aprile del '53 al *Journal of the American Chemical Society* un lavoro sullo scambio idrogeno deuterio catalizzato da ZnO¹⁰ (ricordo che Parravano fu il divulgatore della spettrometria di massa in Italia). Più tardi, nel dicembre '53 Boato invia da Chicago un lavoro sull'abbondanza primordiale del deuterio.¹¹ Come si vede l'intreccio è intricato: Boato riprende il precedente argomento del gruppo (origine degli elementi e dell'atmosfera), ma riferendosi al deuterio (il nuovo argomento), ed è determinante anche il luogo in cui viene svolta la ricerca: a Chicago lavora Urey, lo scopritore dell'isotopo dell'idrogeno, che compare infatti nei ringraziamenti dello scienziato italiano. Negli anni seguenti continua il lavoro in questa direzione e nel '55 e '56 escono ancora due lavori comuni,¹² poi il gruppo si sfalda: Boato torna a Genova, all'Istituto di Fisica Sperimentale dove continua ad occuparsi di spettrometria di massa, Careri va a coprire la cattedra di Fisica a Padova¹³ e restano i tre chimici a proseguire, con un'analisi dell'effetto di parete sulla cinetica di scambio.¹⁴ È da notare come il primo lavoro del gruppo ridotto compaia sulla *Gazzetta Chimica Italiana*, quindi si passa da pubblicazioni su riviste internazionali a una italiana, se pure importante. A questo punto anche il trio dei chimici si divide, Molinari e Cimino proseguono gli studi sulle proprietà catalitiche degli

⁹ GIOVANNI BOATO, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Experiments on the Dynamics of Molecular Processes: A Chronicle of Fifty Years*, «Annual Review of Physical Chemistry», L, 1999, pp. 23-50.

¹⁰ ETTORE MOLINARI, GIUSEPPE PARRAVANO, *The Hydrogen-Deuterium Exchange Reaction on Zinc Oxide Catalysts*, «Journal of the American Chemical Society», LXXV, 1953, pp. 5233-5237.

¹¹ GIOVANNI BOATO, *The Primeval Cosmic Abundance of Deuterium*, «Physical Review», XCIII, 1954, pp. 640-641.

¹² a) GIOVANNI BOATO, GIORGIO CARERI, ALESSANDRO CIMINO, ETTORE MOLINARI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Homogeneous Exchange Rate Between Hydrogen and Deuterium*, «Naturwissenschaften», XLII, 1955, p. 388. b) GIOVANNI BOATO, GIORGIO CARERI, ALESSANDRO CIMINO, ETTORE MOLINARI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Homogeneous Exchange Reaction Between Hydrogen and Deuterium*, «The Journal of Chemical Physics», XXIV, fasc. 4, 1956, pp. 783-791.

¹³ G. BOATO, G.G. VOLPI, *Experiments on the Dynamics of Molecular Processes* cit., alla p. 27.

¹⁴ ALESSANDRO CIMINO, ETTORE MOLINARI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Effetti di parete nella reazione di scambio tra idrogeno e deuterio*, «Gazzetta Chimica Italiana», LXXXVI, 1956, pp. 609-623.

ossidi mentre Volpi trascorre un lungo periodo ad Harvard;¹⁵ vedremo nel prossimo paragrafo la nuova area di ricerche che nascerà da questo soggiorno.

4. 1960-1972. La nutrita schiera dei «chimici»

Fu necessario attendere un decennio dall'inizio delle ricerche svolte dai fisici, che coinvolsero come visto anche alcuni chimici, prima che prendessero avvio ricerche indipendenti sulla spettrometria di massa fra i chimici italiani, le relative pubblicazioni cominciano infatti a comparire intorno al 1960. A questa data è probabile che nell'industria italiana la tecnica per analisi di routine fosse già diffusa o per lo meno nascente: proprio nel '60 Luigi Fusari dell'A.G.I.P. presenta alle Giornate della Chimica della 38ª Fiera di Milano un lavoro poi pubblicato su *La Chimica e l'Industria*¹⁶ in cui illustra le applicazioni della spettrometria per l'analisi di miscele gassose; nel lavoro appare uno spettro, come esempio, ottenuto usando uno «spettrometro commerciale italiano»; l'autore fa anche una panoramica degli strumenti disponibili: «In Europa si hanno notizie disponibili su tre ditte costruttrici: la “Metropolitan Vickers”, inglese, la “Italelettronica”, italiana e la casa tedesca “Atlas Werke”».¹⁷

Dal tono della presentazione, che mostra ottima padronanza della tecnica, parrebbe che l'uso di questa nell'industria, o per lo meno all'A.G.I.P., fosse ormai di routine per l'analisi di idrocarburi. Tuttavia l'esame delle annate 1950-1960 della *Rivista dei Combustibili* ha rivelato uno scarso numero di riferimenti alla tecnica chimico-fisica, in favore di classiche determinazioni chimiche, quali l'uso dell'apparecchio Orsat per l'analisi dei gas.

Sicuramente poco diffuso era l'uso della tecnica nella ricerca istituzionale, con queste parole si chiude, ancora su *La Chimica e l'Industria*, il resoconto di un simposio di chimica organica tenutosi in Belgio nel '62:

[...] gli spettri di risonanza magnetica nucleare e gli spettrogrammi di massa figurano ormai nelle comunicazioni straniere con la frequenza e la facilità con cui vi compaiono gli spettri infrarossi e ultravioletti. Al progresso delle scuole straniere, particolarmente sensibile in questo campo, non corrisponde purtroppo un adeguato sviluppo da parte italiana: lo sforzo per non lasciarsi irrimediabilmente staccare è prodotto da poche squadre di ricerca, che suppliscono con la passione e con la pazienza ai disagi e alla cronica carenza di mezzi.¹⁸

¹⁵ G. BOATO, G.G. VOLPI, *Experiments on the Dynamics of Molecular Processes* cit., alla p. 27.

¹⁶ LUIGI FUSARI, *Lo spettrometro di massa nelle analisi di idrocarburi*, «La Chimica e l'Industria», XLII, fasc. 7, 1960, pp. 745-750.

¹⁷ L. FUSARI, *Lo spettrometro di massa nelle analisi di idrocarburi* cit., alla p. 747.

¹⁸ F. PIOZZI, *Simposio della UICPA sulla chimica dei prodotti naturali*, «La Chimica e l'Industria», XLIV, fasc. 9, 1962, pp. 1075-1078.

Vediamo quindi alcuni di questi primi gruppi, spesso ancora legati a filo doppio con la fisica. L'elenco che seguirà non ha alcuna pretesa di completezza, si tratta infatti di un lavoro preliminare su un evento molto articolato e ricco di protagonisti. Si è deliberatamente scelto di tralasciare, almeno per il momento, alcune figure anche importanti perché iniziarono l'attività in spettrometria verso la fine del periodo in esame o perché meno incisive di quelle presentate per quel che riguarda la diffusione della tecnica. La complessità del processo, dovuta al gran numero di gruppi che iniziano nell'arco di breve tempo a utilizzare la spettrometria, è da far risalire ad un intreccio di fattori: innanzi tutto la tecnica è molto versatile ed era, intorno al 1960, più che consolidata, costituendo dunque un'ottima risposta alle esigenze di ricercatori operanti in campi piuttosto eterogenei. Ciò portò all'elemento che può essere considerato determinante per un così rapido fiorire di laboratori di spettrometria: la disponibilità di apparecchi commerciali. Mentre fino ad ora abbiamo incontrato esclusivamente ricerche compiute con apparecchi assemblati negli stessi laboratori, d'ora in avanti si tratterà sempre di strumenti acquistati.

4.1. *Gian Gualberto Volpi e Anna Giardini-Guidoni*

Volpi fu senza dubbio una figura determinante per il collegamento fra fisici e chimici nella trasmissione dell'uso della spettrometria. Come abbiamo visto anche questo ricercatore, come molti sui colleghi, trascorse un periodo all'estero: nel 1957 dal laboratorio chimico dell'Università di Harvard viene inviato al *Journal of Chemical Physics* un lavoro,¹⁹ su uno studio di reattività di atomi di azoto e relativi ossidi: uno spettrometro viene utilizzato per determinare le abbondanze delle specie presenti allo stato stazionario. Al ritorno in Italia Volpi riprende studi analoghi, ma con una differenza fondamentale: vengono determinati meccanismi di reazione e costanti di velocità non più di specie neutre ma di ioni, lo spettrometro viene quindi utilizzato non solo come rivelatore ma anche come reattore; è la nascita dell'applicazione della spettrometria alla chimica ionica gassosa nel nostro paese. Il gruppo di lavoro che si forma è da commentare: una figura diviene ben presto rilevante, è Anna Giardini Guidoni, laureata in fisica sotto la guida di Careri. Volpi ricrea quindi un gruppo di ricerca misto, sulla scia delle sue esperienze precedenti. Il gruppo appartiene al Laboratorio di Spettrometria di Massa del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari, che nel 1960, per metterne in rilievo le applicazioni pacifiche, diviene Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare, mentre il laboratorio di Spettrometria di Massa diretto da Volpi viene inglobato nel Laboratorio di Chimica delle Radiazioni e Chimica Nucleare, sempre all'interno dell'Istituto di Chimica Generale ed Inorganica dell'Università di Roma. Tutto questo preambolo è importante per la collocazione disciplinare delle ricerche

¹⁹ G.B. KISTIAKOWSKY, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Reactions of Nitrogen Atoms. I Oxygen and Oxides of Nitrogen*, «The Journal of Chemical Physics», XXVII, 1957, pp. 1141-1149.

di chimica ionica gassosa, che consistendo in studi fondamentali di reattività si inquadra pienamente nell'area della chimica generale ed inorganica. Tuttavia, come viene ricordato nelle pubblicazioni, la determinazione del comportamento degli ioni è rilevante nello studio delle radiazioni (ionizzanti), il che mantiene uno stretto legame con la fisica. Dunque, sia per la composizione mista del gruppo, sia per il confine su cui si pongono gli studi svolti, non può essere tracciato un netto margine di separazione fra ricerche di fisica e poi di chimica realizzate con lo spettrometro, ragione che spiega l'uso delle virgolette nel titolo di questo paragrafo. La contiguità con la fisica è sancita dalle riviste scelte per i numerosissimi lavori prodotti dal gruppo, pubblicati sul *Nuovo Cimento* (editore: Società Italiana di Fisica), o sul *Journal of Chemical Physics* (dell'American Institute of Physics).²⁰ Una menzione particolare merita un lavoro, pubblicato nel '65 sul *Journal of the American Chemical Society*,²¹ in cui si valuta la presenza di ioni metastabili per determinare il meccanismo di alcune reazioni ione-molecola: con o senza la formazione di un addotto intermedio con tempo di vita sensibile. L'articolo non solo è accettato da una rivista estera di grande prestigio ma è addirittura posto in apertura di fascicolo, il che implica considerazione di grande rilevanza.

Lo spettrometro con cui vengono svolte queste ricerche è un Italelettronica SP12F, a settore magnetico di 60°, con raggio di curvatura di 15 cm, dunque uno strumento commerciale, con modifiche sul detector di ioni e il sistema di pompaggio. Nel '65 emerge l'anima nucleare del gruppo con una modifica sostanziale della sorgente: invece che per bombardamento elettronico gli ioni sono prodotti per irraggiamento beta ottenuto da trizio.²²

4.2. Antonio Foffani, Salvatore Pignataro et al.

Un altro gruppo pioniere è quello costituito da Foffani e Pignataro, dell'Istituto di chimica-fisica dell'Università di Catania, in collaborazione con diversi colleghi che incontreranno nei frequenti spostamenti per varie sedi italiane. Esaminando alcuni lavori seguiamo il percorso dei due scienziati. Nel 1963, in collaborazione

²⁰ Alcuni dei primi lavori sono a) ANNA GIARDINI-GUIDONI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Ion-Molecule Reactions of the Fifth Group Elements Hydrides*, «Il Nuovo Cimento», XVII, fasc. 6, 1960, pp. 919-927. b) ANDREA GALLI, ANNA GIARDINI-GUIDONI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Charge Exchange in Noble Gases*, «Il Nuovo Cimento», XXVI, fasc. 5, 1962, pp. 845-854. c) ANDREA GALLI, ANNA GIARDINI-GUIDONI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Ion-Molecule Reactions Leading to NO⁺ Formation*, «The Journal of Chemical Physics», XXXIX, fasc. 3, 1963, pp. 518-521.

²¹ A. GHAZI, W. DERWISH, ANDREA GALLI, ANNA GIARDINI-GUIDONI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Ion-Molecule Reactions in Acetylene*, «Journal of the American Chemical Society», LXXXVII, fasc. 6, 1965, pp. 1159-1168.

²² VINCENZO AQUILANTI, ANDREA GALLI, ANNA GIARDINI-GUIDONI, GIAN GUALBERTO VOLPI, *Ion-Molecule Reactions in Hydrogen-Rare-Gas-Mixtures*, «The Journal of Chemical Physics», XLIII, fasc. 6, 1965, pp. 1969-1973.

con Biagio Cantone e Francesco Grasso (dell'Istituto di Fisica di Catania), compare su *Il Nuovo Cimento* uno studio su diazocomposti, vengono studiati i processi di frammentazione e misurati i potenziali di ionizzazione e di comparsa dei frammenti, osservando le variazioni per effetto di sostituenti.²³ Lo spettrometro utilizzato è di fabbricazione tedesca, modello CH-4 della Atlas Werke; si tratta nuovamente di un settore magnetico di 60°, che appartiene al laboratorio di Spettrometria di Massa del Centro Siciliano di Fisica Nucleare. L'anno seguente uno studio analogo su carbonili aromatici viene pubblicato sulla *Zeitschrift für Physikalische Chemie*.²⁴ Oltre a misurare la variazione dei potenziali si vuole precisare il processo di ionizzazione determinando quale sia l'elettrone rimosso, se uno del sistema π o uno di un doppietto solitario dell'ossigeno: come si vede le ricerche si collocano nel pieno della chimica fisica; anche questo gruppo ha un forte legame con la fisica, per la formazione professionale di due degli autori e per il laboratorio in cui vengono svolte le analisi.

Un lavoro analogo compare nel '66, di nuovo sulla prestigiosa rivista tedesca:²⁵ Foffani e Pignataro si sono trasferiti all'Università di Perugia, presso l'Istituto di Chimica Fisica, i collaboratori per questo lavoro sono Giuseppe Innorta e Giuseppe Distefano, lo spettrometro utilizzato è sempre quello catanese. L'anno precedente Foffani e Pignataro, già a Perugia ma ancora in collaborazione con Grasso e Cantone rimasti a Catania, pubblicano un lavoro sugli ioni negativi di metallo-carbonili.²⁶ L'assenza di picchi molecolari è letta come formazione dello ione molecolare in uno stato repulsivo (con l'elettrone addizionale catturato da un orbitale con carattere di antilegame), che induce immediata frammentazione. Parte di questo lavoro era stata presentata dai due chimico fisici catanesi all'8th European Meeting on Molecular Spectroscopy di Copenhagen (nello stesso 1965), mentre già nel '64 Foffani aveva preso posizione alla Mass Spectrometry Conference di Parigi durante la discussione seguita alla presentazione di un altro autore.²⁷ Questi eventi segnano

²³ ANTONIO FOFFANI, SALVATORE PIGNATARO, BIAGIO CANTONE, FRANCESCO GRASSO, *Mass Spectra of Diazocompounds. I. Diazocarbonyl Compounds*, «Il Nuovo Cimento», XXIX, fasc. 4, 1963, pp. 918-929.

²⁴ ANTONIO FOFFANI, SALVATORE PIGNATARO, BIAGIO CANTONE, FRANCESCO GRASSO, *Ionization Potentials and Substituent Effects for Aromatic Carbonyl Compounds*, «Zeitschrift für Physikalische Chemie Neue Folge», XLII, 1964, pp. 221-235.

²⁵ SALVATORE PIGNATARO, ANTONIO FOFFANI, GIUSEPPE INNORTA, GIUSEPPE DISTEFANO, *Molecular Structural Effects on the Ionization Potentials for Metasubstituted Aromatic Compounds and for the Compounds of the Type X-CH₂-R*, «Zeitschrift für Physikalische Chemie Neue Folge», IL, 1966, pp. 291-298.

²⁶ SALVATORE PIGNATARO, ANTONIO FOFFANI, FRANCESCO GRASSO, BIAGIO CANTONE, *Negative Ions from metal Carbonyls by Electron Impact*, «Zeitschrift für Physikalische Chemie Neue Folge», XLVII, 1965, pp. 106-113.

²⁷ Dalla nota tre del riferimento precedente: a) ANTONIO FOFFANI, Mass Spectrometry Conference, Paris (1964), discussion to paper n° 17 by G. Jacobb and A. Henglein. b) ANTONIO FOFFANI, SALVATORE PIGNATARO, 8th European meeting on Molecular Spectroscopy, Copenhagen (1965).

l'inizio di un'attiva partecipazione del gruppo ad eventi internazionali sulla spettrometria. A questo proposito va ricordato che nel '69 Innorta, che fruisce di una borsa di post dottorato del C.N.R., si reca alla Cornell University dello Stato di New York, dove lavora con McLafferty, personalità di primo piano della spettrometria statunitense. Il gruppo d'oltre oceano da tempo si occupa di lavoro analogo a quello dei nostri ricercatori, Innorta firma nel '70 il quindicesimo articolo sullo studio dell'effetto dei sostituenti sulla decomposizione delle molecole.²⁸ Il problema trattato in questo lavoro è far coincidere un'interpretazione accettata dei dati sulla frammentazione delle molecole che si osservano con spettrometria di massa con la teoria del quasi equilibrio. Uno strumento per valutare la distribuzione dell'energia interna delle molecole (che è fondamentale per determinare la frammentazione) è dato dalla spettrometria di fotoelettroni; quando Innorta ritorna in Italia continua questo filone con Pignataro, adesso a Bologna, dove tiene aperte diverse linee di ricerca grazie ad un elevato numero di collaborazioni, fra le quali J.N.A. Ridyard della Perkin-Elmer (una ditta costruttrice di strumenti), Sandro Torrioni di Bologna, Flavio Bonati di Milano, Paolo Linda e Gianlorenzo Marino di Perugia, Giovanni Natile a Venezia. In definitiva Pignataro e Foffani, prima insieme poi separatamente, producono nel decennio dal '63 al '72 numerosi lavori di chimica fisica con lo spettrometro di massa, e, soprattutto il primo, seminano la tecnica in varie sedi italiane.

4.3. Sergio Facchetti

Dei lavori in parte analoghi vengono da Facchetti del Centro Comune di Ricerca dell'EURATOM, di Ispra. Dopo un primo lavoro sulla determinazione di tracce di deuterio svolto per il C.N.R.N. nel 1960²⁹ si ha una pausa di cinque anni nei lavori di spettrometria dell'autore, fino all'inizio delle ricerche per l'EURATOM. Queste vengono svolte con due strumenti: il già incontrato Atlas Werke CH-4 e, quando serve alta risoluzione, un AEI MS-9, di fabbricazione inglese; è evidente la ricchezza di mezzi del Centro internazionale in confronto alle sedi universitarie italiane. Questi lavori, di chimica organica fisica, sono strettamente imparentati ai lavori di Foffani e Pignataro ma, almeno inizialmente, più sbilanciati verso la chimica: viene nuovamente esaminato il processo di frammentazione molecolare ma più che il meccanismo (il *come*, che si può collocare nell'area della chimica fisica) qui è sottolineata la determinazione dei frammenti che si formano (il

²⁸ FRED W. McLAFFERTY, TIMOTHY WACHS, CHAVA LIFSHITZ, GIUSEPPE INNORTA, PHILIP IRVING, *Substituent Effects in Unimolecular Ion Decompositions. XV. Mechanistic Interpretations and the Quasi-Equilibrium Theory*, «Journal of the American Chemical Society», XCII, 1970, pp. 6867-6880.

²⁹ SERGIO FACCHETTI, *Determination of D in He of the reactor*, Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari, CNI-49, 1960.

cosa, più legato alla chimica organica). Come si intuisce dall'istituzione di appartenenza del nostro autore c'è nuovamente una strettissima relazione con il nucleare: il primo degli articoli esaminati³⁰ riguarda infatti i prodotti della degradazione di polifenili, una miscela dei quali costituiva il refrigerante utilizzato per un reattore ad uranio del progetto Orgel dell'EURATOM. L'autore studia il grado di frammentazione delle molecole in seguito a bombardamento elettronico, questione originata da un problema concreto: i prodotti di pirolisi e radiolisi della miscela disciogliendosi nella stessa ne aumentano la viscosità rendendo necessario sostituirla. Altri lavori analoghi con diversi coautori, molti dei quali stranieri, sono svolti negli anni seguenti, ad esempio uno studio su composti alogenati del benzene.³¹ In dati ottenuti in questo lavoro hanno un destino assai movimentato: innanzi tutto sono registrati anche su nastro perforato ed elaborati con un calcolatore elettronico (IBM 360/65), poi i dati sulle abbondanze dei frammenti sono mandati al dr. Cornu del Centro di Studi Nucleari di Grenoble per essere inseriti in un atlante degli spettri di massa che servirà come database per la correlazione fra spettri e strutture.

Di tutt'altro genere è invece un lavoro di Facchetti che inizia al limite del periodo in esame (1972) e prosegue per quasi vent'anni: insieme a Garibaldi della S.N.A.M. l'autore presenta la possibilità di identificare il piombo di origine antropica presente nell'ambiente tramite la determinazione del rapporto isotopico. Si studiano quindi nuovamente rapporti isotopici tramite spettrometria, come nei primi anni di vita della tecnica, questa volta non siamo però nel campo della fisica né della determinazione dei pesi atomici, ma in piena chimica analitica, con un lavoro di analisi degli inquinanti. È da sottolineare che sono passati solo dieci anni dalla pubblicazione di Primavera Silenziosa di Rachel Carson, il testo rivoluzionario su ambiente e inquinamento e, per restare al nostro paese, non è ancora avvenuto il disastro di Seveso: la difesa dell'ambiente in Italia non è certo un argomento di attualità. Gli autori pubblicano la presentazione del lavoro su *La Rivista dei Combustibili*³² dopo un'analoga presentazione all'*International Symposium Environmental Health Aspects of Lead* tenutosi ad Amsterdam nel '72 e annunciano di aver intrapreso una valutazione delle possibilità di utilizzare in diverse regioni italiane benzine arricchite con piombo isotopicamente differenziato per poterne poi seguire i movimenti nell'ambiente, progetto che rientra in un contratto stipulato nel '73 fra la C.E.E., l'E.N.I. e la S.I.A.C. (Società Italiana Additivi per Carburanti).

³⁰ SERGIO FACCHETTI, *La spettrometria di massa nello studio di alcuni polifenili*, «La Chimica e l'Industria», XLVII, fasc. 9, 1965, pp. 966-972.

³¹ S. FACCHETTI, *Spettrometria di massa a bombardamento elettronico: studio dei composti mono- e dialogenati del benzene*, «La Chimica e l'Industria», LI, fasc. 12, 1969, pp. 1373-1379.

³² S. FACCHETTI, P. GARIBALDI, *Il Piombo quale inquinante. II. La determinazione della composizione isotopica: una tecnica per identificare le fonti di contaminazione*, «La Rivista dei Combustibili», XXVII, fasc. 10, 1973, pp. 474-482.

4.4. *Pompeo Capella e Enzo Fedeli*

Come molti colleghi anche Pompeo Capella fonda in Italia un filone di ricerche tramite spettrometria di massa dopo aver preso contatti con la tecnica negli Stati Uniti. In questo caso si tratta esclusivamente di continuità strumentale e non di area di ricerca: nell'agosto '65 invia da Huston un lavoro su determinazione di derivati di ammine tramite gas cromatografia spettrometria di massa³³ mentre dal '66, dopo il ritorno in Italia, si occupa di analisi di sostanze grasse. In un primo periodo l'attività procede con tecniche tradizionali (varie tecniche cromatografiche, spettroscopia nell'infrarosso, NMR); la spettrometria di massa viene pure utilizzata ma in modo che si potrebbe definire improprio: soltanto per determinare la massa molecolare delle sostanze in esame.³⁴ Dal '67, in un lavoro sull'aroma del tartufo,³⁵ riappare invece la gas cromatografia spettrometria di massa, l'analisi dello spettro di una delle sostanze esaminate rivela la presenza di due atomi di zolfo e del gruppo CH_3S^+ , permettendo di identificare il bis-metiltioetano come principale responsabile dell'aroma; la tecnica in questo caso viene utilizzata per avere indicazioni sulla composizione e la struttura della specie, e quindi in modo molto più pertinente di quanto non fosse la semplice misura della massa molecolare. Lo strumento utilizzato è un LKB 9000, le analisi sono eseguite da Salvatori, che incontreremo fra breve. Negli anni seguenti Capella si trasferisce all'Istituto Industrie Agrarie dell'Università di Bologna, proseguendo gli studi sulle sostanze grasse, lasciando in eredità la tradizione di gas cromatografia spettrometria di massa anche a Milano, nella persona di Enzo Fedeli, direttore della Stazione Sperimentale per gli Oli e Grassi, che aveva avuto una collaborazione con Capella quando questi si trovava al vicino Centro Nazionale per la Lipochimica del C.N.R.³⁶

4.5. *Tito Salvatori, Giuliano Nencini, et al. (S.N.A.M.)*

Torniamo alle industrie con la S.N.A.M. (Società Nazionale Metanodotti) già incontrata parlando del lavoro analitico di Facchetti nei primi anni Settanta. L'inte-

³³ POMPEO CAPELLA, E.C. HORNING, *Separation and Identification of derivatives of Biologic Amines by Gas-Liquid Chromatography*, «Analytical Chemistry», XXXVIII, fasc. 2, 1966, pp. 316-321.

³⁴ a) ENZO FEDELI, POMPEO CAPELLA, M. CIRIMELE, GIOVANNI JACINI, *Isolation of geranyl geraniol from the unsaponifiable fraction of linsed oil*, «Journal of Lipid Research», VII, 1966, pp. 437-441. b) ALBERTO FIECCHI, POMPEO CAPELLA, ENZO FEDELI, ARMANDO LANZANI, GIOVANNI JACINI, *Identificazione del 24-metilenicicloartanolo negli olii di oliva e di lino*, «La Ricerca Scientifica», XXXVI, fasc. 12, 1966, pp. 1316-1320.

³⁵ ALBERTO FIECCHI, MARZIA GALLI KIENLE, ANTONIO SCALA, POMPEO CAPELLA, *Bis-metyltio-methane, an odorous substance from withe truffle, Tuber Magnatum Pico*, «Tetrahedron Letters», XVIII, 1967, pp. 1681-1682. Per un refuso nell'intestazione dell'articolo compare «Cabella» invece di «Capella».

³⁶ Si vedano i riferimenti alla nota 34.

resse della compagnia per la spettrometria era già nato anni prima: due ricercatori dei Laboratori Riuniti Studi e Ricerche di S. Donato Milanese, Tito Salvatori e Giuseppe Nencini (quest'ultimo già incontrato nel gruppo pioniere dei fisici) con vari altri colleghi, fra cui Ricca del centro per lo Studio delle Sostanze Naturali del C.N.R. di Milano, firmano nel '63 un lavoro³⁷ sull'analisi della secrezione odorosa di un artropode. Uno spettrometro (nuovamente l'Atlas Werke CH-4) viene utilizzato per caratterizzare una delle sostanze isolate, in quantità troppo piccola per l'identificazione con altre tecniche. L'argomento è quanto mai lontano dall'area di ricerche della S.N.A.M., il che dimostra, ancor più che in altri casi incontrati in precedenza, la fluidità dei rapporti fra i ricercatori e l'ampia tolleranza sugli argomenti di ricerca da parte delle istituzioni di appartenenza. Tutt'altro argomento viene affrontato nel 1965 con un lavoro sulla caratterizzazione di copolimeri (ricordo che Natta ricevette il Nobel nel '63) tramite l'analisi delle frazioni volatili ottenute per pirolisi.³⁸ Negli anni seguenti continuano ricerche con lo spettrometro sugli argomenti più disparati: il meccanismo di una reazione di isomerizzazione termica,³⁹ quello di una sintesi biologica,⁴⁰ l'identificazione di un acido grasso di un microorganismo (quest'ultimo lavoro porta la firma anche di Alessandro Ballio, dell'Università di Napoli).⁴¹ Per il solo Nencini ricordo ancora una presentazione delle applicazioni della tecnica alla metallurgia⁴² e un lavoro con Foffani e Pignataro su ionizzazione e frammentazione di complessi di metalli di transizione.⁴³

Chiudo questa panoramica con l'evento scelto come conclusivo per l'introduzione della spettrometria fra i chimici italiani, in quanto sancisce l'istituzionalizza-

³⁷ G. CASNATI, GIULIANO NENCINI, A. QUILICO, M. PAVAN, A. RICCA, TITO SALVATORI, *The Secretion of the Myriapod Polydesmus collaris collaris (Koch)*, «Experientia», XIX, fasc. 8, 1963, pp. 409-411.

³⁸ GIULIANO NENCINI, G. GIULIANI, TITO SALVATORI, *A Pyrolysis-Mass Spectrometry Method for Blockiness Determination of Ethylene-Propylene copolymers*, «Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Letters», III, fasc. 6, 1965, pp. 483-485.

³⁹ LEONELLO PAOLONI, GIULIANO NENCINI, MARIA L. TOSATO, TITO SALVATORI, *Tautomeric Form of Oxygenated 1,3,5-triazines. V. Study of the Thermal Isomerization of Trimethoxytriazine by Mass Spectrometry of Labeled Molecules*, «Gazzetta Chimica Italiana», XCVII, fasc. 5, 1967, pp. 635-653.

⁴⁰ LUIGI CANONICA, ALBERTO FIECCHI, MARZIA GALLI-KIENLE, BIANCA M. RANZI, ANTONIO SCALA, TITO SALVATORI, E. PELLA, *Biosynthesis of Ophiobolins*, «Tetrahedron Letters», XXXV, 1967, pp. 3371-3376.

⁴¹ ALESSANDRO BALLIO, S. BARCELLONA, TITO SALVATORI, *Identification of 9.10-methylenehexadecanoic acid in some aerobic «Actinomycetales» by a combined gas chromatographic-mass spectroscopic technique*, «Journal of Chromatography», XXXV, fasc. 2, 1968, pp. 211-212.

⁴² GIULIANO NENCINI, *Aggiornamenti sulla spettrometria di massa con particolare riferimento alle applicazioni nel settore siderurgico*, «La Metallurgia Italiana», VIII, 1966, pp. 265-267.

⁴³ SALVATORE PIGNATARO, GIUSEPPE DISTEFANO, GIULIANO NENCINI, ANTONIO FOFFANI, *Mass Spectrometric Study of Paramagnetic and Diamagnetic Transition Metal Complexes*, XXXV, 1967, pp. 3371-3376.

zione della tecnica: durante il Secondo Convegno Italiano degli Spettrometristi di Massa, organizzato sotto gli auspici della Società Chimica Italiana al C.C.R. EURATOM di Ispra nel settembre '71 i partecipanti decidono di riunirsi in associazione e inviano al presidente della S.C.I. (Professor Sartori) richiesta di costituire la Divisione di Spettrometria di Massa. Nel maggio '72 si ha l'approvazione definitiva della richiesta e viene costituito il Gruppo di Spettrometria di Massa (che diverrà Divisione più tardi), il cui primo presidente è Facchetti. È da sottolineare che la Divisione di Spettrometria di Massa è l'unica Divisione della S.C.I. dedicata a una tecnica e non a una disciplina, infatti per la sua ampia applicabilità riunisce ricercatori di provenienza anche molto diversa, come sottolinea l'articolo due del Regolamento, che riporta gli obiettivi del gruppo:

Il Gruppo è a carattere interdisciplinare e riunisce quanti operano nel campo con lo scopo:
di favorire gli studi sulla spettrometria di massa, sia nei suoi aspetti di pura ricerca come nelle sue applicazioni;
di divulgare la potenzialità di questa tecnica;
di mantenere relazioni con analoghe organizzazioni di altri Paesi;
di promuovere l'interessamento delle Industrie nazionali allo sviluppo della strumentazione.⁴⁴

Nel '74 il gruppo conta 58 iscritti, provenienti da Università, Centri di Ricerca, industrie, come si ricava dal primo Bollettino del Gruppo⁴⁵ che ne riporta l'elenco completo, lo stesso riporta i risultati di un'inchiesta condotta nel '72 che stima in un totale di 75 gli strumenti presenti sul territorio nazionale: 32 fra Università e Centri Nazionali di Ricerca e 43 in altri Istituti di Ricerca e industrie.

5. Conclusioni

Nel secondo dopoguerra la tecnica di spettrometria di massa era ampiamente diffusa, negli Stati Uniti come in molti altri Paesi, anche europei, sia nelle Università sia nelle industrie, con un forte contributo dato dalle ricerche militari negli anni della guerra; in Italia non se ne conosceva quasi l'esistenza. L'introduzione della tecnica nel nostro paese avvenne alla fine degli anni '40 ad opera del celebre gruppo di fisici di Roma, al momento guidato da Amaldi, indispensabile a questo proposito furono i contatti con gli Stati Uniti che proprio i fisici avevano instaurato prima e durante la guerra, non solo per uno scambio di conoscenze, che pure fu importante, ma addirittura per avere materialmente i pezzi necessari alla costruzione dello strumento. I primi protagonisti di questa vicenda sono solitamente

⁴⁴ SERGIO FACCHETTI, SALVATORE PIGNATARO P. COMITATO PROMOTORE DEL GRUPPO DI S.M. (ed.), *Bollettino del Gruppo di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana - Numero I*, 1974, cit. alla p. 3.

⁴⁵ *Ivi*.

ricordati come fisici, avendo svolto gran parte della loro opera scientifica in centri di fisica, ma erano in realtà ricercatori dalla doppia formazione (chimica e fisica) e che, in brevissimo tempo, si associarono a dei chimici «puri» per portare avanti le ricerche con lo spettrometro. Quando, un decennio dopo, finalmente iniziò la diffusione della tecnica in diversi gruppi di ricerca della chimica italiana fu in centri, e per ricerche, ancora strettamente legate alla fisica, in quanto ricerche di confine (tipiche furono le indagini chimico fisiche di numerosi gruppi) o, se pure prettamente chimiche, fortemente connesse alla ricerca sul nucleare. E va ancora ricordato che alcuni di questi gruppi comprendevano a loro volta dei fisici per cui, se pure a grandi linee si può affermare che la spinta iniziale alla nascita della tecnica in Italia venne dai fisici, è poco sensato cercare di porre un confine per il passaggio delle consegne ai chimici. Quello che invece appare nettamente definito è come il dilagare della ricerca in numerosi gruppi più o meno contemporaneamente sia legato alla disponibilità di strumenti commerciali. A rigore va ricordato che questi esistevano già dagli inizi degli anni '40, almeno negli Stati Uniti, ma la possibilità di acquistarli per i nostri centri di ricerca, fra blocchi autarchici, interdizioni e crisi economica non si verifica fino a diversi anni dopo la fine della guerra. Anche la distanza delle ditte costruttrici può aver contribuito, a questo proposito ricordo che nella panoramica delle stesse che Fusari compila nel '60 si limita ad elencare quelle europee e che fra gli obiettivi del neonato Gruppo di Spettrometria compare il promuovere l'interessamento delle Industrie nazionali allo sviluppo della strumentazione. Quest'ultimo dato, se ce ne fosse bisogno, sancisce definitivamente una variazione culturale: nessuno pensa nemmeno più a costruirsi autonomamente gli apparecchi; si noti anche che, inaugurando una tradizione che permane tuttora, al Gruppo sono iscritti anche diversi rappresentanti di industrie costruttrici di strumenti. Un altro elemento comune a quasi tutti i primi protagonisti della spettrometria di massa in Italia è un soggiorno di lavoro negli Stati Uniti, quindi anche per i chimici l'avvio delle ricerche è dato da un contatto con la nuova patria d'elezione della tecnica, che pure era nata in Europa oltre quarant'anni prima.

In breve, fra le altre cose grazie alla complessità della rete di rapporti fra i diversi ricercatori ed enti coinvolti, molti settori della chimica si legano alla spettrometria: dopo la chimica fisica e la chimica generale vennero l'analitica, l'organica, la macromolecolare, ecc. Dopo solo una decina d'anni questi gruppi pionieri (è facile immaginare che la spinta venne proprio dall'elevata eterogeneità), si unirono nel Gruppo di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana, nel 1972, che si può quindi assumere come data in cui la tecnica venne ufficializzata per la chimica italiana.

Vorrei ringraziare il Professor Giuseppe Giuliani e il Professor Giorgio Mellerio, che mi hanno fornito materiale indispensabile per la ricerca.

Riassunto – Nel secondo dopoguerra la tecnica di spettrometria di massa era ampiamente diffusa, negli Stati Uniti come in molti altri Paesi, sia nelle Università sia nelle industrie, con un forte contributo dato dalle ricerche militari negli anni della guerra; in Italia non se ne conosceva quasi l'esistenza. L'introduzione della tecnica nel nostro paese avvenne alla fine degli anni Quaranta ad opera del celebre gruppo di fisici di Roma, al momento guidato da Amaldi. Quando, un decennio dopo, finalmente iniziò la diffusione della tecnica in diversi gruppi di ricerca della chimica italiana fu in centri, e per ricerche, ancora strettamente legate alla fisica. Il dilagare della ricerca in numerosi gruppi più o meno contemporaneamente fu indubbiamente legato alla disponibilità di strumenti commerciali. In breve molti settori della chimica si legarono alla spettrometria e dopo solo una decina d'anni i pionieri si unirono nel Gruppo di Spettrometria di Massa della Società Chimica Italiana (nel 1972), che si può quindi assumere come data in cui la tecnica viene ufficializzata per la chimica italiana.