MARCO TADDIA* – ANDREA MUSIANI*

La rivoluzione chimica settecentesca nella versione didattica del cittadino Jacotot**

The eighteenth century chemical revolution according to the citoyen Jacotot didactical perspective.

Summary – This paper examines the influence of chemical revolution of 18th century on the Pierre Jacotot's *Cours de physique expérimentale et the chimie* first published in Paris in 1801, then republished in 1805 in a revised and enlarged form. This was a two volumes text-book to be used at the *Écoles Centrales* established in France in 1795, suppressed in 1802, and replaced by lycées. Although the book correctly imports main concepts from Lavoisier's new chemistry, some citations show a lack of proportion. With the aim to enlighten these questionable points, the Jacotot biography (1756-1821), recently reconstructed by Paul Barbier, is reviewed.

La pubblicazione dei due volumi del *Traité élémentaire de chimie* di Lavoisier, avvenuta a Parigi il 17 gennaio 1789, dopo quasi un decennio di laboriosa gestazione, contribuì fortemente a diffondere in Europa un modo nuovo, anzi rivoluzionario, di indagare, interpretare e descrivere i fenomeni chimici. Per giungere alla formulazione delle teorie che riformarono la chimica, l'autore del *Traité* si era avvalso oltre che del proprio infaticabile lavoro sperimentale anche delle importanti scoperte e geniali intuizioni di altri grandi del suo tempo, come Black, Scheele, Bergman e, soprattutto, Priestley e Cavendish. Per questo, se talvolta si parla semplicemente di rivoluzione chimica di Lavoisier, l'attribuzione può sembrare ingenerosa nei confronti di questi ultimi, benché anche i più critici riconoscano che nella

* Dipartimento di Chimica «G. Ciamician» dell'Università di Bologna, Via F. Selmi 2, 40126 Bologna.

** Relazione presentata al IX Convegno Nazionale di «Storia e Fondamenti della Chimica» (Modena, 25-27 ottobre 2001).

mente di Lavoisier e nel linguaggio da lui proposto le nuove idee avevano trovato la sintesi più limpida e l'espressione più efficace.

Circa undici anni dopo la comparsa del *Traité*, esattamente nel mese Ventoso, dell'anno IX (inizio del 1801), lo stesso della pace di Lunéville e della firma del Concordato, venne pubblicata a Digione un'opera a carattere didattico in due volumi di Pierre Jacotot, dal titolo «*Cours de physique experimentale et de chimie; a l'usage des École centrales, et spécialment de l'École centrale de la Côte d'Or*» [1]. Il libro venne elogiato nel Journal de la Côte-d'Ore di Vivant Carion del 20 Ventoso (10 marzo 1801), con questa curiosa pubblicità: «Anche quelli che non hanno mai studiato geometria, non troveranno difficile quest'opera. Quelli che in questa parte delle matematiche hanno mietuto dei successi, troveranno nelle note che concludono la parte di fisica una serie di problemi interessanti. Quest'opera onora sia il suo stimato autore che la città dove egli insegna: è in vendita a Digione dal libraio Coquet, via Bossuet, al prezzo di 12 F».

Una copia originale della prima edizione dei *Cours* in ottimo stato di conservazione, rintracciata casualmente da uno di noi (M.T.) nel dicembre 2000, è stata recentemente acquisita dalla Biblioteca del Dipartimento di Chimica «G. Ciamician». Al di là del pregio antiquario è evidente che, trattandosi di uno dei primi testi didattici per l'istruzione medio-superiore, pubblicati in Francia dopo la rivoluzione chimica, i *Cours* costituiscono un documento interessante per valutarne l'influenza sui programmi d'insegnamento. Questo lavoro si propone di analizzare criticamente la parte più propriamente chimica dei *Cours*, compresa nella cosiddetta «*Physique particulière*», dopo un'indagine sulla vita del suo semisconosciuto Autore, che ha consentito di cogliere meglio il senso e i limiti dell'opera. Le principali fonti di informazione sono state la biografia di Jacotot, recentemente ricostruita da Paul Barbier [2], e la relazione di Jacques Dubois sulle numerose peripezie cui è stata sottoposta la collezione di apparecchi scientifici del Collegio Godran, dove Jacotot insegnò [3].

L'Autore

A parte i *Cours*, Pierre Jacotot non ha lasciato testimonianza di sé, se non in alcuni documenti ufficiali, tant'è che taluni tendono a confonderlo con il cugino Joseph Jacotot (1770-1840), digionese anch'egli, personaggio di cultura enciclopedica e noto studioso di problemi dell'educazione, docente di letteratura classica, matematica e diritto romano, fervido patriota e deputato alla Camera dei Cento Giorni. Per distinguere Joseph, cui la città di Digione ha intitolato una via, da Pierre, i biografi chiamano il primo «*minore*» e il secondo «*maggiore*». La vita pubblica di Pierre Jacotot, come si desume dalla Tabella 1, è quella di un professore operoso e capace, divenuto preside e rettore di accademia con una carriera brillante e senza strappi, nonostante i rapidi cambiamenti di regime cui, probabilmente, seppe adeguarsi anche in virtù di un mite e innato conformismo. Egli nacque

TABELLA 1 – *Alcune tappe della vita di Pierre Jacotot (1756-1821).*

1756	Pierre Jacotot nasce a Charencey (Côte-d'Or) il 1° Settembre 1756, compie i primi studi al Collegio Godran di Digione
1778	Entra nel seminario di Digione; lo abbandona dopo due anni
1780	È assunto dal Collegio Godran come professore supplente di matematica e fisica, poi di filosofia
1785	Associato all'Accademia di Scienze, Arti e Belle Lettere di Digione; si occupa di astronomia con l'abate Bertrand
1788	Presenta una memoria sul calcolo dell'eclissi di luna prevista per l'anno seguente
1791	Nominato membro residente dell'Accademia
1792	Diviene Rettore del Collegio, continuando ad insegnare fisica
1793	Il Comitato di Salute Pubblica lo nomina commissario per il salnitro, insieme a Vauquelin
1794	Una petizione della Società Popolare di Tours diretta alla Convenzione esalta l'operato di entrambi. Si trasferisce a Parigi per insegnare *physique particuliére* nei precorsi della nuova *École Centrale des Travaux Publics*. È nominato bibliotecario della medesima *École Centrale* e vi tiene lezioni d'algebra. Manifesta l'intenzione di tornare a Digione
1795	Firma, per l'ultima volta, come segretario, il verbale della riunione del Consiglio dell'*École Centrale des Travaux Publics* del 16 aprile. Ritorna in Borgogna e diventa professore di fisica all'*École Centrale du Département de la Côte-d'Or*, aperta in giugno
1796	Gli allievi delle Scuole Nazionali provenienti dall'*École de la Côte-d'Or* si distinguono per capacità e risultati; i meriti dei loro professori e di Jacotot in particolare, vengono riconosciuti
1801	Pubblica il «*Cours de physique et de chimie à l'usage des Écoles centrales*»
1803	Un decreto del primo Console lo nomina Preside del liceo di Digione, istituito con legge dello stesso anno, in sostituzione dell'*Ecole* abolita nel 1802
1805	Pubblica la seconda edizione, aggiornata, del «*Cours de physique et de chimie*»
1807	Beneficia di una cospicua eredità da parte dell'amico Degrenaud
1808	Diviene rettore dell'Accademia di Digione (Università Imperiale)
1815	Destituito dalla carica a seguito della seconda restaurazione
1821	Muore il 14 luglio

a Charencey, nel dipartimento della Côte-d'Or il 1° settembre 1756. Essendo di famiglia piuttosto povera, dopo l'istruzione elementare venne incoraggiato a proseguire gli studi da uno zio prete che, avendone apprezzato le capacità, lo mandò al Collegio Godran di Digione. Qui si distinse particolarmente nelle materie scientifiche, guadagnandosi anche la stima dei compagni per il suo buon carattere. Al termine degli studi, nel 1778, venne accolto nel seminario di Digione, dove restò per due anni, lasciandolo prima dell'ordinazione sacerdotale. Evidentemente non si sentì portato alla missione cui lo zio lo aveva destinato sin da fanciullo. Iniziò la sua carriera di professore al Collegio Godran, come supplente di matematica e fisica poi di filosofia. All'epoca, il Collegio Godran godeva già di una solida reputazione nel campo della fisica, ben oltre l'ambito digionese. Il suo laboratorio disponeva di una dotazione strumentale di prim'ordine che, dopo molte vicissitudini [3], è finita in parte al museo Stewart di Montreal. Il Collegio era stato istituito alla fine del XVI secolo sulla base di un lascito di Odine Godran, presidente del parlamento di Borgogna, ed era stato affidato ai Gesuiti. Va ricordato che nei Collegi retti da questo Ordine l'insegnamento delle materie scientifiche in forma organizzata conobbe una progressiva espansione a partire dal secolo XVII. La fisica in particolare, prima impartita in forma dogmatica, si sbarazzò pian piano di Aristotele, ispirandosi a Cartesio, con un supplemento di sperimentazione che ebbe nell'abate Nollet l'alfiere più deciso. Tuttavia, non in tutti i Collegi, l'insegnamento della fisica veniva tenuto da un fisico e svolto tutti gli anni. Quando, con il decreto del 12 agosto 1763, i Gesuiti furono espulsi dalla Francia, l'insegnamento della fisica a Digione era tenuto ad anni alterni da un filosofo. Il Collegio passò in gestione alla municipalità di Digione e venne retto da un Ufficio Amministrativo nominato con decreto reale. A seguito dell'entrata in vigore della riforma dell'insegnamento, opera del digionese Guyton de Morveau, cambiarono anche le modalità di reclutamento dei docenti che, tuttavia, continuarono a provenire dall'ambiente ecclesiastico. La fisica venne insegnata ogni anno e le lezioni furono pubbliche. Il fatto che l'abate Adrien, professore di fisica dal 1764 al 1782 si riferisse a Galileo, Boyle, Pascal, Newton e Réaumur testimonia la qualità degli studi. Ad Adrien subentrò l'abate Bertrand, astronomo rinomato, con il quale Pierre Jacotot iniziò a collaborare anche nella gestione dell'Osservatorio. Nel dicembre 1788, Jacotot presentò all'Accademia delle Scienze, Arti e Belle Lettere di Digione, cui era stato associato tre anni prima, una memoria su «*le calcul de l'éclipse de lune qui arrivera le 2 novembre 1789*». Oltre all'eclissi, giunse in quell'anno anche la Rivoluzione che, pare, non lo vide in prima linea. Una legge del 26 dicembre 1790 obbligò i professori al giuramento civico, cinque ecclesiastici rifiutarono e dovettero dimettersi. Jacotot proseguì nella carriera e venne nominato membro residente dell'Accademia nell'agosto 1791 e rettore del Collegio nel 1792 al posto del dimissionario Bailly. Nello luglio dello stesso anno l'Assemblea legislativa dichiarò lo stato di emergenza e anche gli scienziati vennero mobilitati. A Parigi furono istituiti dei corsi rivoluzionari sulla fabbricazione del materiale bellico, mentre un decreto del Comitato di Salute Pub-

blica (CSP), datato 24 ottobre 1793, nominò Jacotot e Vauquelin commissari per il salnitro, con pieni poteri sull'organizzazione dei relativi stabilimenti nel dipartimento Indre-et-Loire. Dopo un mese, l'incarico verrà esteso anche a tre dipartimenti limitrofi e, nel gennaio successivo, Jacotot sarà nominato responsabile per l'intera Francia centrale. La società popolare e rivoluzionaria di Tours elogiò, con una petizione alla Convenzione, l'operato di Jacotot e Vauquelin, riconoscendo in entrambi il «sacro fuoco» del patriottismo. Fu una conferma, in quanto Pierre Jacotot era già stato definito, come il cugino, «amico sincero della rivoluzione» in un rapporto della Società Popolare che, durante il Terrore, sorvegliava i funzionari del Collegio. Fino al settembre 1794 Jacotot resterà in «missione» al servizio della patria, pur mantenendo il posto di professore di fisica e rettore del collegio. Riprenderà quindi l'insegnamento a Digione, ma per poco. A seguito della fondazione dell'*École Centrale de Travaux Publics* di Parigi avvenuta nel 1794, un decreto del CSP del 9 novembre dello stesso anno istituì una scuola con il compito di formare, in appositi precorsi, gli allievi «capoclasse», scelti fra i migliori, cui affidare successivamente funzioni di guida dei compagni e insegnamento subalterno. Jacotot venne nominato docente di «*physique particulière*», ossia di chimica, per questi precorsi. Farà parte anche della commissione giudicatrice del concorso supplementare di ammissione all'*Ecole* che si svolgerà nel febbraio 1795. La nomina a bibliotecario dell'*Ecole* parigina è del 26 novembre 1795, incarico che abbinerà all'insegnamento dell'algebra nei corsi «rivoluzionari» della medesima. Sono di questo periodo i primi riconoscimenti alle qualità didattiche di Jacotot. Ciononostante, già alla fine del 1794, secondo quanto si deduce da un verbale del Consiglio di Amministrazione del Collegio Godran, Jacotot aveva manifestato l'intenzione di rientrare a Digione, con l'obiettivo di tenervi un corso di fisica sperimentale e di chimica. L'ultima traccia del suo servizio all'*Ecole* è la firma, come segretario, del verbale del Consiglio della medesima datato 16 aprile 1795. Il giorno 7 dello stesso mese (18 Germile) erano state create le *Ecoles Centrales*, generalmente una per dipartimento, al limite fra insegnamento secondario e superiore. L'*École Centrale de la Côte d'Or* di Digione aprì nel giugno 1795 e a Jacotot fu affidato l'insegnamento della fisica. Si ricorda che, in quel periodo, non esisteva più l'Università e gli studi proseguivano presso le scuole militari del genio e dell'artiglieria o presso l'*École Polytechnique*, dove si era ammessi per concorso. Ebbene, in tali occasioni, i candidati provenienti dall'*École Centrale de la Côte d'Or* ottenevano risultati brillanti e, a differenza degli altri, avevano buone conoscenze di fisica. Ciò veniva attribuito al rinomato gabinetto di fisica e di chimica annesso all'Accademia di Guyton ed anche ai loro professori, prima di tutto al cittadino Jacotot, di cui si diceva che era bravo quanto modesto. La pubblicazione dei *Cours* nel 1801 è un'ulteriore conferma dell'appassionato impegno didattico di Pierre Jacotot. Questi, non pago degli elogi, ma sempre attento ad impartire un insegnamento aggiornato, ne curerà una nuova edizione, che uscirà alcuni anni dopo, nel 1805, con integrazioni riguardanti l'astronomia, la mineralogia e la fisica. Terrà conto delle nuove scoperte e teorie che,

specialmente nel campo dell'elettricità e dell'elettrochimica arricchiranno, con la pila di Volta, la fisica e la chimica di nuove conoscenze. Intanto, nonostante i riconoscimenti ufficiali all'*École Centrale de la Côte d'Or* ed ai suoi malpagati professori, il sistema dell'istruzione medio-superiore fondato su tali scuole sembrò a molti già superato. Una legge del 1 maggio 1802 (11 Florile X), anno della pace di Amiens, abolì tali *Ecoles* e quella di Digione chiuse i battenti nell'ottobre 1803 (1 Brumaio XII). Al posto di quest'ultima, nel maggio dello stesso anno e sulla scia della legge nazionale, venne istituito un liceo, di cui Jacotot divenne preside a seguito di un decreto di Bonaparte primo console. Si ricordi che, a seguito del colpo di stato del 9-10 novembre 1799 era stato istituito un consolato provvisorio, proclamata una nuova Costituzione (15 dicembre 1799) e che Bonaparte si era insediato alle Tuileries il 19 febbraio 1800. Può essere interessante sottolineare che nella domanda per il posto di preside, Jacotot si qualificò come «notabile nazionale» e membro del Consiglio Generale, con alle spalle 25 anni di insegnamento. A suo carico, diceva di avere una sorella vedova con due figli e un padre settuagenario, cui doveva provvedere soltanto con il proprio stipendio. Jacotot era celibe e questi oneri lo equiparavano, in termini di necessità economiche, ad un padre di famiglia. Visto che i presidi di liceo dovevano essere sposati o esserlo stati, la precisazione non era irrilevante e, come si è visto, sortì il suo effetto. Pochi anni dopo, anche le preoccupazioni economiche cessarono. Infatti, nel settembre 1807, Jacotot ereditò da Damien Degrenaud, un amico nobile e senza figli, una vera fortuna, stimabile in ca. 200000 F. Nel 1808, l'istituzione dell'Università imperiale, unica e indivisibile, ma strutturata in accademie, segnò un nuovo progresso di carriera per Jacotot. Egli fu nominato rettore dell'accademia di Digione, cui facevano capo i territori di tre dipartimenti (Côte d'Or, Saône-et-Loire e Haute-Marne), e che comprendeva le facoltà di diritto, lettere e scienze. Pierre e Joseph Jacotot appartenevano a quest'ultima; il primo era professore di chimica e il secondo di matematica applicata. Gli allievi della facoltà di scienze erano in parte liceali e in parte «dilettanti». Dal 1810 al 1814 non vi fu alcun laureato; non è strano se si pensa che durante l'Impero essi non superarono la quarantina in tutta la Francia. A seguito delle disfatte militari, dell'invasione del Paese e dell'abdicazione di Napoleone (11 aprile 1814) si ebbe la prima Restaurazione. Jacotot non ne risentì, si adeguò rapidamente e mantenne il posto. Al ritorno di Napoleone a Parigi (20 marzo 1815) gli studenti del liceo, in maggioranza bonapartisti, contestarono le autorità scolastiche fedeli al re. Jacotot superò indenne anche questa crisi giurando obbedienza all'Imperatore, mentre altri professori rifiutarono. Dopo Waterloo (18 giugno 1815), con il ritorno dei Borboni, la sua posizione si fece difficile. Questa volta le contestazioni e le epurazioni furono più severe e Jacotot venne destituito, nonostante si difendesse dall'accusa di essere stato bonapartista. Secondo un biografo, la popolazione, che lo stimava, fu dispiaciuta del suo allontanamento, ritenendolo un amministratore saggio. Gli subentrò Berthot, che reggerà il rettorato per 33 anni e che non mancò di rimproverargli la mancanza di polso con i subalterni. Dal 1815 al 1821,

anno della morte, si occupò di affari pubblici a livello locale e di beneficenza, sfruttando l'eredità dell'amico. Morì di tisi polmonare il 14 luglio 1821 ed ebbe funerali solenni cui parteciparono, di loro iniziativa, quasi tutti i suoi allievi. Lasciò i propri beni alla sorella e 20000 F ai poveri. Nel *Journal* di Carion del 18 venne ricordato come un «uomo che aveva dedicato i suoi talenti, le sue virtù e la vita intera all'istruzione della società». Bontà, gentilezza, disinteresse e modestia furono, a detta di chi lo conobbe, tratti distintivi del carattere di Pierre.

L'opera

Per inquadrare i *Cours* nella storia della chimica, va ricordato che nello stesso periodo (1801-1802) veniva pubblicata a Parigi l'opera in undici volumi: *Système des connaissances chimiques* di Antoine-Françoise de Fourcroy. Essa seguiva la teoria antiflogistica e fu è di notevole importanza per la diffusione della nuova chimica francese, il cui suo principale artefice, Antoine Lavoisier, era morto da circa sette anni, essendo caduto vittima del Terrore il giorno 8 maggio 1794.

Il testo dei *Cours* è preceduto da alcune interessanti avvertenze «*avertissement*» di Jacotot al lettore che, rilette con attenzione, aiutano a comprenderne motivazioni e stile di insegnamento. Innanzitutto, egli precisa che il testo contiene la fisica sperimentale e la chimica riunite, per la prima volta, in un trattato specifico. Afferma poi di aver eliminato le parti che non riteneva di reale utilità, adatte solo ad affaticare la memoria del Lettore, conservando invece tutte quelle che mostravano qualche collegamento con le Scienze e le Arti. Dopo aver tranquillizzato gli allievi sprovvisti di nozioni di geometria sulla fruibilità del testo e incoraggiato quelli più preparati a risolvere i problemi riportati nelle note (vedi citazione del *Journal* di Carion), Jacotot termina esprimendo alcuni auspici che ne rivelano ulteriormente, con accenti quasi toccanti, la premura verso gli allievi e l'amore allo studio.

> Mon travail aura la récompense la plus douce et la plus chère à mon coeur, s'il peut épargner quelques difficultés à mes jeunes Concitoyens, et leur inspirer le desir de cultiver une Science qui nous manifeste les merveilles de la Nature et la puissance infinie de l' Être suprême.

Come si è detto, il trattato si compone di due volumi, suddivisi in cinque parti. Ciascuna comprende capitoli e «*articles*» numerati. Il primo volume contiene una trentina di pagine che illustrano semplici proprietà dei liquidi e dei solidi (pressione, densità ecc.) e la prima parte della cosiddetta «*physique particulière*», per un totale di 332 pp. + le note (esercizi). Il secondo volume contiene la seconda parte della «*physique particulière*», identificabile con la chimica, per un totale di ca. 350 pp. Entrambi i volumi contengono delle tavole illustrative della strumentazione o degli esperimenti descritti nel testo. Le figure 1-3 riproducono tavole del primo volume, mentre le figure 4-5 sono tratte dal secondo. Tornando al I vol., i vari capitoli dal I al V sono, nell'ordine, dedicati ad: aria, calorico, acqua, luce ed elettricità. Ciascuno di essi comprende, generalmente, una parte teorica in forma diffusa, una

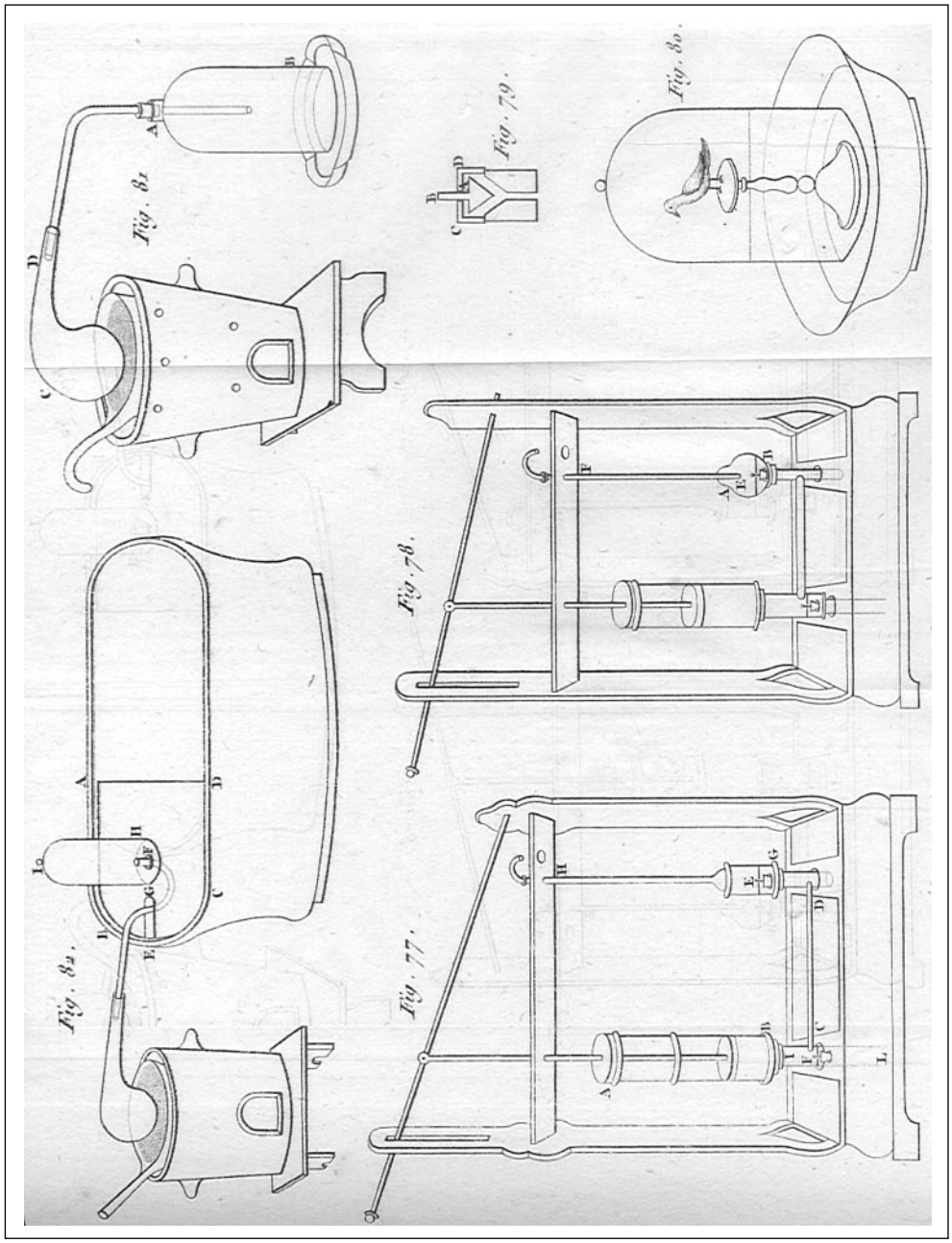


Fig. 1. Tav. VIII del tomo I [1]. *In alto*: apparecchio per manipolare i gas, esperienza sull'ossidazione dello stagno o del piombo; *in basso*: pompa aspirante e premente, pompa per incendi, valvola, esperienza sulla respirazione.

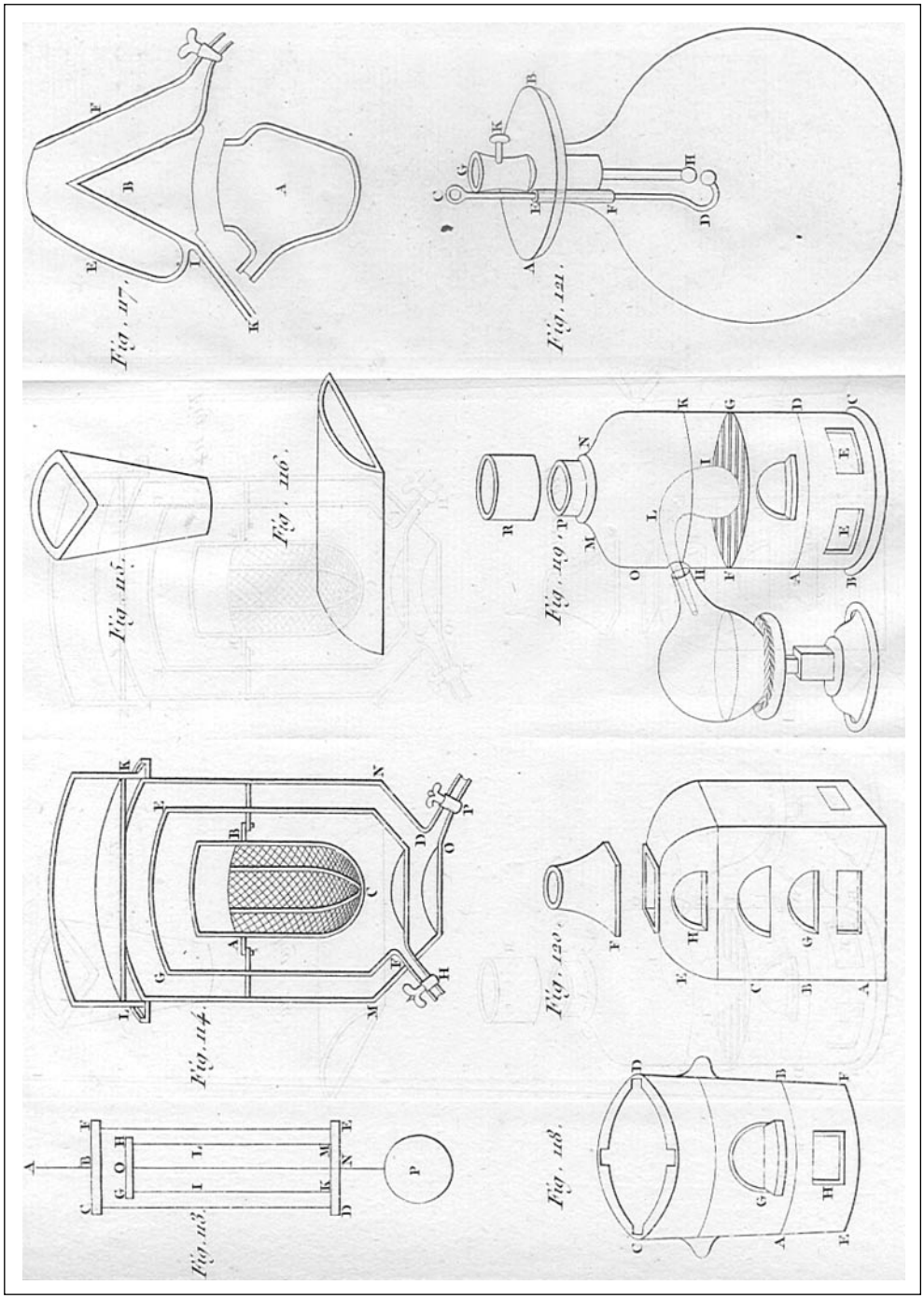


Fig. 2. Tav. XIII del tomo I [1]. *In alto*: pendolo, calorimetro, crogiolo, muffola, alambicchi; *in basso*: forno per evaporazione, forno a coppette, forno a riverbero, pallone per studiare la composizione dell'acqua.

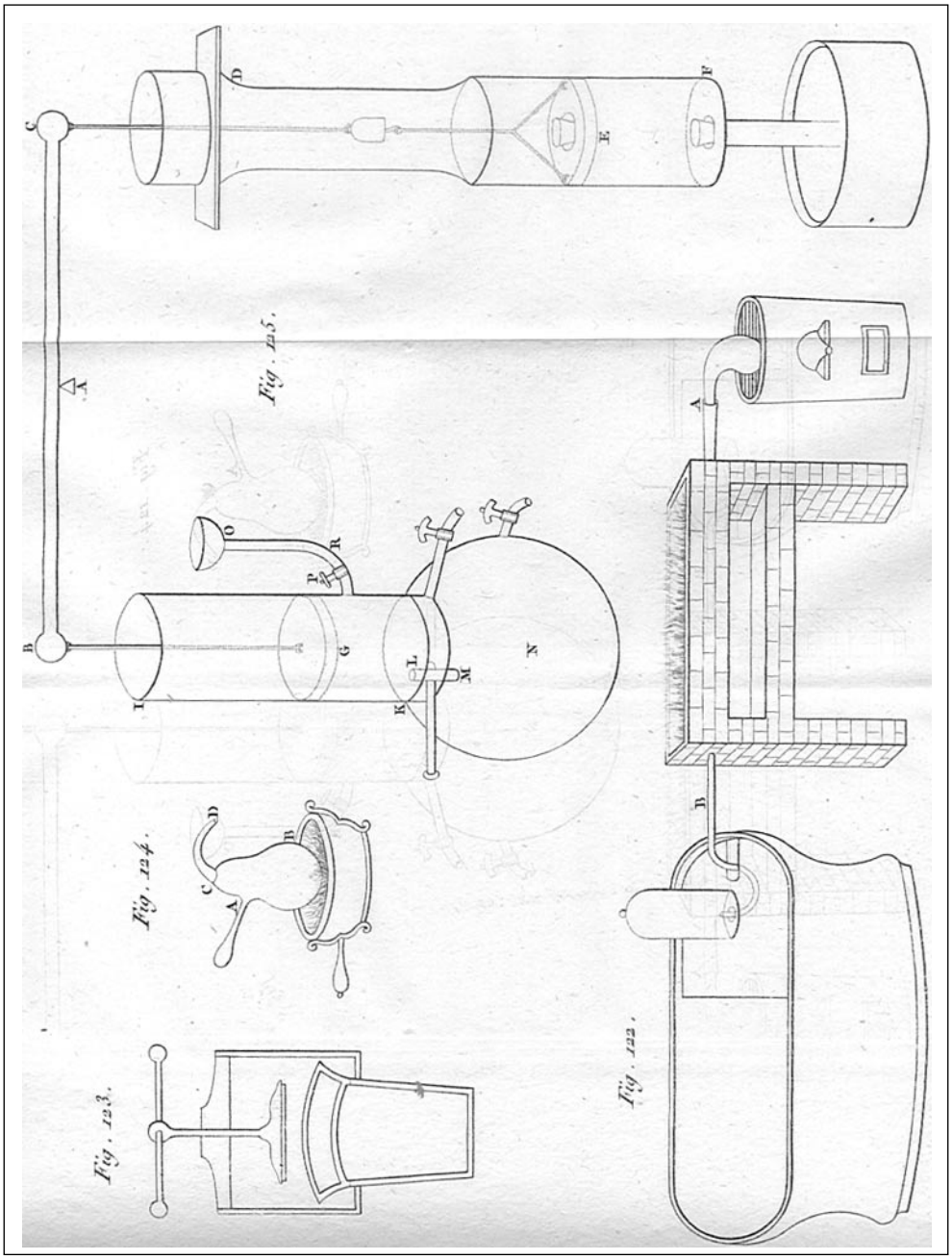


Fig. 3. Tav. XIV del tomo I [1]. *In alto*: pentola di Papin, «macchina del vento», macchina di Newcomen; *in basso*: decomposizione dell'acqua.

parte dedicata alle apparecchiature e la descrizione di alcuni esperimenti. Ad esempio, per il I capitolo, la parte teorica tratta le proprietà e la composizione dell'aria, la sua umidità e il suono, mentre le apparecchiature includono i contenitori, vari tipi di barometri, sifoni, pompe, igrometri e sonometri. È interessante notare come l'argomento includa tutti gli aspetti che possono interessare la vita pratica, le applicazioni «tecnologiche» e le percezioni sensoriali come la visione e l'udito. A questo proposito, nell'articolo settimo, a p. 109, viene trattato anche l'orecchio. Nonostante il vol. I sia dedicato alla fisica propriamente detta, parte di ciò che riguarda direttamente lo scopo di questo lavoro, ossia le ripercussioni della rivoluzione chimica in campo didattico, lo si può trovare anche in esso. Ad esempio, nel cap. 1 art. V, a proposito dell'analisi dell'aria, dei suoi costituenti e del processo di combustione e nel cap. 3 a proposito dell'acqua, si dice:

Analyse de l'air atmosphérique (p. 70)

Les anciens regardoient l'air comme un des principaux alimens de tous les êtres qui respirent sur la terre; mais il ne connoissoient pas les différentes substances dont il est composé, ni les fonctions auxquelles il est destiné par la nature. Nous devons cette importante découverte aux physiciens modernes, et sur-tout au célèbre Lavoisier. Il fit voir, en 1776, que l'air atmosphérique est formé de trois espèces de gaz …
100 parties d'air atmosphérique contiennent ordinairement une ou deux parties d'acide carbonique; 72 de gaz azote, et 26 ou 27 parties d'air vital, c'est-a-dire un quart à-peu-près.

Gas azote (p. 75)

Il est composé 1°. d'une substance simple qui en est la base, et qu'on nomme azote; 2°. du calorique qui la tient en état de gaz.

Air vital (p. 76)

Il est composé: 1° de calorique; 2°. d'une substance simple qu'on appelle oxigène, et qui est la base de ce fluid élastique.

Combustion (p. 80)

La combustion n'est autre chose que la combinaison de l'oxigène avec une autre substance: elle ne s'opère ordinairement que par le secours de la chaleur. Quand on élève la température d'un corps, le calorique écarte ses molécules et diminue leur attraction réciproque. Il augmente leur affinité pour l'oxigène qui se combine avec elles, en abandonnant le calorique et la lumière qui le tiennent en état de gaz.

De L'Eau (p. 131)

Ce liquid avoit toujours été regardé comme un corp simple; mais il est bien démontré que 100 parties d'eau contiennent environ 85 parties d'oxigène, et 15 d'hydrogène. Les premiers pas qu'on a faits pour découvrir cette vérité remontent a l'année 1776, Macquer … En 1783 Cavendish obtint a Londres … Lavoisier fit alors, avec Laplace et Meusnier, des expériences dont la précision ne lassoit aucun doute.

Il testo mostra che la natura di miscela gassosa dell'aria atmosferica, composta prevalentemente di azoto e aria vitale, più *acido carbonico* (l'odierno diossido di carbonio), presenti in rapporto preciso, non è più in discussione. Nel secondo volume laddove vengono definiti gli acidi si dirà:

> Les acides sont des sels qui ont une saveur aigre, et qui changent en rouge les couleurs bleues de quelques vegetaux. Ils sont composés d'oxigène et d'une substance particulière qui est la base ou le radical de l'acide.

Considerato che le proprietà del diossido di carbonio si potevano studiare facendolo assorbire in acqua, cui impartiva reazione acida, la mancata distinzione fra acido e diossido è più che mai comprensibile. Ancora, il testo presenta i gas azoto e aria vitale come unione di sostanza semplice (elemento azoto e ossigeno) con il calorico, ritenuto anch'esso elemento. Per quanto riguarda la combustione, l'interpretazione come reazione con l'ossigeno appare assodata, mentre l'assenza di accenni al flogisto testimonia il definitivo tramonto dell'omonima teoria. Rimane la confusione sul ruolo del calorico e della luce (considerata anch'essa elemento). È interessante notare l'attribuzione al celebre *physicien* Lavoisier del merito maggiore nella scoperta della composizione dell'aria. È una delle poche volte che Lavoisier viene citato nei *Cours*, forse quella dove Jacotot si sbilancia di più. All'elogio a Lavoisier (citato soltanto altre due volte, di cui una a proposito della combustione del diamante) Jacotot preferisce quello ripetuto alle «belle» esperienze di Guyton de Morveau, oppure a Berthollet e Fourcroy. Se nella visione di Jacotot ciò sia dovuto, magari in buona fede, al peso scientifico dei personaggi, oppure al diverso destino che la Rivoluzione aveva loro riservato, resta un mistero. Di certo, Guyton de Morveau era, all'epoca, un personaggio molto influente sia a livello locale che nazionale e, si sa, una citazione lusinghiera lascia indifferenti pochi autori.

Come già anticipato, Lavoisier viene ricordato anche con riferimento alle esperienze che portarono a confermare con dati quantitativi precisi che l'acqua è composta di ossigeno ed idrogeno. È noto che l'attribuzione della scoperta fu a lungo discussa ed è interessante notare l'ordine di priorità dato da Jacotot: Macquer 1776, Cavendish 1783 e Lavoisier-Laplace subito dopo.

Per quanto riguarda il II vol., la sua organizzazione è desumibile dall'indice riportato in Tabella 2. Vi appaiono le parti 2-5 di *physique particulière* dedicate nell'ordine a: sostanze minerali, vegetali, animali e ad una miscellanea. Le parti 2-4 costituiscono una sorta di «catalogo» descrittivo delle sostanze conosciute, che ne riporta la definizione chimica, l'origine, le caratteristiche fisiche, chimiche ed organolettiche, la preparazione, gli usi e i derivati commerciali. L'impostazione data al testo, attenta soprattutto alle applicazioni pratiche delle conoscenze chimiche, rispondeva, quasi certamente, anche ai bisogni di un'utenza più vasta, visto che si ritrova pressoché inalterata, a distanza di oltre un secolo, anche nel ben noto «Dizionario di Merceologia e Chimica Applicata» di Villavecchia [4]. Come esempio, laddove si parla degli acidi di origine vegetale, nell'art. XXXI (*De l'Acide gallique)* compaiono le sottovoci 817-821, dedicate rispettivamente ad: acido gallico, principio astringente, inchiostro ordinario, inchiostro di china, inchiostro simpatico. Nella descrizione dei liquidi di origine animale si parla del latte, del siero, del formaggio, del burro, del sangue, dell'urina e della bile. Come curiosità, si ricorda che, laddove si parla del latte, viene riportata anche la ricetta di una crema con

TABELLA 2 – *Indice dei contenuti del II tomo dei «Cours» dedicato alla Chimica, parte 2-5 della «Physique Particulière»* [1].

SECONDE PARTIE

Chapitre premier (C1): Des sels primitifs
Article premier (A1): Des Alkalis
A2: Des acids

C2: Des Terres primitives

C3: Des Metaux

A1: Métaux bien ductiles et qui s'unissent difficilment à l'oxigène
A2: Métaux ductiles, et qui s'oxident aisément.
A3: Métaux un peu ductiles et facilmement oxidables.
A4: Métaux cassans et oxidables.
A5: Métaux cassans et qui deviennent acides.

C4: Des Sels secondaires

A1: Des Sulfates
A1: Des Sulfites
A3: Des Nitrates
A4: Des Nitrites
A5: Des Muriates
A6: Des Muriates oxigénés
A7: Des Carbonates
A8: Des Borates et des Fluates

C5: Des substances inflammables

C6: Des Pierres et des Roches

1ère Classe: Pierre silicieuses
……
……

TROSIÈME PARTIE

Des Substances végétales

QUATRIÈME PARTIE

Des Matières animales

CINQUIÈME PARTIE

C1: Des Gaz permanens
C2: Des Eaux minérales
C3: Des Opérations de la Chimie
C4: De l'Affinité

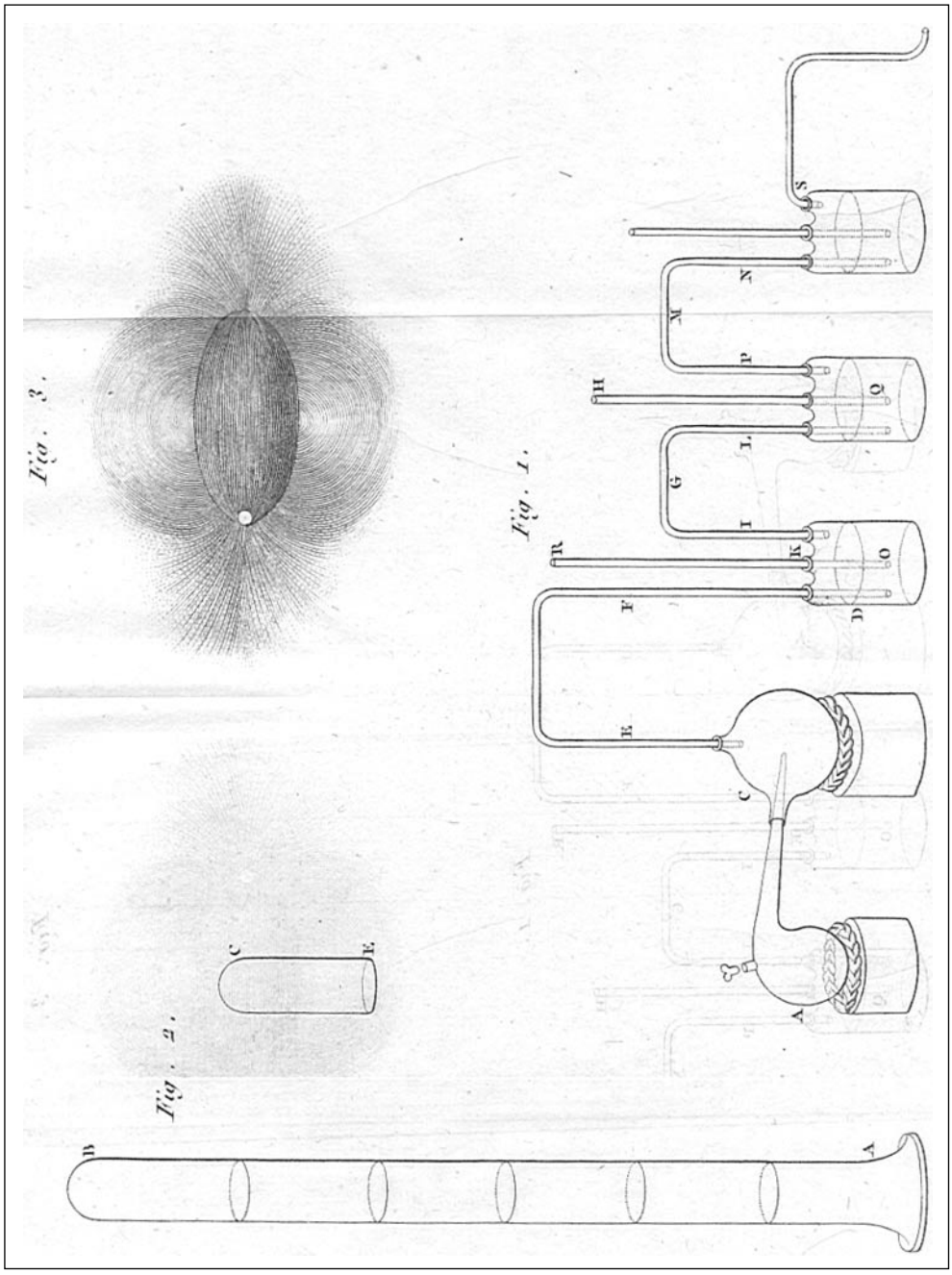


Fig. 4. Tav. LVII del tomo II. Eudiometro di Fontana, esperienza sul magnetismo e apparecchio di Woulf per la produzione degli acidi.

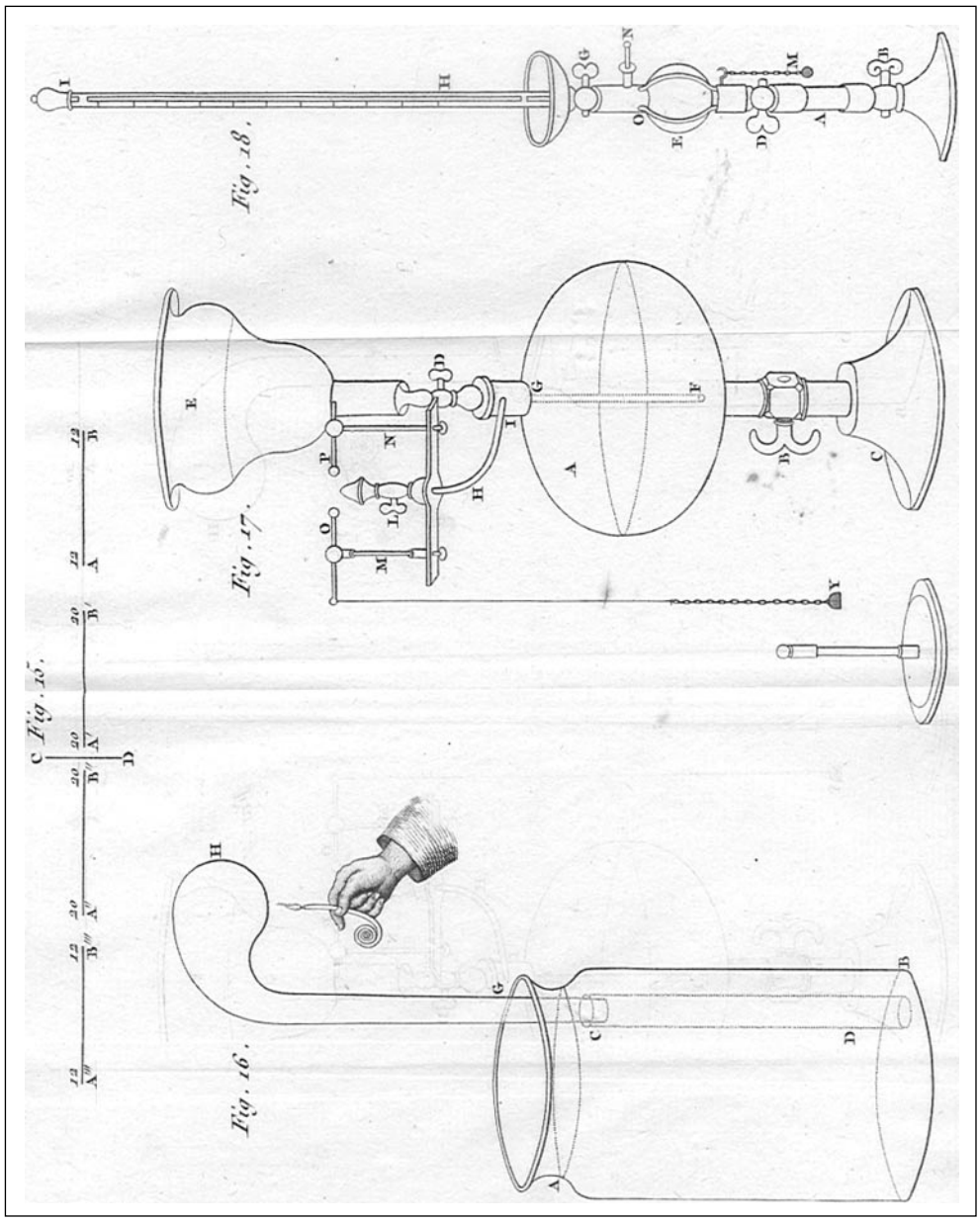


Fig. 5. Tav. LX del tomo II [1]. *In alto*: illustrazione della teoria di Coulomb sul magnetismo; *in basso*: eudiometro di Guiton, lampada ad aria infiammabile, eudiometro di Volta.

mandorle, zucchero e acqua di fiori d'arancio, detta *franchipane*, con una commistione fra scienza e cucina che, in un libro di testo odierno, darebbe luogo a qualche ilarità. L'ultima parte dell'opera è quella più interessante ai fini del presente lavoro. In essa infatti, dopo aver trattato i gas permanenti, ossia gli aeriformi che non cambiano di stato per azione della temperatura e della pressione e i vari tipi di acque minerali, Jacotot dedica cinque pagine alle operazioni del laboratorio chimico, diciotto all'affinità, cinque alla simbologia chimica e due tabelle, che occupano numerose pagine, ai gradi di affinità ed alla nomenclatura.

Per quanto riguarda l'affinità, essa viene introdotta nel capitolo IV intitolato «*De la cause des opérations chimiques*», dopo questa vibrante premessa (p. 321):

> L'attraction qui règne sur tous les corps, et qui entretient l'harmonie de l'univers, produit aussi les différentes phénomènes que la chimie nous présente; mais il est impossible de calculer ses effects, parce que son intensité varie suivant la nature des corps; et que, d'ailleurs, elle agit sur des molécules dont la masse et la figure se dérobent à nos sens.

La definizione data a p. 322 è la seguente:

> L'affinité est l'attraction qui s'exerce entre les molécules des corps, et à des distances insensibles.

Seguono le nove leggi dell'affinità e la sua espressione in termini numerici, con un riconoscimento a Guyton (p. 327):

> Les chimistes ont essayé de représenter les affinités par des nombres, et le citoyen Guiton l'a fait avec le plus grand succès; mais on ne peut determiner ces nombres que par l'experience; si vous designez par 65 l'affinité de la baryte pour l'acide sulfurique, vous emploierez un nombre inférieur pour exprimer celle de la potasse qui est un peu moindre.
> … On est souvent obligé de renoncer a ceux (nombres) qu'on avoit d'abord adopté, lorsqu'on trouve des combinaisons qu'ils ne peuvent expliquer.

Dopo alcune tabelle che riportano gli indici di affinità di alcuni acidi (solforico, nitrico, muriatico, acetico e carbonico) per un certo numero di sostanze, vengono citati alcuni esempi di calcolo grafico, secondo il metodo di Guyton. Ad esempio, per dimostrare che il cloruro di potassio non reagisce con il solfato di calcio (p. 331), occorre confrontare le forze quiescenti (che tendono a conservare i sali così come sono), con quelle divergenti che tendono a formare i nuovi prodotti.

	Acide sulfurique	62	*Potasse*			
Sulfate de chaux	54	+	32	=	86	**Muriate de potasse**
	Chaux	20	*Acide muriatique*			
		82				

Come si vede, la somma delle prime è 86 mentre quella delle seconde è 82, perciò le prime prevalgono.

Concluso il capitolo sull'affinità, Jacotot affronta la classificazione dei corpi semplici e la loro rappresentazione simbolica attribuita ai cittadini Hassenfratz e Adet. Anche se la prima è ben lungi dall'odierno sistema basato sulla periodicità delle proprietà chimiche e, come si è detto, include la luce e il calorico, essa recepisce appieno i concetti introdotti dalla rivoluzione chimica (p. 334).

> On divise les corps simples en cinq classes qui comprennent 1°. la lumière, le calorique, l'oxigène et l'azote; 2°. la potasse, la soude et les neuf terres qui sont connues; 3° les vingt et un métaux; 4°. les substances inflammables qui sont, le carbone, l'hydrogène, le soufre et le phosphore; 5°. les bases inconnues des acides muriatique, fluorique et boracique.

Per quanto riguarda la simbologia, si vedano gli esempi riportati in Tabella 3, relativi alle diverse classi ed anche ad una sostanza composta.

Con riferimento alla base ignota dell'acido muriatico, ossia al cloro, può essere utile ritornare alla parte del libro (Cap. I, Art. II p. 7, 15-16) che tratta gli acidi minerali:

Acides minéraux

Les acides qu'on tire du règne minéral, ont pour base une substance simple, ou qui n'est pas connue. Il sont au nombre de 14; …

Acide muriatique

L'acide muriatique, ou l'esprit de sel, est celui qu'on retire du sel marin, qui est une combinaison de la soude avec cet acide … On ne connôit pas encore bien les principes de ce fluide aériforme: mais les expériences du citoyen Berthollet paroissent démontrer qu'il est composé d'hydrogène, d'azote et d'oxigène.

Acide muriatique oxigéné

Cet acide n'est autre chose que de l'acide muriatique combiné avec l'oxigene.

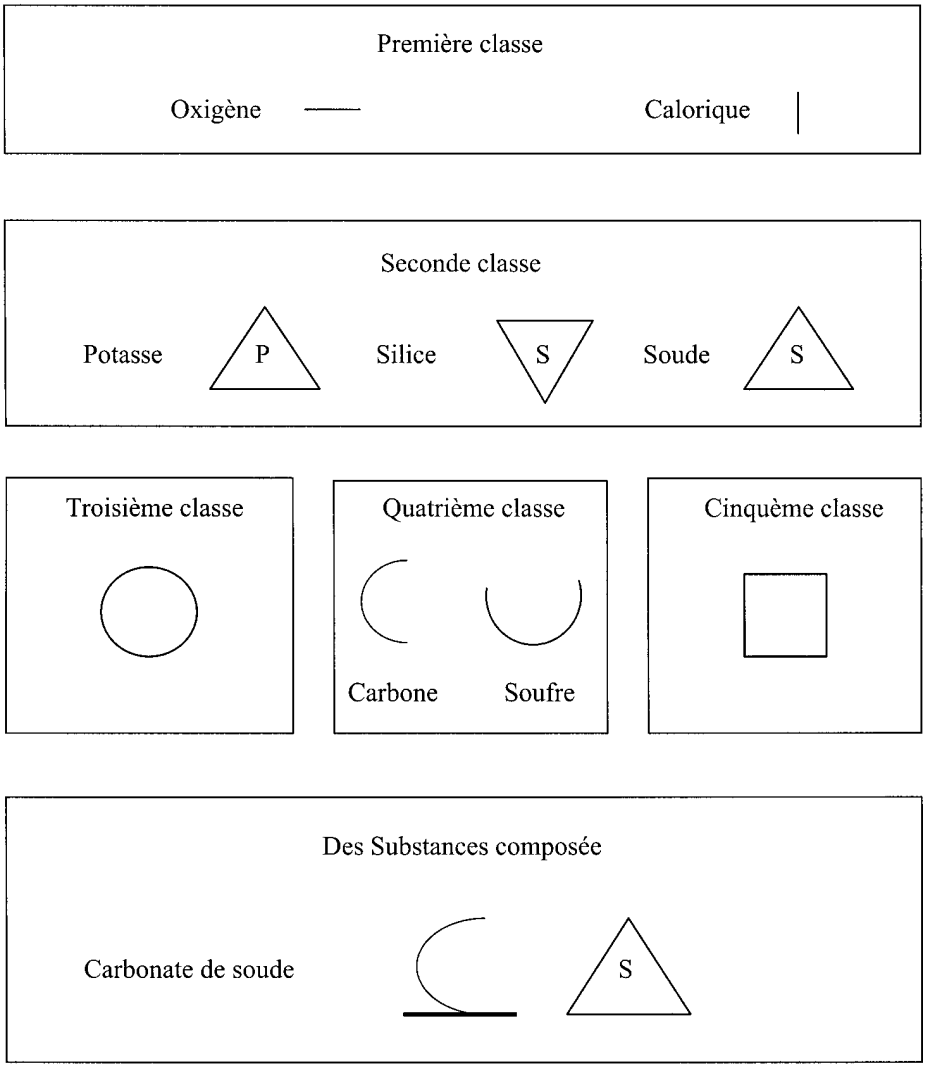
Per preparare quest'ultimo:

> On introduit une partie d'oxide de manganese, deux parties d'acide sulfurique et trois de muriate de soude ou sel marin, dans une cornue qui communique avec l'appareil de Woulf …

Come si vede, l'incertezza è la confusione sul cloro e i suoi composti era notevole. Considerando che tale elemento, scoperto da Scheele nel 1774, era scambiato per un composto e chiamato «*Acide muriatique oxigéné*», e che soltanto nel 1809 Gay-Lussac e Thénard dimostrarono che non lo era, le affermazioni di Jacotot si giustificano alla luce delle conoscenze dell'epoca.

Le tabelle relative all'affinità abbondano di dati e permettono di farsi un'idea delle reazioni note. Vi si trovano elencate le combinazioni degli acidi con le *terre* (ossidi) e delle basi con i metalli, in ordine di affinità relativa. Come esempio, le possibili combinazioni dell'acido tartarico sono ventidue; al primo posto (massima

TABELLA 3 – *Simboli di alcuni «corpi semplici» compresi nelle cinque classi* [1].



affinità) c'è la calce e all'ultimo l'ossido di platino. Le tabelle relative alla nomenclatura ed ai sinonimi, con il confronto fra nomi nuovi e vecchi (ca. 40 pp.), sono illuminanti ai fini di verificare gli effetti della semplificazione di linguaggio che la rivoluzione chimica ha introdotto. Come esempio, si riporta il caso del carbonato di magnesio (p. 384) e del fosfuro di ferro (p. 396):

Noms nouveaux	Noms anciens
Carbonate de magnésie	Craie magnésienne Magnésie aérée de Bergman Magnesie blanche Magnésie crayeuse Magnésie effervescente Méphite de magnésie Terre magnésienne Terre muriatique de Kirvan Poudre de comte de Palme Poudre de Santinelli
Phosphure de fer	Régule de sydérite Syderum de Bergman Syérotète de Morveau

A conclusione di questo lavoro si vuole ricordare un punto dell'opera di Jacotot dove, fra le diverse pietre, si cita la pietra filosofale (p. 43):

La pierre philosophale est le moyen de changer un métal en or. Ceux qui se livrent à cet art chimérique, portent le nom d'*alchimistes*; et leurs prétendus succès ne sont que des illusions trompeuses. Néanmoins, il seroit possible qu'on découvrit un jour les principes de l'or, et qu'on parvînt à les unir entre eux, comme l'oxigène et l'hydrogène, avec lesquels on forme de l'eau.

Può sorprendere che questa illusione degli alchimisti fosse giudicata degna di menzione ma, dal suo superamento, Jacotot trae lo spunto per impartire ai suoi allievi una garbata lezione di umiltà, valida anche oggi, che induce a non ritenere mai concluso il cammino verso la conoscenza.

Ringraziamenti

Si ringrazia per la preziosa collaborazione Michel Pauty, Presidente dell'Accademia delle Scienze, Arti e Belle Lettere di Digione, e Jean-François Gauvin del Museo Stewart di Montréal. Si ringrazia inoltre la ditta CIBA Specialty Chemicals, di Sasso Marconi (Bologna) per il contributo economico e Norberto Roveri, Direttore del Dipartimento di Chimica «G. Ciamician», per l'interesse dimostrato verso questo lavoro.

BIBLIOGRAFIA

[1] JACOTOT P., *Cours de physique expérimentale et de chimie*, Richard, Caille et Ravier, Paris; Coquet, Dijon, 1801 (IX).
[2] BARBIER P., *Bull. Soc. Amis Ec. Polytech.*, 1999, n. 20, 17-38.
[3] DUBOIS J., «*Une collection dijonnaise d'instruments scientifiques du XVIII siècle*» (comunicazione personale).
[4] VILLAVECCHIA V., *Dizionario di merceologia e di chimica applicata*, III ed., Hoepli, Milano, 1911.