

# LLIBRES DE TEXT I INNOVACIÓ CIENTÍFICA. EL CAS DE LES AFINITATS QUÍMIQUES A PRINCIPIS DEL SEGLE XIX

**Pere Grapí i Vilumara**

Centre d'Estudis d'Història de les Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona.

Paraules clau: *llibres de text, Berthollet, Fourcroy, afinitats químiques*

Textbooks and scientific innovation. The case of chemical affinities at the beginning of the nineteenth century.

Summary: *After Lavoisier's execution, the leading French chemists were Antoine-François Fourcroy (1755-1809), Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) and Claude-Louis Berthollet (1748-1822). At the beginning of the nineteenth century Berthollet introduced a new conception of chemical change that challenged the theory of elective affinities which had dominated chemistry for nearly one hundred years. Berthollet's new affinities raised controversy among chemists and had to coexist with the firmly established theory of elective affinities. Apart from the public debate in research articles, Berthollet's affinities also had to compete with the influence of Fourcroy and his school in the textbook market. This communication seeks to assess to what extent French textbooks published at the beginning of the nineteenth century were committed to Berthollet's innovation, and how they contributed to its marginalization.*

Key words: *textbooks, Berthollet, Fourcroy, chemical affinities*

## 1. Introducció

Els articles de recerca publicats en una revista científica són sovint el vehicle més idoni per assumir una determinada innovació per part d'aquells que no han estat directament implicats en el seu desenvolupament. Això és així perquè les revistes científiques, a diferència dels llibres de text, són eines pensades per proporcionar novetats. Per altra part, els llibres de text i els textos científics solen ser el medi més adient per instruir aquells que s'endinsen per primera vegada en una disciplina. El tipus de coneixement científic que els llibres de text propaguen ha estat descrit per Thomas Kuhn en indicar que aquests textos incorporen i expliquen allò que la comunitat científica ha assumit com el seu cos de coneixements (Kuhn, 1962: 10, 47). Recentment, l'historiador John Brooke ha proposat arguments força convincents a l'hora de considerar l'estudi dels llibres de text, en relació a la comunicació dels coneixements.

ments científics, com un camp de la història de les ciències ple de reptes i de recompenses (Brooke, 2000).

## 2. Berthollet: les noves afinitats químiques i la seva textualització

A començaments del segle XIX el químic francès Claude-Louis Berthollet va presentar una innovació que va trasbalsar el món de la química. Berthollet va proposar una teoria alternativa del canvi químic que suposava un repte a la concepció tradicional fonamentada en la teoria de les afinitats electives, en voga des de començaments del segle XVIII. Aquest és un episodi de la revolució química que llevat, d'alguna notable excepció (em refereixo, sobretot, a la historiadora francesa Michelle Goupil), no ha despertat massa recerca. La figura i l'obra de Lavoisier —especialment la seva teoria de l'oxigen-calòric aplicada a la combustió, a la calcinació dels metalls i a la respiració— han monopolitzat en els darrers anys bona part dels estudis sobre la revolució química, deixant de banda altres aspectes i protagonistes d'aquest episodi. Els resultats que es presenten pretenen ser una contribució a l'estudi d'altres perspectives i personatges que varen constituir allò que el mateix Lavoisier va qualificar com una «comunitat d'opinions» en la química de finals del segle XVIII a França (Lavoisier, 1789: I, XXVIII). Es coneix molt poc sobre la difusió de les idees de Berthollet a través dels llibres de text; és per això que el propòsit d'aquest estudi ha estat establir en quina extensió els llibres de text francesos publicats el primer quart del segle XIX varen reflectir un dels canvis conceptuals més profunds en la química i, al mateix temps, valorar la seva contribució a allò que es pot designar com la marginalització de les afinitats de Berthollet.

El sistema de les afinitats de Berthollet es va disseminar i publicar entre els anys 1794 i 1803. Aquest procés va estar íntimament vinculat a dos esdeveniments importants: els cursos de química de l'*École Normale* de l'any III i l'expedició de Napoleó Bonaparte a Egipte. L'exposició que Berthollet va fer sobre les afinitats químiques en aquells cursos i la seva subseqüent publicació a les *Séances* (Berthollet, 1795-1797) varen marcar tant el principi de la fi del sistema de les afinitats electives com l'establiment del seu propi sistema, ja del tot consolidat després de la publicació, el 1803, del seu text *Essai de Statique Chimique* (Berthollet, 1803). Entre aquestes dues publicacions, Berthollet va construir i assimilar la teoria de les noves afinitats químiques. Berthollet va llegir les seves primeres memòries al respecte — les *Recherches sur les Lois de l'Affinité*— a l'*Institut de France* a finals del 1799, i les va publicar a partir del 1800 en els *Annales de chimie* (Berthollet, 1801). Les seves idees ja definitives sobre les afinitats químiques varen aparèixer en el *Essai* quan el debat sobre el seu sistema estava tot just començant. El fet de presentar una nova teoria com a definitiva només tres anys després d'haver-se fet pública, va suposar una demanda intel·lectual potser excessiva per a molts químics. De fet, Berthollet va fer servir l'*Essai* per publicar unes memòries de recerca en un text científic, en comptes de publicar-les com a articles en els *Annales de chimie*. Un text científic proporciona sempre una perspectiva més consolidada sobre un tema que un article de recerca en una revista científica; és per això que la prematura publicació de l'*Essai* probablement va fer minvar les oportunitats d'adaptació dels químics a les noves afinitats. De fet, la teoria de les afinitats electives es va abandonar sense arribar a ser substituïda satisfactòriament per cap altra.

### 3. Fourcroy i els seus textos: el lideratge de les afinitats electives en l'ensenyament de la química

L'historiador Maurice Crosland ha assenyalat que qualsevol avaluació sobre la ciència a França a principis del segle XIX no pot deixar de banda l'existència de dos grups o escoles: una formada a l'entorn de Berthollet i Laplace en l'autoanomenada *Société d'Arcueil* i una altra constituïda al *Muséum d'Histoire Naturelle* sota la protecció de Fourcroy. El grup d'Arcueil es dedicava a l'experimentació i discussió de problemes amb una aproximació físico-química i el grup de Fourcroy tractava la química com una disciplina aliada amb la farmàcia, la història natural i la medicina (Crosland, 1967: 221-223)

Antoine-François Fourcroy era, conjuntament amb Guyton de Morveau i Berthollet, un dels químics capdavanters a França després de la mort de Lavoisier. A partir del 1786, Fourcroy es va proposar establir un programa per organitzar l'ensenyament de la química. Entre el 1786 i el 1789, en la segona i tercera edicions del seu llibre de text *Éléments d'Histoire Naturelle et de Chimie* (Fourcroy, 1782), insistia en la necessitat de disposar d'un projecte per simplificar l'ensenyament de la química i fer-la més accessible als principiants. La primera fase d'aquest projecte la va dur a terme entre el 1792 i el 1797, tot coincidint amb les dues primeres edicions del seu altre llibre de text, *Philosophie Chimique* (Fourcroy, 1792): un text molt popular entre els principiants i recomanat als estudiants de primer any de l'*École Polytechnique*. La visió axiomàtica de la química que proporcionava el text va esdevenir la base per a l'organització de la disciplina que Fourcroy va presentar, com a segona fase del seu projecte, en els *Tableaux Sinoptiques de Chimie* (Fourcroy, 1800). Fourcroy va compondre les dotze taules d'aquest *Tableaux* prenent la complexitat de la composició de les substàncies com a criteri per a la seva classificació, i l'afinitat química com la propietat que permetia la definició de cada classe i la seva interrelació. Fourcroy va escriure els *Tableaux* a partir de les seves classes a l'*École de Médecine* de París, pensant tant en els estudiants que s'iniciaven en la química com en els professors de les escoles centrals que l'havien d'explicar per primera vegada. El 1806, vint anys després d'aquella idea inicial, Fourcroy va presentar la versió definitiva dels seu projecte en la darrera edició de *Philosophie chimique*. En aquest programa per al ensenyament de la química, les afinitats electives n'eren l'eix vertebrador, constituïen el model per explicar els fenòmens naturals i apareixien en les operacions de les arts químiques.

Fourcroy va compaginar la seva dedicació a la química amb la seva predisposició per a la política. La carrera política de Fourcroy va arribar als seus punts culminants el 1802 amb la presentació d'un projecte per a una reforma total del sistema educatiu, i el 1808 amb la implementació de la llei que organitzava la nova *Université Impériale* de l'era napoleònica. De la mateixa manera que la seva experiència en el terreny de la política va ser d'ajut a l'hora d'elaborar el seu projecte per a l'ensenyament de la química, també la seva concepció dels fenòmens químics va influir en la seva visió del nou sistema educatiu. La seva noció d'un canvi químic regulat per unes afinitats que s'acoblaven per formar noves substàncies, estava latent en la seva idea de l'altre canvi que l'acció conjunta dels diversos establiments de la nova universitat podien procurar en els estudiants, per així proporcionar ciutadans útils per a la nació (Fourcroy, 1881). D'aquesta manera, es pot afirmar que el projecte de Fourcroy per organitzar l'ensenyament de la química va estar involucrat en el procés social i polític que va conduir a l'establiment d'un sistema d'educació nacional a França. És en aquest context, doncs, on cal entendre la supremacia de l'escola de Fourcroy i el de les afinitats electives en l'ensenyament de la química.

Els textos escrits per Fourcroy, els més utilitzats en l'ensenyament de la química fins a l'aparició del *Traité de Chimie* de Thenard, el 1813, reflectien decididament la seva creença en la teoria de les afinitats electives. Així, els seus *Éléments* presentaven una perspectiva de la química en què les afinitats electives exercien un paper clau en la interpretació del canvi químic. El text incloïa unes lleis de l'afinitat que regulaven la seva acció, i que amb el suport de les taules d'afinitat i els diagrames figuratius acreditaven visualment els canvis químics. Aquesta presentació de les afinitats químiques va tenir la fortuna de formar part d'un text que havia estat escrit de nou per incorporar-hi la nova química de Lavoisier. Aquest fet va contribuir a l'èxit del llibre i indirectament va convertir les cinc edicions del text en un excel·lent vehicle per a la difusió de les afinitats electives. El diagrames figuratius (figura 1), pensats per explicar el mecanisme de les afinitats dobles i que contenien els noms de les substàncies expressats en la nova nomenclatura, es varen convertir en una bona ajuda visual tant per a la introducció de la nova nomenclatura com per a la difusió de la química de l'oxigen. A més a més, l'ús i l'acceptació de la nova nomenclatura en els diagrames va afavorir l'assimilació de les afinitats electives en què es fonamentaven. Aquesta demostració visual del potencial explicatiu dels diagrames de reacció va esdevenir força espectacular en el *Système des Connaissances Chimiques* que Fourcroy va escriure el 1800, una obra en deu volums que va constituir una veritable enciclopèdia de la química (Fourcroy, 1800). El nombre i el contingut de les lleis de les afinitats electives varen variar significativament en els textos de Fourcroy. Així els deu enunciats d'aquestes lleis apareguts en les *Leçons* es varen reduir a vuit en els *Éléments*. El 1787 Fourcroy va publicar el text *Principes de Chimie* (Fourcroy, 1787) com una versió resumida dels seus *Éléments*, en el que les lleis de l'afinitat quedaven reduïdes a quatre axiomes. Tant en els *Tableaux* com en les *Connaissances* la llista d'aquestes lleis va passar a ser de deu altra vegada. Finalment, Fourcroy va establir les nou lleis definitives sobre les afinitats en l'última versió de *Philosophie Chimique*.

Els textos de Fourcroy van esdevenir una referència obligatòria per altres textos que també presentaven una exposició favorable de les afinitats electives. Així, el text de Chaptal (1790), *Éléments de Chimie*, seguia l'esquema dels *Éléments* de Fourcroy. Tot i que Chaptal era un químic industrial poc interessat en els aspectes teòrics de la química, en l'última edició del seu text reconeixia el repte que la innovació de Berthollet aportava a les taules d'afinitat (Chaptal, 1803: I, 32). Els textos de Fourcroy i Chaptal també varen ser utilitzats en l'ensenyament de la química a les escoles centrals. No obstant això, aquests textos no varen resultar massa adequats per alumnes de 14 a 16 anys, i els llibres de text de física i de química es varen haver d'escriure de nou o bé reeditar-se en benefici d'aquests estudiants. Aquest va ser el cas dels textos de Bouillon-Lagrange (1798-1799) *Manuel d'un Cours de Chimie* i dels de Brisson (1800) *Traité Élémentaire ou Principes de Physique* i *Éléments ou Principes Physico-chimiques*, on es tractaven les afinitats químiques a la manera de Fourcroy i Chaptal. La variabilitat de les lleis de l'afinitat electiva d'un autor a un altre i d'un text a un altre (fins i tot escrit per un mateix autor) va ser un obstacle important per a la consolidació teòrica d'un sistema fermament establert i àmpliament acceptat en la pràctica de la química al segle XVIII. En aquest sentit, cal recordar que Lavoisier no va tractar el tema de les afinitats en el seu *Traité Élémentaire de Chimie* degut, precisament, a la manca de certesa i exactitud dels seus fonaments teòrics (Lavoisier, 1789: I, XIII-XIV).

Fourcroy i els seus seguidors varen exercir un control tàcit sobre l'ensenyament de

la química en ocupar places de professor a les institucions d'ensenyament superior més emblemàtiques. No obstant això, a mida que el segle avançava, algunes d'aquestes places varen passar a mans de químics vinculats al grup d'Arcueil. Així, Thenard va reemplaçar Vauquelin al *Collège de France* el 1804, Gay-Lussac al mateix Fourcroy el 1809 i Thenard a Guyton de Morveau el 1811 a l'*École Polytechnique*. Més endavant, el 1823, Orfila també reemplaçaria Vauquelin a la *Faculté de Médecine*

#### 4. Les idees de Berthollet en el debat sobre la naturalesa del canvi químic

El debat entorn a les noves afinitats de Berthollet va tenir lloc entre els anys 1801 i 1817. Durant la primera meitat d'aquest període la innovació de Berthollet va començar a buscar el seu públic a través dels llibres de text. La primera edició del *Manuel* de Bouillon-Lagrange va ser el primer llibre de text que va presentar la llei de Berthollet sobre l'efecte de la quantitat de substància en una reacció. La innovació de Berthollet va guanyar terreny en les edicions posteriors. Així, la tercera edició del text presentava la seva llei com una veritable alternativa a les afinitats electives, fent explícita tant la inadequació de les taules d'afinitat com la incapacitat de la teoria de les afinitats electives per explicar la formació dels anomenats residus incristal·litzables. No obstant això, el text queia en la contradicció de presentar la llei de l'efecte de la quantitat de substància com una de les lleis de Fourcroy sobre les afinitats electives i, a la vegada, com una de les contribucions de la teoria de Berthollet.

Els *lycées* i els *collèges* es van fer càrrec de l'ensenyament secundari després de la creació de la *Université Impériale* el 1808. Aquest canvi va suposar, en primer lloc, la pèrdua de preeminència de les ciències en el currículum escolar a favor de continguts més literaris i, en segon lloc, la vinguda de nous llibres de text per atendre el nou currículum. Així, el text d'Haüy (1806), *Traité Élémentaire de Chimie*, i el d'Adet (1804), *Leçons Élémentaires de Chimie*, varen ser prescrits com a llibres de text per als *lycées*. Ambdós es pronunciaven favorablement sobre la llei de Berthollet relativa a l'efecte de la quantitat d'una substància en una reacció, sense esmentar, però, l'altra llei sobre l'efecte de repartiment. El text d'Adet, a més a més, introduïa, de forma senzilla però sense ambigüitats, altres aspectes de les noves idees de Berthollet sobre el canvi químic.

El nou model per a l'ensenyament superior implantat entre el 1806 i el 1811 va afavorir, sobretot, la formació d'experts professionals a les *grandes écoles*. Les Facultats de Ciències i de Lletres actuaven principalment com a centres examinadors per als estudiants dels *lycées* que es preparaven per obtenir els diplomes del *Baccalauréat ès Sciences* i del *Baccalauréat ès Lettres*. Després del decret de març de 1808, bona part de l'elit científica francesa va desembarcar a la Facultat de Ciències de París i, entre aquests, Louis-Jacques Thenard va fer-ho com a professor de química de la secció de ciències físiques.

Thenard es va formar en l'entorn de Fourcroy i Vauquelin, quan va arribar a París, amb la intenció de ser farmacèutic. Per tant, la seva formació inicial va estar vinculada a l'aproximació històriconatural de la química. No obstant això, a partir de 1804, Thenard va passar a formar part de la *Société d'Arcueil*, tot adquirint l'aproximació física a la disciplina tan característica d'aquesta institució. Entre el 1813 i el 1816, Thenard va publicar la primera de les sis edicions del seu *Traité de Chimie Élémentaire, Théorique et Pratique* (Thenard, 1813-1816). La química havia sofert avenços tan importants que els llibres de text més venerables

(com els de Fourcroy) havien perdut la seva utilitat per aquells que s'iniciaven en l'estudi de la ciència de moda.

Thenard criticava clarament en el seu text les afinitats electives de Bergman, tot desent-se de les taules d'afinitat com a meres taules de descomposició, i elogiant les idees de Berthollet en el seu intent de desbancar les afinitats electives. El *Traité* de Thenard, com altres llibres de text que esmentaven el sistema de Berthollet, acceptava la llei de l'acció química relativa a l'efecte de la quantitat de substància en una reacció, però ometia qualsevol referència a l'altra llei, la de l'efecte de repartiment. Aquesta absència era justificada per Thenard a partir de la incompatibilitat que suposava acceptar aquest efecte de repartiment i, a la vegada, la llei de les proporcions definides de combinació. És a dir, admetre l'efecte de repartiment hauria implicat un compromís amb les proporcions variables de combinació, la qual cosa suposava admetre també la incertesa de les anàlisis quantitatives.

No obstant això, la defensa que el text feia de les afinitats de Berthollet com a sistema interpretatiu del canvi químic, estava fora de qualsevol dubte. L'exhaustiva presentació que Thenard va fer de la teoria dels residus incristal·litzables de Berthollet en tractar el cas de l'acció recíproca entre sals es pot considerar com la part del *Traité* que més fermament defensava el sistema de Berthollet. En aquest sentit, el *Traité* de Thenard exposava les taules elaborades per Thomas Thomson el 1802 que recollien els resultats experimentals de Berthollet. Aquestes taules (figura 2) no eren, evidentment, la contrapartida a les taules de les afinitats electives, ja que no disposaven de valor predictiu. Tot al contrari, transmetien la idea que el resultat d'un canvi químic no estava predeterminat, sinó que depenia tant de les proporcions dels reactius com de les condicions experimentals. Aquest era el missatge visual de les afinitats de Berthollet que el *Traité* va fer sobreviure i pel qual se les va recordar per sempre més. Així doncs, Thenard i el seu *Traité* es poden considerar els responsables de què la conclusió de Berthollet sobre l'acció recíproca entre les sals es reconegués finalment com l'única llei de Berthollet.

L'èxit del *Traité* de Thenard va ser imitat per l'èxit del text d'Orfila (1817), *Éléments de Chimie*. El text va ser fruit, en bona part, de la dedicació d'Orfila als seus cursos privats per als estudiants de medicina i farmàcia entre el 1808 i el 1819. El tractament que Orfila va donar a les afinitats de Berthollet va ser bastant similar al de Thenard en el seu *Traité*, tot i que a partir de la setena edició de 1843 tan sols les conclusions de Berthollet sobre l'acció recíproca entre sals (és a dir, la «llei de Berthollet») romanien com a testimoni de tot el seu sistema de les afinitats químiques.

## 5. Conclusions

Els llibres de text de química a principis del segle XIX van contribuir significativament al debat sobre les afinitats de Berthollet. En contrast amb la doctrina de Kuhn, aquests llibres de text varen reflectir tant les anomalies més importants del sistema de les afinitats com les innovadores idees de Berthollet sobre el canvi químic. Al mateix temps, també varen recollir continguts que estaven en discussió i que no havien assolit encara el consens entre els practicants de la química. El debat sobre les idees de Berthollet en els articles de recerca i l'exposició d'aquestes en els llibres de text revelen com la seva conjectura sobre les proporcions variables de combinació va ser l'obstacle més important que va impedir la plena accep-



tació de les seves lleis de l'acció química. No obstant això, si es vol tenir una millor comprensió d'aquest rebuig cal considerar també la textualització que els llibres de text van fer de les afinitats de Berthollet.

La manera en què els llibres de text varen presentar les noves afinitats no va ser del tot fidel a les idees de Berthollet. A pesar que els textos publicats a partir de 1800 —i favorables a les afinitats electives— varen fer alguna referència a les afinitats de Berthollet, en el fons les van emascarar o adaptar a les lleis de les afinitats electives. Encara més, cap dels llibres de text compromesos amb les afinitats de Berthollet durant el primer quart del segle XIX va oferir una exposició completa dels seus sistemes; tots van negligir la llei de l'efecte de repartiment, i cap va acceptar la conjectura de les proporcions variables de combinació. El *Traité* de Thenard, sobretot, i els *Éléments* d'Orfila varen ser els textos de química per a l'ensenyament superior que més clarament varen fer costat al sistema de les afinitats de Berthollet, difonent allò que finalment quedaria resumit en una sola «llei de Berthollet».

Per últim, el control que Fourcroy i la seva escola varen exercir en moltes institucions d'ensenyament capdavanteres, les seves excel·lents virtuts com a ensenyant, la seva prolífica dedicació a escriure llibres de text, la influència d'aquests textos en altres autors, la seva activitat en el terreny de la política educativa i el seu projecte per a un ensenyament de la química en el context de l'establiment d'un sistema nacional d'educació, són factors que eixamplen la nostra comprensió sobre la prevalència de les afinitats electives en els llibres de text francesos fins al 1813. En aquest mateix context, es pot afirmar que la presentació de les afinitats de Berthollet va ser marginalitzada; és a dir, els llibres de text varen fixar la frontera més enllà de la qual el sistema de Berthollet no podia ser acceptat.

## Bibliografia

- ADET, P. A. (1804), *Leçons Élémentaires de Chimie*, Paris, Dentu.
- BERTHOLLET, C. L. (1795-1797), *Séances des Écoles Normales Recueillies par des Sténographes et Revues par les Professeurs*, Paris, Imprimerie du Cercle Social, 8 vol.
- BERTHOLLET, C. L. (1801), «Recherches sur les lois de l'affinité», *Annales de Chimie*, 36 (302-317), 37 (151-181, 221-252), 38 (3-29, 113-134).
- BERTHOLLET, C. L. (1803), *Essai de Statique Chimique*, Paris, Firmin Didot, 2 vols.
- BOUILLON-LAGRANGE, E. J. B. (1798-1799), *Manuel d'un Cours de Chimie*, Paris, Bernard, 2 vol. (1801, 1802), Paris, Bernard, 3 vols. (1807), Paris, Klosterman, 3 vol.
- BRISSON, M. J. (1800), *Traité Élémentaire ou Principes de Physique*, Paris, Bossange, Masson et Besson, 3 vol.
- BRISSON, M. J. (1800), *Éléments ou Principes Physico-chimiques, destinés à servir de suite aux Principes de Physique*, Paris, Masson et Besson.
- BROOKE, J. H. (2000), «The study of chemical textbooks». A: LUNDGREN, A. i BENSUAUDEVINCENT, B. (ed.), *Communicating Chemistry. Textbooks and their Audiences, 1789-1939.*, Canton, Science History Publications.
- CHAPTAL, J. A. C. (1790), *Éléments de Chimie*, Montpellier, Picot, 3 vol. (1794), Paris, Détreville, 3 vol. (1796), Paris, Détreville, 4 vol. (1803), Paris, Détreville, 3 vol.
- CROSLAND, M. (1967), *The Society of Arcueil. A view of French Science at the Time of Napoleon*, Londres, Heinemann.

FOURCROY, A. F. (1782), *Leçons Élémentaires d'Histoire Naturelle et de Chimie*, Paris, Rue et Hôtel Serpente, 2 vol. (1786), *Éléments d'Histoire Naturelle et de Chimie*, Paris, Cuchet, 4 vol. (1789, 1791, 1793), Paris, Cuchet, 5 vol.

FOURCROY, A. F. (1792), *Philosophie Chimique ou Vérités Fondamentales de la Chimie Moderne*, Paris, Simon. (1794), Paris, Du Pont. (1806), Paris, Levrault Schoell.

FOURCROY, A. F. (1787), *Principes de Chimie*, Paris, Rue et Hôtel Serpente, 2 vol.

FOURCROY, A. F. (1800), *Tableaux Synoptiques de Chimie*, Paris, Badouin. (1805), Paris, Patris.

FOURCROY, A. F. (1800), *Système des Connaissances Chimiques, et de leurs Applications aux Phénomènes de la Nature et de l'Art*, Paris, Moutard, 10 vol.

FOURCROY, A. F. (1881), «Discours prononcé sur un projet de loi relatif à l'instruction publique». A: *L'Instruction Publique en France pendant la Révolution*, Paris, Didier. (1990), Paris, Klincksieck, 262.

HAÛY, R. J. (1806), *Traité Élémentaire de Physique*, Paris, Courcier, 2 vol. (1821), Paris, Huzard-Courcier, 2 vol.

KUHN, T. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press.

LAVOISIER, A. L. (1789), *Traité Élémentaire de Chimie*, Paris, Cuchet, 2 vol.

ORFILA, M. J. B. (1817), *Éléments de Chimie Médicale*, Paris, Crochard, 2 vol. (1819), *Éléments de Chimie Appliquée à la Médecine et aux Arts*, Paris, Crochard, 2 vol. (1824), Paris: Gabon et Crochard, 2 vol. (1828), Paris, Baillière, Gabon, Villeret et Crochard, 2 vol. (1831), Paris, Villeret et Crochard, 3 vol. (1835-1836), Paris, Crochard, 3 vol. (1843), *Éléments de Chimie*, Paris, Fortin et Masson, 3 vol. (1851), Paris, Labé, 3 vol.

THENARD, L. J. (1813-1816, 1817, 1821), *Traité de Chimie Élémentaire, Théorique et Pratique*, Paris, Crochard, 4 vol. (1824, 1827, 1834-1836), Paris, Crochard, 5 vol.



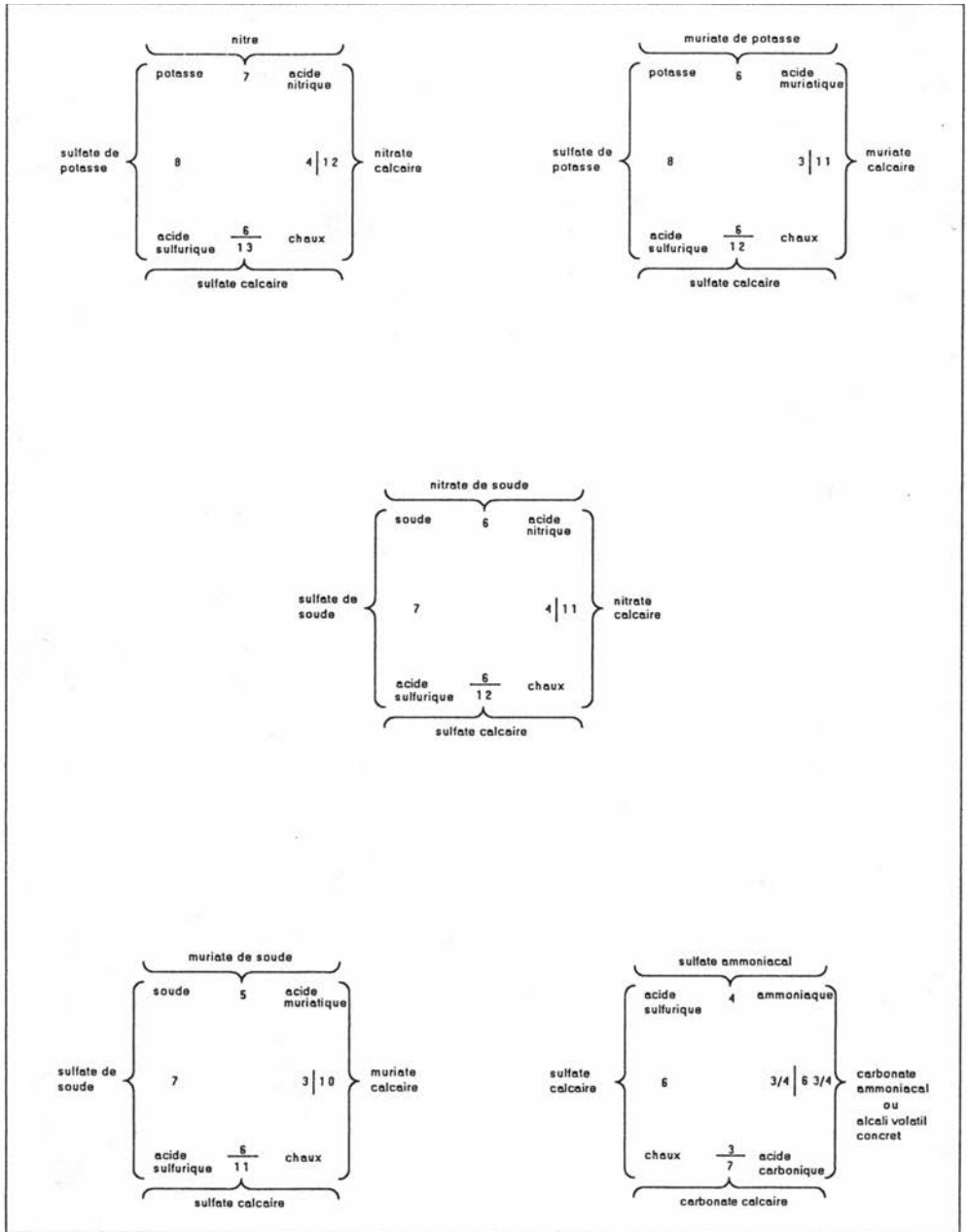


Figura 1. Diagrames figuratius de descomposicions recíproques entre sals.

Sels mêlés	Proportions	Précipité	ÉVAPORATION (a)		Eau mère
			Sels provenant de la première	Sels provenant de la seconde	
Nitrate de chaux Sulfate de potasse	1 1	Sulfate de chaux	Nitrate de potasse Sulfate de chaux	Un peu de sulfate de potasse	Un petite quantité
Idem	1 2	Idem	Sulfate de potasse Sulfate de chaux	Nitrate de potasse Sulfate de potasse Sulfate de chaux	Un très-petite quantité
Idem	2 1	Idem	Sulfate de chaux Nitrate de potasse	Nitrate de potasse Très-peu de sulfate de chaux	Abondante (b)
Sulfate de soude Nitrate de chaux	1 1	Idem	Nitrate de soude	Nitrate de soude	Abondante (c)

(a) Après avoir soumis la dissolution à l'action du feu pendant un certain temps, on la laisse refroidir, afin d'en obtenir des cristaux; puis on décante la liqueur surnageante, qu'on soumet de nouveau à l'action du feu, etc.; il en résulte donc des évaporations successives: ce sont ces évaporations qui sont désignées sous le nom d'évaporations première, seconde, etc.

(b) Composée de nitrate de chaux et de nitrate de potasse.

(c) Composée vraisemblablement de sulfate et de nitrate de soude.

Sels mêlés	Proportions	ÉVAPORATION			Eau mère
		Sels provenant de la première	Sels provenant de la seconde	Sels provenant de la troisième	
Sulfate de soude Nitrate de potasse	1 1	Sulfate de potasse Un peu de nitrate de potasse	Nitrate de potasse Un peu de sulfate de potasse	Nitrate de soude Un peu de nitrate de potasse	Abondante (a)
Idem	2 1	Sulfate de potasse	Sulfate de potasse Un peu de nitrate de potasse	Sulfate de potasse Nitrate de potasse Nitrate de soude	Idem (b)
Nitrate de potasse Muriate de chaux	1 1	Nitrate de potasse	Muriate de potasse Un peu de Nitrate de potasse	"	Idem (c)
Idem	1 2	Muriate de potasse	"	"	Idem (c)
Muriate de potasse Nitrate de chaux	1 1	Nitrate de potasse Du muriate de potasse	Muriate de potasse Du nitrate de potasse	"	Idem (d)

(a) Composée de nitrate de soude et de chaux  
(c) Composée de nitrate et de muriate de chaux

(b) Contenant l'un et l'autre sels  
(d) Composée de tous les ingrédients salins

Sels mêlés	Proportions	ÉVAPORATION			Eau mère
		Sels provenant de la première	Sels provenant de la seconde	Sels provenant de la troisième	
Sulfate de potasse Muriate de magnésie	1 1	Sulfate de potasse	Sulfate de potasse Muriate de potasse Sulfate de potasse et de magnésie	Muriate de potasse Sulfate de magnésie	Abondante (a)
Idem	1 1	Idem	Muriate de potasse Sulfate de potasse et de magnésie	Idem	Idem

(a) Composée de tous les ingrédients salins.

Figura 2. Taules de Thenard de cristallitzacions successives entre sals.