
L'émergence d'une science de manuels

Les livres de chimie en France (1789-1852)

**Bernadette Bensaude-Vincent
Antonio García Belmar
José Ramón Bertomeu Sánchez**

Paris, Editions des Archives Contemporaines, 2002

TABLE

Introduction	5
PARTIE I: TRADITIONS ECRITES EN CHIMIE (1610-1809)	11
Chapitre I : Des cours et des traités	13
Des cours imprimés	13
Traductions sans trahisons	16
Entre les salons et l'académie	17
Chapitre II : Une science autonome	19
Chimie et physique	19
Théorie et pratique	21
Du simple au complexe	22
Une révolution pédagogique ?	24
La chimie appliquée	28
Chapitre III : La république avait besoin de manuels	31
Au service de la patrie	32
Physique et chimie : un mariage républicain ?	34
L'échec du manuel officiel	35
Des auteurs recrutés pour les écoles centrales	39
PARTIE II: UN LIVRE MODELE (1809-1830)	43
Chapitre IV : Les médecins avaient besoin de manuels	45
Des réformes éducatives	45
Un nouveau public	47
Le milieu médical	48
Chapitre V : Tous derrière Thenard	51
Le manuel comme instrument de contrôle	51
Qu'est-ce qu'un livre modèle ?	53
Comment devient-on un modèle ?	53
Chapitre VI : Une classification modèle	56
Principes d'organisation	56
Le choix de l'oxygène	59
Réactualisations permanentes	61
Chapitre VII : L'impact du livre-modèle	64
Les limites du modèle	64
Un brillant rival : le traité d'Orfila	65
Des livres au-dessus de tout soupçon	67
PARTIE III : LA DIVERSIFICATION DES ECRITS (1830-1860)	71
Chapitre VIII : Créer des publics	73
Le combat des chimistes	73

A chacun sa spécialité	75
A chacun sa manière	77
Un public segmenté	78
Un public stratifié par les programmes	80
Chapitre IX : Pratiques éditoriales	81
Concentration	81
Des politiques audacieuses	82
La matérialité des livres	87
Des illustres inconnus	89
Chapitre X : Controverse sur les classifications	92
<i>L'Essai d'Ampère</i>	92
Classification artificielle vs classification naturelle ?	95
A qui revient la victoire ?	98
Un solution bâtarde	100
Chapitre XI : L'unité de la chimie en question	105
De trois chimies...	106
À deux chimies	107
Pour seule chimie	110
PARTIE IV : UN STYLE MANUEL	115
Chapitre XII : Les récits d'expérience	117
Une science inductive ?	117
Le récit-recette	119
Le récit argumentatif	121
Les procédés narratifs	123
Le poids des images	125
La nature dans le lointain	128
Chapitre XIII : Place à la théorie	131
Une chimie a-théorique ?	134
L'atome en philosophie chimique	136
Un espace de liberté	139
Littérature de combat	141
Chapitre XIV : Présences de l'histoire	143
La saga d'une discipline	144
Disparition de l'histoire?	147
L'histoire en pièces détachées	149
Chimistes historiens	151
Conclusions	155
Notes	163
ANNEXES	181
Annexe 1 : Les manuels en chiffres	183
Annexe 2 : Les manuels de chimie publiés en France de 1789 à 1865.	189
Index des principaux groupes d'ouvrages	216
Annexe 3 : Repères chronologiques	

Introduction

Rien n'est plus morne, plat, ennuyeux, à première vue, que les manuels de science. On y chercherait en vain des traces de l'enthousiasme que peut susciter l'aventure scientifique. Rien n'y subsiste, ni les émotions de la recherche, ni les joies de la découverte, ni les rudes batailles menées avec les faits ou les collègues. Ces « catéchismes de science expérimentale » comme les nommait Paul Langevin, transmettent une science « figée, repoussante et sénile¹. »

C'est pourquoi les manuels de science en général, et de chimie en particulier, sont restés à l'écart du renouveau extraordinaire des études sur la science au cours d'un demi siècle. Certes quelques manuels célèbres ont eu l'honneur de retenir l'attention des historiens. Le *Traité élémentaire de chimie* de Lavoisier, publié en 1789, est même parfois considéré comme la pierre angulaire sur laquelle s'est bâtie la chimie moderne. Mais on ne regarde généralement que les traités écrits par les grands chimistes en méprisant la piétaille des auteurs de manuels, esprits réputés médiocres qui n'ont pas laissé de trace impérissable malgré le succès et la large diffusion de leurs ouvrages. Ils ne sont pas jugés dignes d'entrer dans l'histoire des sciences. Ils ne sont pas de vrais savants. Alphonse de Candolle, naturaliste suisse, auteur d'une *Histoire des sciences et des savants* (1873) trouvait même ce dernier terme un peu trop large car tous ceux qui savent ne sont pas des créateurs ; les érudits sont très savants mais ne font pas avancer la science². C'est ainsi que l'histoire des sciences s'écrit dans l'ignorance et le mépris des travaux d'une foule de personnages qui font profession de science mais qui ne « font pas l'histoire de la science ».

Les historiens des sciences ont en général une piètre opinion des manuels car ils presupposent implicitement une distinction jadis formulée par Auguste Comte à l'ouverture de son monumental *Cours de philosophie positive*. Comte distinguait l'ordre « historique » et l'ordre « dogmatique » d'exposition de la science :

« Toute science peut être exposée suivant deux marches essentiellement distinctes, dont tout autre mode d'exposition ne saurait être qu'une combinaison, la marche *historique* et la marche *dogmatique*. Par le premier procédé, on expose successivement les connaissances dans le même ordre effectif suivant lequel l'esprit humain les a réellement obtenues, et en adoptant, autant que possible, les mêmes voies. Par le second, on présente le système des idées tel qu'il pourrait être conçu aujourd'hui par un seul esprit, qui, placé au point de vue convenable, et pourvu des connaissances suffisantes, s'occuperait à refaire la science dans son ensemble³. »

L'ordre dogmatique - au sens de reconstruction logique des connaissances graduellement acquises et non de vérités assénées sans démonstration – est généralement préféré par les professeurs et les auteurs de livres d'enseignement. C'est l'entreprise de transmission des connaissances qui l'exige. Tout en affirmant « qu'on ne connaît pas complètement une science tant qu'on n'en sait pas l'histoire⁴ », Comte soulignait que l'éducation intellectuelle

exigeait de plus en plus le choix d'une présentation dogmatique car il est impossible d'élever un esprit – le souvent médiocre, ajoute Comte ! – au point de développement des connaissances de son époque, si l'on doit repasser par toutes les étapes de la marche de centaines ou milliers de génies durant plusieurs siècles. Bref, la science enseignée diffère de la science qui se fait. Cette altérité radicale serait le prix à payer pour le progrès des sciences. Un élève de Terminales peut toujours apprendre à philosopher en lisant Descartes mais ne peut y apprendre la physique. Être coupé des sources créatrices de savoir, tel semble donc le « triste privilège » des sciences.

Les échos de cette rupture s'amplifient dans l'épistémologie du XX^e siècle. Gaston Bachelard la présente comme l'effet d'une autre rupture, entre une ère préscientifique et l'ère scientifique. Il y voit un signe des temps, signe « d'une pensée scientifique instruite dans les laboratoires officiels et codifiée dans les livres scolaires⁵ », par opposition à la science brouillonne et vagabonde du XVIII^e siècle. « Alors le livre partait de la nature, il s'intéressait à la vie quotidienne », tandis que, de nos jours, « les livres de Physique, patiemment recopiés les uns sur les autres depuis un demi-siècle, fournissent à nos enfants une science bien socialisée, bien immobilisée et qui, grâce à la permanence très curieuse du programme des concours universitaires, arrive à passer pour *naturelle* ». La science des livres, sans rapport avec « la science de la rue et des champs » est rigidement contrôlée et fonctionne elle-même comme un instrument de contrôle :

« Ouvrez un livre d'enseignement moderne : la science y est présentée en rapport avec une théorie d'ensemble. Le caractère organique y est si évident qu'il serait bien difficile de sauter des chapitres. A peine les premières pages sont-elles franchies, qu'on ne laisse plus parler le sens commun ; jamais non plus on n'écoute les questions du lecteur. *Ami lecteur* y serait assez volontiers remplacé par un avertissement sévère : fais attention, élève ! Le livre pose ses propres questions. Le livre commande⁶. »

Le divorce entre la création scientifique et la science des manuels est encore plus accusé chez Thomas Kuhn. Celui-ci voit dans les manuels une sorte d'écran qui occulte les révolutions scientifiques, les déguise jusqu'à faire douter de leur existence même⁷.. En tant que « sources autorisées » d'information sur les sciences et de transmission du langage scientifique contemporain, les manuels exposent le « résultat stable des révolutions passées, mettant ainsi en évidence les bases de la tradition courante de la science normale ». Ainsi les manuels n'exposent que des connaissances sanctionnées, stabilisées. De plus, ils ont une fonction stabilisatrice, foncièrement conservatrice puisqu'ils servent à « perpétuer la science normale ». En effet, pour Kuhn l'apprentissage scientifique est conçu pour former des esprits aptes à résoudre des problèmes plutôt qu'à inventer de nouvelles manières d'aborder les problèmes. A cet égard, Kuhn reconnaît aux manuels une efficacité redoutable en tant qu'outils de formation et rituels d'introduction dans une communauté. « Jusqu'aux stades vraiment ultimes de la formation d'un homme de science, les manuels sont substitués systématiquement à la littérature scientifique créatrice dont ils dérivent⁸ » Leur efficacité tient précisément à leur rapport au changement. Car ces machines à écraser les nouveautés sont aussi des dispositifs qui déguisent l'histoire. Les manuels abolissent le passé et s'ils l'évoquent c'est pour suggérer un développement linéaire, cumulatif, invariablement progressiste. Leur fonction étant d'exposer les résultats de la science, non tels qu'ils ont été obtenus mais de telle manière que tout s'enchaîne à partir de notions de base et des principes fondamentaux, les manuels éternisent les problèmes de leur époque. « Dès le début de

l’entreprise scientifique, suggère implicitement le manuel, les scientifiques ont lutté pour atteindre les objectifs particuliers qui sont matérialisés dans les paradigmes actuels⁹. Enfin, les manuels ne donnent pas seulement une vision biaisée de la production des faits scientifiques ; ils déforment même les procédures de preuve et d’argumentation. Ils sont aussi éloignés du contexte de justification que ce dernier du contexte de la découverte.

Avec leur caractère autoritaire, conservateur et normalisateur, que peuvent nous apprendre les livres de science ? Manifestement rien sur la créativité scientifique, ni sur « la science en action ». Au mieux peuvent-ils aider à caractériser le paradigme d’une discipline. C’est pourquoi, à l’occasion les historiens vont visiter ces livres poussiéreux et peu glorieux mais ils les traitent simplement comme des fenêtres ouvertes sur la science normale d’une époque.

Au lieu de se contenter d’un regard à travers la fenêtre ne vaudrait-il pas la peine de s’attarder un peu à considérer la fenêtre elle-même ? Comment fut-elle construite, agencée, par qui, avec quoi, pour qui ? Les manuels ont aussi leur histoire, trop souvent méconnue. Nous parlons ici de « manuels » comme si les livres d’enseignement que nous avons pratiqués au lycée avaient toujours existé. Or, comme nous le verrons, la distinction entre traité et livre d’enseignement n’existant pas encore à la fin du XVIII^e siècle. Au XIX^e siècle, le terme « manuel » ne désignait qu’une fraction des livres d’enseignement. Et on ne dispose pas d’un terme générique pour désigner l’ensemble des livres scolaires, universitaires, et autres, destinés à transmettre des connaissances scientifiques. La langue française n’offre pas d’équivalent de ce que les Anglais appellent « textbook » ou les Allemands « lehrbuch ». Aussi, pour faire court, emploierons-nous le terme « manuel », d’usage courant aujourd’hui pour désigner l’ensemble des livres d’enseignement. Mais cet anachronisme lui-même invite à s’interroger sur les origines du « genre manuel », comme un genre littéraire distinct.

Tenter de dégager les circonstances et les contraintes qui oeuvrent à l’émergence d’une science de manuels, tel est le projet de ce livre. L’enjeu nous paraît capital car il est clair que les manuels ont partie liée avec le partage décrit ci-dessus entre science créatrice et science transmise. Ce partage qui nous semble aujourd’hui naturel autant que nécessaire, résulte d’une histoire complexe. Il faut donc passer par l’histoire des manuels pour faire l’archéologie du fossé entre la création scientifique et la transmission des connaissances scientifiques. Mais l’histoire des manuels est intrinsèquement intéressante car elle se situe à la croisée de trois histoires habituellement séparées, cloisonnées : l’histoire des sciences, l’histoire de l’enseignement et l’histoire du livre. La production livresque dépend aussi bien des avancées de la science que de l’autorité d’un grand maître, des mesures légales de contrôle de l’enseignement que du développement industriel ou agricole qui crée un marché. Malgré les préventions de plusieurs générations d’historiens des sciences, les manuels les concernent bien sûr dans la mesure où l’écriture d’un manuel est un discours de science. Déjà, l’étude des mémoires et articles scientifiques a conduit à ne plus considérer l’écriture d’un texte scientifique comme une « simple commodité informationnelle », comme un geste neutre de transmission de l’information mais comme un acte indissociablement social et intellectuel¹⁰. Il est temps enfin d’aborder l’écriture des livres dans une telle perspective. L’étude des manuels concerne plus directement encore les historiens de l’enseignement : ils constituent des traces écrites et durables des pratiques didactiques et leurs contenus sont façonnés par les programmes officiels. La rencontre d’intérêts scientifiques et pédagogiques s’est déjà concrétisée par quelques splendides études historiques. Les travaux déjà anciens de

Bettina Haupt sur les manuels de chimie de langue allemande, de Owen Hannaway sur *Les origines didactiques de la chimie*, ou l'étude plus générale de Alain Choppin sur les manuels scolaires français ont ouvert la voie¹¹.. Plus récemment quelques historiens ont montré comment les choix pédagogiques contribuent à façonner le profil d'une discipline, ses pratiques, ses valeurs, son image. On signalera, parmi d'autres, l'étude de Katherine Olesko, sur les séminaires de physique en Allemagne, celle de Bruno Belhoste, sur les cours de mathématiques à l'Ecole polytechnique, celle de David Kayser sur les physiciens américains, ainsi que l'esquisse d'une histoire comparée des manuels de chimie issue d'un colloque réuni à l'initiative de la Fondation européenne des sciences.¹² Si les travaux situés à l'interface de l'histoire des sciences et de l'enseignement sont déjà très prometteurs, il faut encore ajouter la troisième dimension, celle de l'histoire des livres. Du fait que les manuels sont des objets matériels, fabriqués et imprimés, et des marchandises vendues sur le marché, ils mobilisent non seulement des auteurs mais aussi des imprimeurs, des éditeurs, des libraires¹³. L'existence d'un livre dépend du concours de ces différents acteurs. De plus, leur succès dépend des lecteurs auxquels ils sont destinés. Dans quelle mesure le contenu et l'organisation d'un livre de science sont-ils façonnés par le public visé? Ou ne seraient-ce pas plutôt les politiques éditoriales qui, de concert avec les politiques scolaires, inventent les attentes du public? Telles sont quelques unes des questions qui surgissent lorsqu'on tente de nouer ensemble les fils de trois histoires.

Parce qu'on ne supposait pas a priori que le manuel scientifique procède d'une nécessité naturelle liée au développement de l'esprit scientifique, comme le suggéraient Comte et Bachelard, on a voulu examiner leur histoire dans le local d'une science, elle-même située dans un contexte social et historique déterminés.

La chimie fournit un terrain particulièrement intéressant pour deux raisons qui paraissent à première vue contradictoires. La chimie est une science expérimentale qui s'apprend au laboratoire. Les formules sont lettres mortes tant qu'elles ne sont pas étayées par les couleurs, les odeurs, les réactions vives que seule la manipulation des substances peut faire connaître. Jamais la lecture d'un livre ou même d'une bibliothèque de chimie ne remplacera la pratique. Pourtant, c'est en grande partie grâce aux livres que la chimie a conquis son statut de science. Comme l'a montré Owen Hannaway dans son ouvrage désormais classique sur les « origines didactiques de la chimie », ce n'est pas l'abandon des croyances en la transmutation des métaux qui marque l'avènement de la chimie scientifique mais la diffusion de cours et de traités dès le XVII^e siècle¹⁴. Dans ce domaine où le savoir s'acquierte par l'expérience, dans le secret du laboratoire, le livre imprimé instaure un nouveau régime de savoir. Non seulement la chimie se détache de la tradition hermétique pour devenir une science ouverte, publique mais aussi l'écriture d'un livre est une occasion d'ordonner en un discours logique l'exposé des opérations et les connaissances sur le comportement des substances individuelles. Hannaway a souligné le pouvoir d'auto-organisation que développe la tradition didactique avec ses cours et traités. Les efforts de mise en ordre du savoir par dichotomies ou classification obligent à soumettre un ensemble de données empiriques ou de récits d'expérience à une hypothèse organisatrice qui, à son tour, engendre de nouvelles hypothèses.....La chimie présente donc un cas favorable pour traiter le livre non pas comme un simple organe de diffusion d'une science déjà faite mais comme un instrument de construction de la science qui vient s'ajouter à d'autres, tels que les laboratoires, les

instruments, les journaux, ou encore les collections de musées.

La France du XIX^e siècle offre une bonne étude de cas pour analyser finement l'émergence de ces livres de science qui ont si mauvaise réputation. On y peut dater en précision l'émergence du livre scolaire sur fond d'une riche tradition de cours et de traités qui remonte au XVII^e et au XVIII^e siècle. On peut même tenter d'évaluer le poids respectif de la révolution chimique et de la Révolution française puisque les deux événements, presque contemporains, concourent au renouvellement de l'écriture des livres. Ensuite, on peut suivre au fil des régimes politiques successifs et des réformes scolaires, comment se construisent des publics pour la chimie et comment un modèle de livre s'est imposé, qui a contribué à stabiliser le profil de la discipline chimique. On peut enfin observer, vers le milieu du XIX^e siècle, une diversification des écrits de chimie qui creusera peu à peu la distance entre savants et professeurs.

Afin de comprendre l'émergence et la stabilisation d'un genre spécial d'écrits scientifiques, on n'a pas voulu se donner au départ une définition trop stricte du genre à étudier mais il fallait en même temps veiller à ne pas se laisser déborder par la masse des sources à traiter. On a donc travaillé sur un corpus de plusieurs centaines de livres constitué sur la base du catalogue de la Bibliothèque nationale de France, éventuellement complété par d'autres catalogues de bibliothèques¹⁵. Les livres ont été sélectionnés à partir de quelques mots-clés relatifs à la chimie. Toutefois on a dû adopter quelques mesures de discrimination : ont été exclus les livres relatifs aux applications particulières de la chimie telle que la vigne, ou la teinture par exemple. Ces procédures de sélection un peu délicates devenaient de plus en plus nécessaires, drastiques et nombreuses au fur et à mesure qu'on avançait dans le XIX^e siècle. Cette pratique d'exclusion est donc aussi bien une condition indispensable pour la conduite du projet qu'un résultat de la recherche, un indicateur du processus de diversification des écrits.

Quant aux bornes chronologiques de cette étude, elles s'imposèrent avec quelque évidence : 1789 est une date doublement inaugurale pour notre histoire, puisque c'est le début de la Révolution française qui introduit les sciences expérimentales dans l'enseignement secondaire et la publication du *Traité élémentaire de chimie* de Lavoisier, réputé fondateur de la chimie moderne. 1852 rappelle la réforme scolaire de Fortoul qui instaure la bifurcation des bacheliers de lettres et de sciences. C'est pourquoi on propose un « arrêt sur image » vers le milieu du XIX^e siècle dans la quatrième partie qui tente de dégager les grands traits d'une « science des manuels ». Toutefois comme il est impossible de bien saisir et décrire les changements survenus durant cette période sans évoquer l'avant et l'après, on a dû étendre le corpus de textes-sources en deça et au-delà des bornes qu'on s'est prescrites. On commence donc par un rappel de la tradition des traités de chimie au XVIII^e siècle et on étend l'enquête jusqu'aux années 1860 pour dégager les tendances fortes de la science des manuels. Le fait qu'on s'arrête vers le milieu du siècle n'est pas à interpréter comme la fin d'un histoire qui aurait commencé quelques siècles plus tôt. C'est vers le milieu du XIX^e siècle que la littérature chimique se distribue en genres divers qui auront chacun leur tradition et leurs titres de noblesse. Mais l'écriture des livres de chimie n'est pas figée depuis un siècle et demi. La suite de l'histoire reste à écrire.

On espère simplement que cette étude de cas aidera à sortir les manuels de science de la grisaille et de l'ennui qu'ils connotent généralement. Les livres sont des objets intéressants pour comprendre l'histoire des disciplines : ils montrent l'émergence d'un champ de savoir

qui s'organise en fonction des contraintes pédagogiques ; ils permettent d'en définir les contours et d'en suivre les frontières changeantes. On espère, en outre, convaincre le lecteur que les livres sont une clé pour comprendre la fabrique des sciences dans la mesure où les contraintes spécifiques à l'écriture livresque génèrent une plus-value de savoir. Enfin cette étude de cas suggère que le livre scolaire est un lieu stratégique pour comprendre la place d'une science dans la culture d'un pays car il façonne son image dans le public.

PREMIERE PARTIE

TRADITIONS ECRITES EN CHIMIE (1610-1809)

La nouveauté que constitue l'apparition au XIX^e siècle du manuel de chimie est à entendre sur fond d'une longue tradition de livres de chimie qui a permis d'assurer la diffusion des connaissances à travers l'Europe et modelé un profil de la chimie comme discipline dès le XVII^e siècle. On se contentera ici de dégager quelques traits majeurs de cette tradition à partir des études classiques.¹

Mais on notera que les chimistes eux-mêmes prêtèrent attention au rôle de l'écrit dans l'évolution de la chimie. Dans la littérature chimique du siècle des Lumières, on trouve de fréquentes allusions à un événement plus ou moins fondateur, désigné comme « renouvellement des sciences » qui aurait commencé au XVII^e siècle. Pour Pierre-Joseph Macquer, membre de l'Académie royale des sciences de Paris, et auteur d'un Dictionnaire de chymie (1766) très largement diffusé, cette renaissance est due à la diffusion de l'écrit et de l'imprimé. La science est née avec l'écriture. C'est grâce à l'écrit « que se fit une distinction réelle des vrais savans ou philosophes, d'avec les simples artisans² ». Si bien que « pour figurer parmi les savans, il faut bien faire des livres³ ». L'écrit est donc investi d'un pouvoir de discrimination ; il crée une distance entre deux pratiques de la chimie : l'une artisanale, technique, est fondée sur la tradition orale, l'autre, intellectuelle, ou philosophique se développe par et dans l'écrit. Ainsi, grâce à l'écrit, la chimie se présente comme une tradition à double face.

Pour préciser les effets engendrés par la production et la circulation d'écrits et d'imprimés, on verra d'abord comment se constitue un corpus de savoir autonome puis comment se redistribuent les rapports entre ce savoir et les techniques de production.

Chapitre I

Des cours et des traités

Dès le début du XVII^e siècle, selon Owen Hannaway, la chimie apparaît comme une science ouverte, enseignée, diffusée, qui prend ses distances à l'égard d'un passé trop plein de secrets et d'adeptes suspects. Cela ne signifie pas qu'on pourrait suivre à partir de là une bifurcation entre chimie et alchimie. Ces deux termes restent synonymes tout au long du XVII^e siècle et il n'y a pas de distinction épistémologique entre un courant qui serait plus rationnel et un autre qui serait mystique⁴. La seule ligne de démarcation que l'on puisse établir passe entre des écrits hermétiques, peu diffusés, voire codés, et des écrits largement distribués dans toute l'Europe qui, pour certains – Robert Boyle, entre autres - ne sont que de la « chimie vulgaire », peu sérieuse⁵. En France, leur vogue accompagne le développement des cours de chimie dans les facultés de médecine – en particulier à Montpellier et Paris - et au Jardin du Roy⁶. Les livres accompagnent également les cours privés d'apothicaires qui enseignent près de leur officine et vendent leurs préparations en même temps que leurs leçons et leurs livres. C'est essentiellement grâce à eux que nous connaissons l'état de la chimie au XVII^e siècle. Hélène Metzger avait étudié une dizaine d'ouvrages mais, dans une étude plus récente, Michel Bougard a recensé près de 125 ouvrages de chimie liée à la pharmacie et à la médecine imprimés en français ou en latin entre 1650 et 1750⁷. Les plus célèbres (du moins les plus cités par les historiens) sont : les *Eléments de chimie* de Jean Béguin, publiés au début du siècle, plusieurs fois réédités, le *Cours de chymie* de Nicolas Lemery, qui connut une vingtaine d'éditions en français de 1675 à 1757, sans compter les traductions en latin, en anglais, en allemand, en italien, en espagnol et en néerlandais⁸.

Des cours imprimés

Cette intense production livresque participe d'un mouvement d'inflation des imprimés à l'âge classique sous toutes formes - depuis les somptueux volumes reliés jusqu'aux brochures, libelles et placards.⁹ Il n'est pas sûr cependant que les livres de chimie illustrent le mouvement général de développement de la lecture en milieu bourgeois où elle s'accompagne parfois de la constitution de bibliothèques et de cabinets de curiosités. En effet, ces livres semblent moins viser un public d' « honnêtes hommes » que des médecins et pharmaciens. Les titres précisent d'ailleurs toujours la visée pharmaceutique, comme par exemple le *Traité de la chimie enseignant par une brève et facile méthode toutes ses plus nécessaires préparations* (1663) de Christophe Glaser, apothicaire ordinaire du roi, ou la

Chymie raisonnée où l'on tâche de découvrir la nature et la manière d'agir des remèdes Chymiques en usage en médecine & en chirurgie conformément aux leçons latines de chimie qui se font publiquement chaque année dans le laboratoire de Montpellier, de Antoine Deidier.

Malgré les conditions particulièrement contraignantes de publication en France, avec un double contrôle effectué par l'Eglise et par le roi, la production et la circulation de ces livres ne semble pas toujours très réglementée¹⁰. Ainsi le *Traité de Glaser* est-il revendiqué par un autre apothicaire qui prétend en être l'auteur. Certains cours circulent en éditions pirates avec des ajouts, des modifications, des traductions libres. Tant et si bien que parfois l'auteur est conduit à protester et désavouer les livres qui circulent sous son nom.

Malgré l'orientation pratique affichée, les livres ne contiennent pas seulement des recettes pour fabriquer des médicaments. Ils livrent un savoir organisé à partir de principes et autour de la notion de principes. Le tout premier, Jean Béguin a soin de façonner un profil disciplinaire à la chimie. Bien qu'il la présente comme une science auxiliaire de la médecine, il lui assigne pour objet propre « le mixte et composé » et multiplie les efforts pour définir la chimie par rapport à la physique, à l'alchimie, comme à la médecine:

« Je désire que les physiciens et les médecins entendent que les chimistes ne font rien contre eux quand ils constituent d'autres principes que les leurs (...). (Et) avouent que la chimie est un art différent de la physique et de la médecine : il faut par conséquent qu'ils tiennent avec nous qu'elle doivent avoir d'autres principes propres et intrinsèques, formellement constitutifs de son objet. Et pour faire voir par exemple cette théorie, je dirai que le physicien, le médecin et le chimiste peuvent bien traiter d'un même corps mais diversement considéré et selon divers principes. Car le physicien le contemplera comme naturel et capable de mouvement et de repos à raison des principes constitutifs du corps naturel en tant que naturels, qui sont la matière et la forme, parce qu'en cette manière il est son objet. Le médecin considérera le même corps autant qu'il est capable de recevoir la santé ou de la causer, examinant icelui par les quatre premières qualités froid, chaud, sec, et humide qui constituent le tempérament du corps d'où résultent la santé et la maladie. Et le chimiste le considérera encore à sa façon, savoir en tant qu'il peut se résoudre et se coaguler; et qu'il a plusieurs vertus en son intérieur qui peuvent être manifestées par art et rendues plus utiles. Et d'autant que le mercure, le soufre et le sel sont les principes qui rendent le corps mixte soluble et coagulable (...) qui soutiennent et substantent toutes les vertus et accidents du composé, le chimiste doit procéder en tous ses examens, théories et opérations par ces trois principes¹¹. »

Ce petit échantillon de la prose chimique du début du XVII^e siècle est riche d'informations. On devine d'abord un climat d'adversité - voire de mépris - à l'égard des chimistes, dans lequel l'écrit constitue une arme de riposte, un instrument de légitimation. On perçoit, de plus, que la difficulté de définir la chimie tient à l'impossibilité de lui assigner un territoire bien circonscrit dans le champ de la philosophie de la nature. En effet, l'étude des mixtes et composés couvre l'ensemble de la nature, depuis les minéraux et fossiles jusqu'aux humains en passant par les végétaux et animaux. Devant la difficulté d'assigner un objet propre à la chimie, Béguin choisit de la définir en termes aristotéliciens, comme un point de vue parmi d'autres sur le mixte. A chacun ses principes d'intelligibilité de la nature. Mais dans l'ensemble de ces traités, la chimie est présentée comme une science « à principes », c'est-à-dire fondée sur un petit nombre d'énoncés généraux d'où se déduisent les propriétés particulières des substances. Ces principes de connaissance sont aussi donnés comme étant des principes ontologiques, c'est-à-dire les constituants ultimes de l'ensemble des substances naturelles. Mais ces principes eux-mêmes perdent peu à peu leur fonction de porteurs de qualités pour devenir des éléments fondés sur des expériences. Notamment l'expérience

symbolique de distillation du bois est la base de la théorie des cinq éléments chez Etienne De Clave¹².

Comment les auteurs articulent-ils ces principes théoriques et les recettes pratiques qui constituent le gros de leurs ouvrages? Telle est la difficulté d'interprétation des livres de chimie de cette époque. Les historiens ont tendance à privilégier les considérations théoriques alors qu'elles n'occupent le plus souvent qu'un chapitre introductif tandis que des considérations très pratiques sur la préparation des remèdes, leurs fabrications et leurs usages emplissent des centaines de pages. Ce biais d'interprétation s'applique en particulier au célèbre *Cours de chymie* de Lemery qui se distingue des précédents en ce qu'il expose au début une théorie cartésienne de la matière. Hélène Metzger explique ainsi le succès remarquable et durable du Cours de Lemery :

« Le succès de ce cours s'étendit rapidement au-delà du cercle restreint de lecteurs auquel il semblait tout d'abord destiné. Ayant subi l'influence de la méthode cartésienne, qui prétendait tirer des évidences et de la déduction la connaissance du monde entier, Lemery se rencontra dans le plan comme dans l'exposé de ses travaux avec l'aspiration des « honnêtes hommes » raisonneurs qui formaient alors le public cultivé et qui lurent avec intérêt une oeuvre immédiatement compréhensible au profane¹³. »

On peut se demander toutefois si ce n'est pas à l'inverse l'élargissement du public de la chimie qui a conduit à repenser le contenu, à faire évoluer la présentation des recettes pratiques vers les principes théoriques. En particulier, la clarté rationnelle que l'on prête au livre de Lemery n'est peut-être pas ce qui attire l'attention des lecteurs. L'étude de Michel Bougard suggère plutôt que Lemery a construit sa réputation auprès de la noblesse et des dames de la bourgeoisie à qui il vendait des cosmétiques en même temps que ses explications cartésiennes. Plus fondamentalement, le rapport entre théorie et expérience échappe à nos catégories dans la mesure où les expériences proposées n'ont pas valeur démonstrative mais sont plutôt des recettes ou préparations. De ce fait, la théorie, exposée plus ou moins longuement, n'est guère question pas une théorie explicative induite à partir de l'expérience ; elle fonctionne plutôt comme un dispositif pour justifier ou coordonner l'ensemble des recettes. Grâce à cette mise en forme théorique, les cours et traités tels que celui-ci ont contribué à intégrer la chimie dans la philosophie naturelle comme dans la culture générale, à tel point qu'au siècle des Lumières la chimie est devenue en France un passe-temps favori, une curiosité qui attire des foules de mondains et non plus seulement des apothicaires.

En gros, trois catégories d'imprimés de chimie circulent en France au XVIII^e siècle. D'abord, une majorité d'ouvrages dérivent des cours professés oralement, à Paris, à Lyon, Montpellier ou ailleurs. Une deuxième catégorie, non négligeable, est la réédition d'ouvrages anciens. Un traité de chimie n'est pas considéré comme périmé près d'un siècle après sa rédaction. Dans ce cas, le travail de réédition de classiques est une occasion de marquer la distance. Théodore Baron d'Hénouville, éditeur de Lemery, en 1757, ne se prive pas de critiquer le cartésianisme de Lemery dans l'introduction. Une troisième catégorie, très importante au milieu du XVIII^e siècle, est constituée par les traductions.

Traductions sans trahisons

Tout au long du XVIII^e siècle, tandis que s'intensifie l'activité de publication de cours et traités de chimie, on traduit des ouvrages de chimistes allemands, suédois ou néerlandais. Les originaux étant encore souvent écrits en latin, les traductions sont une adaptation à la culture locale. Comme le note Daniel Roche, la montée des langues vernaculaires au détriment du latin eut pour effet paradoxalement l'élargissement des horizons culturels¹⁴. Les traductions qui sont faites au XVIII^e siècle sont sans doute des altérations mais elles sont perçues comme plus riches que l'original. Le traducteur prend des libertés à l'égard du texte, il ajoute, il commente, il compile. Par exemple le *Specimen Beccherianum* de Ernst-Georg Stahl n'est pas traduit mais il est introduit en France à travers des livres qui résument, commentent, adaptent. Jean-Baptiste Senac (1693-1770), médecin du roi, publie en 1723 un *Nouveau Cours de chymie suivant les principes de Newton et Stahl*, qui fixe un cadre théorique à la chimie en combinant les vues de deux auteurs étrangers. Stahl et Newton fournissent tous deux les principes d'une chimie « à la française », centrée sur l'étude des affinités et sur l'analyse des mixtes. Un doute subsiste également sur l'authenticité de ce cours. D'après Théodore Baron, il s'agirait d'un « ouvrage anonyme, qu'on a voulu attribuer à un des plus savants Médecins de nos jours, mais à tort, puisqu'il n'a point été avoué par ce célèbre Auteur dans le Catalogue des Ouvrages qu'il reconnaît être sortis de sa plume. Cette production monstrueuse, fruit informe du zèle peu éclairé, ou plutôt intéressé de quelques Etudiants qui ont recueilli, tant bien que mal, ce qu'ils ont pu des Leçons de MM. Geoffroy & Boulduc au Jardin du Roi, n'a pour base que la Chymie de Lémery, dont les Procédés y sont la plupart transcrits presque mot à mot. »¹⁵. Le travail d'appropriation, compilation critique n'est pas toujours regardé avec un tel mépris. Il peut être jugé hautement créatif. En tous cas, il peut valoriser celui qui l'exerce. C'est ainsi que Stahl est vénéré comme fondateur lors même qu'il est présenté comme simple commentateur, interprète et propagandiste de la doctrine son maître Joachim Becher. Loin d'être considérée comme servile, l'activité de traduction-compilation-adaptation est aussi prisée que celle de création. D'où quelques belles cascades de copiages. En 1753, Jacques-François Demachy publie une traduction des *Eléments de chymie* de Juncker, qui avait lui-même traduit du latin en allemand les œuvres de Becher et de Stahl. Or loin d'être perçue comme une perte, la distance à l'original est considérée comme un gain et chaque palier mérite son tribut de gloire.

« Monsieur Juncker, partisan zélé de la doctrine de Becher, plein de reconnaissance pour les soins de son savant commentateur, enrichi de la lecture des ouvrages d'autres chymistes, dont il a pris, pour ainsi dire l'élixir; persuadé de l'impossibilité où devaient être la plupart des chymistes, et surtout les élèves, de prendre des idées nettes d'ouvrages aussi étendus, voulant cependant répandre, autant qu'il était en lui, un système qu'il adoptait avec connaissance de cause ; M. Juncker entreprit de rédiger les traités volumineux de ces deux grands hommes, et d'enrichir en quelque sorte dans leur système des expériences de chymistes qui méritaient assez de la chymie chacun dans le genre qu'ils avoient adopté. (...) C'était en rendant un service important à tous les chymistes, en rendre un très considérable à Becher et à Stahl eux-mêmes, puisque leurs ouvrages analysés par main de maître, devenaient plus connus, & plus intelligibles¹⁶. »

La publicité du savoir implique donc tout ensemble la circulation des écrits, leur traduction, une activité de compilation et de mixage. Ainsi, une tradition chimique nationale se construit par emprunts à diverses cultures comme un mixte européen. Soutenue par la correspondance

entre savants de toute l'Europe, la circulation des livres conditionne la formation d'une culture chimique.¹⁷ L'activité éditoriale des chimistes nourrit l'idéal du siècle des Lumières, en contribuant à l'édition de la « république des Lettres », c'est-à-dire d'une communauté intellectuelle européenne transcendant les frontières.¹⁸

Le jeu de traduction, compilation, adaptation, change le statut du livre de chimie. Par exemple, les *Elementa chemiae* de Hermann Boerhaave, professeur à Leyde, étaient au départ la transcription de son cours. Mais ce cours fut adulé, pillé, piraté tant et si bien que Boerhaave, ne reconnaissant plus ses propres idées dans les copies falsifiées en circulation, décida de réparer les dommages causés à sa réputation en rédigeant sa propre version de ses leçons. Les *Elementa Chemiae* qu'il publie en 1732 sont un nouvel écrit adapté à un public plus large qui fait une place généreuse à l'histoire¹⁹. Mais l'authenticité de ce nouvel écrit, couronné de succès, se perd à nouveau dans les traductions. La première traduction anglaise en donne une version abrégée accompagnée de nombreuses critiques à l'égard de l'auteur, inversement la traduction française, qui paraît en 1754, gonfle l'ouvrage de deux volumes à six, avec des additions multiples et des commentaires élogieux.

Entre les salons et l'Académie

Quel est le statut des livres par rapport aux avancées de la recherche? La question se pose au XVIII^e siècle, quand l'Académie royale des sciences est devenue le centre vital de la recherche scientifique²⁰. La chimie y occupe une section, illustrée par des savants particulièrement créatifs au début du siècle, tels que Wilhelm Homberg ou Etienne François Geoffroy. Dès lors les recherches deviennent plus systématiques, orientées en fonction d'un programme d'investigation où l'on met en œuvre des expériences exploratoires (et non plus seulement des recettes) d'où l'on peut tirer une classification générale des phénomènes, voire un cadre théorique d'interprétation²¹. Les chimistes qui enseignent ou rédigent des traités seraient-ils un peu à l'écart de la sphère des créateurs? Entre l'enseignement et la création, un fossé s'est-il creusé?

Les auteurs de traités ne sont pas académiciens et certains professeurs, comme Rouelle par exemple, n'ont que quelques publications académiques à leur actif. Mieux, parmi les traducteurs ou compilateurs, certains sont des « philosophes » au sens que prend ce terme au milieu du XVIII^e siècle. Ainsi le baron d'Holbach, qui a suivi les cours de Boerhaave à Leyde, est l'auteur de nombreuses traductions de traités suédois et allemands. De même, Jean Jacques Rousseau, qui a suivi les cours de Rouelle en 1743 et pratiqué quelques expériences de laboratoire, entreprend peu après la rédaction d'un traité intitulé *Institutions chymiques* qui se présente comme une synthèse originale de sa fréquentation des livres de Stahl, Boerhaave, Senac, Junckert, et d'autres. Il a certes renoncé à publier ce livre, tout comme Diderot, autre élève de Rouelle, a également renoncé à publier les notes de son cours. Il reste que des « philosophes », amateurs de chimie, se sentaient autorisés à écrire des livres de chimie. On se tromperait donc tout à fait en projetant sur le milieu cultivé des Lumières la frontière bien nette—qui s'installera plus tard—entre des chimistes auteurs ou créateurs et un public de lecteurs. Certes les amateurs de chimie sont les lecteurs à qui sont destinés les livres et dictionnaires mais, à leur tour, ces amateurs de chimie ont largement

contribué par leur intérêt, leurs expériences et leurs écrits à propager le goût de la chimie et à transformer son image dans la culture.

Et cependant, malgré la participation du public éclairé à la diffusion de la chimie dans la société des Lumières, la plupart des auteurs de traités sont des chimistes ou des médecins qui font de la recherche chimique leur activité principale. Mieux, à cette époque où se met en place un nouveau code d'écriture des mémoires de l'Académie qui présente des comptes rendus d'expérience répondant à une hypothèse puis des conclusions, les traités ne se différencient pas fondamentalement des publications de recherche²². Comme les mémoires, ils proposent des comptes-rendus d'expérience et se donnent pour mission de diffuser les résultats les plus récents, de faire la synthèse des avancées. En tous cas, un auteur de traité se doit de mentionner clairement la source des expériences qu'il relate, voire de les vérifier par lui-même. C'est ainsi, par exemple, que lorsque Lavoisier et son jeune collaborateur Jean-Baptiste Bucquet, professeur de chimie, envisagent d'écrire ensemble un traité élémentaire de chimie vers 1780, ils se proposent de refaire toutes les expériences de chimie.²³. Mieux encore, le plan d'un ouvrage peut conduire à des nouvelles recherches pour remplir les « trous ». Pour les académiciens de Dijon, qui avaient proposé un nouvel ordre fondé sur les dissolvants, le programme du cours devient programme de recherche :

« Ce plan, dont toutes les divisions sont rapprochées dans le "Tableau synoptique des Dissolvans", nous présentoit un gran nombre de problèmes dont on ne s'étoit pas encore occupé, et sur lesquels cependant il sembloit, pour ainsi dire, nous interroger; ce n'est qu'à force d'expériences que nous sommes parvenus à remplir la majeure partie des cases que nous avions consulté tout ce qui avoit été écrit avant nous. Et par-là il est aisé de concevoir que nous ne pouvions donner ce Tableau qu'avec le dernier volume, quoi qu'il eût été décris et promis dans le premier²⁴. »

On peut donc conclure qu'avant le XIX^e siècle, le livre n'est pas fondamentalement différencié des autres écrits de chimie, qu'il n'y a pas de rhétorique propre aux traités, ni une catégorie bien identifiable d'auteurs qui se distinguerait des créateurs ou des lecteurs et compilateurs. Toutes ces conclusions négatives se disent mieux encore en positif. Le livre de chimie diffuse une discipline bien identifiée par un corpus de connaissances à la fois théoriques et pratiques, composé d'apports de toute l'Europe, grâce au jeu des traductions. En France, la chimie participe de la culture des Lumières : elle intéresse de nombreux amateurs, qui constituent le public de ces livres en même temps qu'une réserve potentielle d'auteurs ou de traducteurs. Enfin, un dernier trait tout à fait original : qu'il soit auteur, traducteur ou compilateur, celui qui publie un livre de chimie assure sa crédibilité en vérifiant par lui-même les résultats expérimentaux qu'il communique. Si l'on en croit Hermann Boerhaave, célèbre cette mesure fait partie d'une stratégie de revalorisation de la chimie discréditée par quelques faux savants. C'est grâce à leur prudence expérimentale, méthodique, que les chimistes auraient été capables de rectifier leurs erreurs et de s'affranchir de tout préjugé. La « renaissance de la chimie » n'a pu se faire que sous la bannière de l'expérience par la publicité des livres.

Chapitre II

Une science autonome

« Voilà donc la chimie dans le bon chemin, écrit Boerhaave, propre à un grand nombre d'usages sans craindre qu'elle induise en erreur ; elle est même si essentielle que ses préceptes rendent plus clairvoyants sur les secrets de la nature et de la médecine, d'autant qu'elle ne donne point dans les raisonnements de la philosophie, qu'elle n'astreint à aucune autorité, et qu'elle anéantit l'esprit de parti²⁵. »

La question du statut de la chimie dans la culture est invariablement soulevée dès les premières pages dans les traités du XVIII^e siècle. Cette préoccupation concernant l'image d'une science dans le public est sans doute liée à l'émergence de l'opinion publique, qui devient une force à la fois intellectuelle et politique²⁶. Dans le cas précis de la France, la promotion de la chimie sur la scène culturelle s'appuie sur le public d'amateurs éclairés qui s'intéresse à cette science. Aussi est-elle particulièrement offensive dans l'article « chymie » de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, rédigé par Gabriel François Venel. La dimension artisanale de la chimie y est brandie comme un titre de noblesse qui place la chimie au rang de rivale et non plus satellite de la physique²⁷. Dans les traités de chimie, les efforts pour soigner l'image de la chimie sont peut-être plus discrets, mais visent à construire une science à part entière, à la fois cohérente et distincte des autres. Les auteurs ont proclamé l'originalité de la chimie sur plusieurs fronts. D'une part, il s'agit de la faire reconnaître sous la double identité de science et d'art (au sens XVIII^e siècle de technique). D'autre part, il s'agit de définir sa place dans la philosophie naturelle par rapport à la physique. Enfin, vers la fin du siècle, les efforts pour faire de la chimie une science autonome passent par la question du plan ou de l'organisation interne d'un traité de chimie.

Chimie et physique

Au début du XVIII^e siècle, on oppose, à la suite de Fontenelle, « l'esprit de physique », clair et cartésien, à « l'esprit de chimie plus confus plus enveloppé »²⁸. La chimie est perçue moins comme un savoir de la nature que comme une science utile, qui suppose l'art d'accomplir certaines opérations et qui exige les talents et le coup d'œil d'un artiste. Cette double nature est inscrite dans les concepts mêmes de la chimie. Dans les cours et traités du milieu du XVIII^e siècle, le travail de la matière redéfinit les concepts de base de la chimie dont le territoire couvre « le laboratoire de la nature et le laboratoire de l'art ». Chez

Boerhaave, comme chez Rouelle, les quatre éléments terre, air, eau, feu, sont présentés dans un chapitre intitulé « instruments de la nature ». Le chimiste dispose de six instruments : la terre, l'air, l'eau, le feu, les menstrues (ou dissolvants) et les appareils de laboratoire tels que vessies, cornues etc.. Les principes constituants ont moins une fonction ontologique de constituants universels de la nature qu'une fonction d'agents de la nature et de l'art. Ce que nous appelons « réactions chimiques » se disait au XVIII^e siècle « opérations ». Connaître ou transformer la matière, c'était tout un. Chez Boerhaave, l'approche instrumentale permet de redéfinir l'identité de la chimie par rapport à la physique. « La chymie fouille les corps » ; elle « est à la physique des corps inorganisés, ce que les microscopes sont à la physique des corps organisés²⁹. ». Dans le contexte de la philosophie naturelle, le terme « physique » avait encore au début du siècle le sens large de science de la nature. On distinguait donc une « physique générale » chargée de l'étude des propriétés générales de la matière et une « physique particulière » incluant la chimie-chargée de l'étude des propriétés individuelles des substances.

Dans les traités de chimie vers le milieu du XVIII^e siècle, la chimie des affinités n'est pas considérée comme une application particulière de la loi universelle d'attraction de Newton. Aux yeux de Rouelle, comme de ses élèves, il semble évident que c'est l'inverse, que Newton a dérivé son concept d'attraction de la chimie.³⁰ Les chimistes rouelliens n'ont pas conscience d'appliquer un programme newtonien *sur* la chimie. Dans l'œuvre de Newton, ils ont trouvé non pas une alternative à la chimie des principes mais au contraire un encouragement à pousser plus loin l'investigation des principes actifs que le mécanisme cartésien avait bannis. Stahl et Newton, main dans la main, fournissent les principes de la chimie pour un grand nombre d'auteurs français. L'image de Newton est avant tout celle d'un philosophe expérimental – non d'un mathématicien – qui peut servir de modèle à la chimie pour liquider l'héritage cartésien. C'est ainsi que Macquer estime que depuis le « renouvellement des sciences », tous les savants contribuent à porter la chimie dans « la saine lumière de la physique » et il entrevoit que l'avenir sera à la promotion d'une « chimie physique ».³¹ C'est seulement dans le dernier quart du siècle, que certains chimistes, comme Louis Bernard Guyton de Morveau, répondant au programme tracé par Buffon, tenteront de traiter l'affinité comme un cas particulier de la loi d'attraction de Newton (où la forme des particules joue cependant un rôle). Plus tard encore Claude-Louis Berthollet tentera d'aligner la chimie sur la mécanique.

Dans le dernier quart du XVIII^e siècle, les rapports avec la physique se modifient aussi par suite du développement d'une physique expérimentale, issue principalement des expériences d'optique puis d'électricité, pour laquelle une section sera créée à l'Académie royale des sciences de Paris en 1785. Alors il sera possible d'envisager une réunion des deux disciplines en un seul traité. Mais cela suppose un changement de pratique expérimentale dans le monde des chimistes. L'expérience des chimistes ne fait plus appel aux sens, au coup d'œil acquis au prix d'une longue familiarité avec le laboratoire mais plutôt à l'expérimentation quantitative où les instruments sont juges. Ainsi Lavoisier publie des *Opuscules de physique et de chimie*, en 1774, et il envisage en 1794, d'écrire un traité de physique et de chimie, parce que les deux disciplines se rejoignent dans un effort commun pour promouvoir un nouveau style de science.

Théorie et pratique

Si l'écrit est un instrument pour faire reconnaître la chimie comme une science académique, autonomes, les styles varient néanmoins suivant les contextes. En Suède, où la chimie est orientée vers l'exploitation des mines et vers l'agriculture, un chimiste soucieux de promouvoir sa discipline sur la scène universitaire comme science utile au bien public comme à la prospérité du pays a trouvé une formule, promise à un grand avenir.

En 1751, Johann Gottshalk Wallerius, professeur à Uppsala invente la distinction entre « chimie pure » et « chimie appliquée ». Ces expressions, calquées sur celles déjà classiques de mathématiques « pures » et « mixtes », devaient supplanter les notions médiévales de « science » et « art » et subordonner les arts comme la métallurgie, la pharmacie, la verrerie ou la teinture³². Premiers du fait de leur antériorité chronologique sur l'avènement de la science chimique, ces savoirs techniques se retrouvent seconds, en position de dépendance logique par rapport à la science pure. La science chimique énonce les principes généraux dont les arts ne sont que des applications particulières. Wallerius distingue ainsi six branches principales dans la chimie appliquée : la chimie médicale, la chimie des pierres, la chimie des sels, la chimie économique, la chimie des couleurs ou chromatique et la « chimie technique ». L'innovation de vocabulaire favorise une refonte de la chimie et lui garantit un statut très honorable. En Allemagne, où domine le courant kaméraliste qui cultive les sciences dans une perspective économique, la distinction de Wallerius est immédiatement adoptée et des chaires de chimie créées à Giessen, Heidelberg, Mainz, Marbourg. Grâce à de multiples traductions du traité de Wallerius, l'usage des termes de chimies pure et appliquée se répand pour être adopté par plusieurs auteurs de traités de chimie dans toute l'Europe dans les décennies suivantes.

La France fait exception. Au XVIII^e siècle, rares sont les auteurs qui adoptent ce titre « chimie appliquée »³³. Les contemporains de Wallerius préfèrent des distinctions plus traditionnelles. Tandis que, dans l'*Encyclopédie*, Venel joue la carte science et art, Macquer, lui, choisit d'autres catégories pour promouvoir la chimie comme un savoir indépendant, et la présenter comme un système organisé de connaissances. Il publie successivement deux traités, des *Elémens de chymie théorique* en 1749 et des *Elémens de chymie pratique*, en 1751³⁴. La théorie et la pratique chimiques se trouvent ainsi, pour la première fois, clairement dissociées. Cette émancipation de la théorie est rapportée à l'existence d'un nouveau public d'amateurs qui veulent s'éclairer.

«Une infinité de personnes qui ont du goût pour les Sciences, sans avoir assez de loisir pour lire des traités complets qui descendent dans les grands détails, aiment à trouver un livre par le moyen duquel, sans sacrifier beaucoup de leur temps, & se détourner de leurs occupations ordinaires, elles peuvent prendre une teinture & une idée juste d'une science qui n'est point leur principal objet. Ceux qui ont dessein de pousser plus loin l'étude & d'approfondir davantage, peuvent se faciliter par la lecture d'un traité élémentaire l'intelligence des auteurs qui, n'écrivant le plus souvent que pour les gens de l'Art, sont obscurs & difficiles à entendre pour les commençans. Enfin j'ose dire que des Elémens de chymie peuvent être un livre fort utile à ceux mêmes qui ont déjà faits des progrès dans cette science : car comme ils ne renferment que les propositions fondamentales, et qu'ils font un abrégé de toute la chimie, ils servent à récapituler ce qu'on a lu de plus important dans différens livres, et à fixer dans la mémoire les vérités les plus essentielles, qui sans ce secours pourraient s'y confondre avec d'autres, ou être oubliées³⁵. »

Ainsi l'antique dichotomie théorie/pratique se trouve-t-elle redéfinie dans le contexte de la société française du milieu du XVIII^e siècle, où la chimie est une science en vogue, goûtee du public. Autant que le fondement de la pratique, la théorie est un écrit adapté à des personnes qui cherchent moins des préparations pharmaceutiques que des Lumières. Sa fonction première est d'éclairer et non point d'informer.

Mais comment ces deux chimies se distinguent-elles quant à leur contenu ? La chimie pratique comprend deux volumes au lieu d'un et, d'après le titre *Eléments de chymie-pratique, contenant la description des Opérations fondamentales de la Chymie, avec des Explications et des Remarques sur chaque Opération*, elle est centrée sur les opérations. Pourtant dans les *Elémens de chimie théorique* Macquer avait déjà introduit des considérations très pratiques sur « Théorie sur la construction des vaisseaux » et « Théorie sur la construction des fourneaux ». Certes la chimie pratique rentre dans le particulier de chaque opération mais plus qu'une différence de contenu, c'est une différence de points de vue sur la chimie qui est en jeu et qui s'exprime par l'adoption de deux plans différents. Alors que les *Elémens de chymie pratique* sont structurés suivant les trois règnes de la nature, dans les *Elémens de chymie théorique*, Macquer adopte un plan qui va du simple au complexe. Ainsi, la chimie théorique consacre son autonomie et son statut par l'adoption d'une logique spécifique.

Du simple au complexe

Il est admis que c'est Lavoisier qui a introduit cette logique analytique, c'est-à-dire présenté les connaissances en procédant du simple au complexe. Si son *Traité élémentaire de chimie*, publié 1789, est souvent considéré comme l'acte fondateur de la chimie moderne, c'est moins parce qu'il fait disparaître le phlogistique au profit de l'oxygène dans l'explication de la combustion que parce qu'il pose les principes d'une chimie de l'analyse qui s'attache à déterminer la nature et la proportion des éléments constituants des corps. En nommant et classant les substances d'après leur degré de composition, la chimie est supposée s'être affranchie de la tutelle de l'histoire naturelle et des préoccupations médicales ou pharmaceutiques. Elle s'affirmait comme une science autonome, centrée sur l'analyse.

Sans être radicalement fausse, cette vision traditionnelle appelle révision non seulement parce qu'elle méconnaît des traités antérieurs mais aussi parce qu'elle interdit de saisir la nature des difficultés auxquelles furent confrontés les auteurs de livres de chimie. Il est vrai que la majorité des cours et traités du XVIII^e siècle étaient organisées en trois parties suivant les trois règnes de la nature : minéral, végétal, animal. Cette tripartition, fortement enracinée dans l'ensemble de la philosophie naturelle, convenait particulièrement à la double vocation cognitive et technique de la chimie. Mais l'ordre de succession entre ces trois parties varie suivant les auteurs³⁶. Les chimistes pharmaciens cultivaient particulièrement l'intérêt pour le règne végétal, source de médicaments, mais le règne minéral devient une priorité au XVIII^e siècle avec le développement des mines, de la minéralogie et de l'industrie. En France, où les chimistes de l'Académie ont constitué un nouveau champ d'investigation, la chimie des sels, le règne minéral devient graduellement prioritaire dans les cours et traités³⁷. En 1770, Baumé commence son traité par le règne minéral parce que les « substances de ce règne sont

moins organisées, et leurs principes plus faciles à obtenir, puisqu'ils souffrent moins d'altérations pendant leur séparation. Cette marche au reste ne me distrait point de l'ordre synthétique que j'adopte comme plus lumineux. Je passe du simple au composé, et du composé au plus composé³⁸ ».

Ainsi l'on voit que l'organisation en trois règnes était déjà pensée selon la logique du simple au complexe. Les « principes immédiats », c'est les substances obtenues au terme d'une première analyse – qu'on appelle « analyse immédiate » par opposition à « l'analyse élémentaire » qui mène la décomposition jusqu'à son dernier terme – jouent dans la chimie végétale et animale le même rôle que les corps simples dans la chimie minérale. Contrairement à l'opinion répandue sur la fondation lavoisienne de la chimie moderne, il n'y a point de rupture entre deux modèles d'organisation des connaissances chimiques. La perspective analytique dominait la chimie, définie depuis longtemps comme la science qui « résout » les corps en principes et les recompose ensuite. Et les livres traitaient toujours en priorité des quatre éléments, considérés comme les derniers termes auxquels parvenait l'analyse. En choisissant résolument l'ordre analytique, dans ses *Elémens de chymie théorique*, Macquer n'introduit donc pas une nouveauté radicale. Si Macquer innove, c'est parce qu'il introduit une ambiguïté dans laquelle vont se débattre plusieurs générations d'auteurs de traités.

« Le plan que je me suis principalement proposé de suivre, est de ne supposer aucune connaissance chymique dans mon Lecteur; de le conduire des vérités les plus simples, et qui supposent le moins de connaissances, aux vérités les composées qui en demandent davantage. Cet ordre que je me suis prescrit, m'a imposé la loi de traiter d'abord des substances les plus simples que nous connaissons, & que nous regardons comme les éléments dont les autres sont composées, parce que la connaissance des propriétés de ces parties élémentaires conduit naturellement à découvrir celles de leurs différentes combinaisons; & qu'au contraire la connaissance des propriétés des corps composés, demande qu'on soit déjà instruit de celles de leurs principes. La même raison m'engage lorsque je traite des propriétés d'une substance, à ne parler d'aucune de celles qui sont relatives à quelqu'autre substance dont je n'ai point parlé³⁹. »

Macquer commence par justifier son plan au nom de considérations pédagogiques : partir de zéro, et procéder pas à pas « du connu à l'inconnu ». Puis il superpose l'ordre de complexité croissante des substances chimiques. Il postule ainsi comme une évidence, que le simple dans l'ordre ontologique (les éléments de la matière) est le même que le simple dans l'ordre de la connaissance (les premiers éléments d'une science). Ce postulat de coïncidence de la *ratio essendi* et de la *ratio cognoscendi*, caractéristique de la chimie de la fin du XVIII^e siècle, introduit une équivoque particulièrement manifeste dans les traités intitulés : Eléments de chimie.

Dans son *Traité élémentaire de chimie*, Lavoisier consacre cette ambiguïté et la justifie par un recours à la philosophie de l'Abbé de Condillac. Condillac a publié, en 1780, *La Logique ou l'Art de raisonner*, ouvrage de commande destiné à dresser un plan d'études pour la modernisation de l'enseignement en Pologne.⁴⁰ Condillac y soutient qu'il existe une méthode unique pour acquérir des connaissances, celle-là même qu'enseigne la nature, l'analyse. Il entend par là un double mouvement de décomposition et de recomposition. La méthode analytique, dont le modèle le plus abouti est l'algèbre, est la « méthode naturelle » car, d'après Condillac, c'est ainsi que se forment les idées chez l'enfant. Cette méthode, Lavoisier l'emprunte d'abord pour réformer le langage de la chimie. Lorsqu'en 1787, Guyton de Morveau partage son projet avec Lavoisier, Fourcroy et Berthollet, Lavoisier fait appel à

Condillac pour justifier la nécessité d'une réforme du langage et la formation de noms nouveaux à partir de noms simples pour les substances simples:

« Une méthode analytique est une langue; une langue est une méthode analytique, & ces deux expressions sont, dans un certain sens, synonymes. Cette vérité a été développée avec infiniment de justesse et de clarté dans *La Logique* de l'abbé de Condillac, ouvrage que les jeunes gens qui se destinent aux sciences ne sauraient trop lire, & dont nous ne pouvons nous dispenser d'emprunter quelques idées. Il y a fait voir comment on pouvait traduire le langage algébrique en langage vulgaire & réciproquement; comment la marche de l'esprit était la même dans les deux cas; comment l'art de raisonner était l'art d'analyser⁴¹. »

Lavoisier compare alors aussitôt la généalogie condillacienne des idées chez l'enfant à l'apprentissage de la chimie. Pareil à l'enfant qui forme des idées de plus en plus complexes à partir des sensations élémentaires, le chimiste doit partir des faits pour former un savoir de plus en plus complexe. De cette analogie, Lavoisier tire la certitude que la démarche du simple au complexe est identique à la marche du connu vers l'inconnu. « Les faits, les mots et les idées sont comme trois empreintes d'un même cachet ». Il superpose ainsi l'ordre des choses (la formation des composés à partir des substances simples) l'ordre de la connaissance (la formation des idées à partir des sensations) et l'ordre du langage (la formation des noms composés par juxtaposition de noms simples). Si lumineuse est la solution que Lavoisier voit dans la nomenclature l'aube d'une révolution pédagogique. « Une langue bien faite, une langue dans laquelle on aura saisi l'ordre successif et naturel des idées, entraînera une révolution dans la manière d'enseigner⁴² ». Deux ans plus tard, , de même enfin le savoir le plus complexe doit se construire à partir d'éléments simples graduellement composés. Le Discours préliminaire proclame la nouveauté radicale du traité écrit sous l'impulsion de Condillac. Grâce à la logique du simple au complexe qui suit l'ordre pédagogique, la chimie devient facile, enfin accessible aux « commençans », à ceux qui peuvent et doivent construire la science sur une sorte de table rase. La deuxième nouveauté que revendique Lavoisier concerne l'élimination des sujets traditionnels d'un traité de chimie. Sont bannis les principes constituants des corps et leurs molécules élémentaires car ils restent inaccessibles à la méthode analytique ; sont bannies les affinités car c'est un sujet bien trop difficile pour des commençans ; ainsi que l'histoire de la discipline sous prétexte qu'elle encombrerait l'esprit des lecteurs d'un fatras d'erreurs et de préjugés. A cet égard, le *Traité élémentaire de chimie* inaugure l'ère moderne où l'histoire est exclue des manuels scientifiques, où la science est présentée comme une production hors du temps, issue d'un dialogue entre la Raison et la Nature.

Une révolution pédagogique ?

Ce faisant, Lavoisier n'a pas vraiment réussi la restructuration qu'il proclame au Discours préliminaire. Seule la deuxième partie du Traité procède réellement du simple au complexe et constitue une sorte de suite logique de la nomenclature de 1787. Elle se présente sous la forme de 42 tableaux synoptiques, classant d'abord les trente-trois corps simples puis leurs combinaisons les plus familières par ordre de complexité croissante. Les deux autres parties innovent certes mais elles suivent une autre logique : la première partie est plutôt un essai de réorganisation complète de la chimie autour d'un nouveau corps simple, récemment

découvert: l'oxygène, qui devient ainsi le concept-clé de la chimie lavoisienne. Quant à la troisième partie, accompagnée de planches gravées par Marie-Anne Lavoisier-Paulze, elle décrit le laboratoire. Lavoisier y présente les instruments de laboratoire, les opérations fondamentales du chimiste et les méthodes quantitatives, gravimétriques et volumétriques, qu'il a développées. Ainsi, au lieu d'une marche du simple au complexe, ce *Traité élémentaire* propose aux débutants trois points de vue sur la chimie la plus récente, trois tours d'horizon : l'un fondé sur la théorie des gaz, dans la première partie ; l'autre fondé sur la nomenclature, dans la deuxième partie ; enfin un tour du laboratoire fondé sur la pratique expérimentale, de la troisième partie.

<i>Noms nouveaux.</i>	<i>Noms anciens correspondans.</i>
Lumière	Lumière.
	Chaleur.
Calorique.....	Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu.
	Matière du feu & de la chaleur.
Oxygène	Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Base de l'air vital.
	Gaz phlogistique.
Azote.....	Mofète. Base de la mofète.
	Gaz inflammable.
Hydrogène.....	Base du gaz inflammable.
Soufre.....	Soufre.
Phosphore.....	Phosphore.
Carbone	Charbon pur.
Radical muriatique	Inconnu.
Radical fluorique...	Inconnu.
Radical boracique..	Inconnu.
Antimoine	Antimoine.
Argent	Argent.
Arsenic	Arsenic.
Bismuth	Bismuth.
Cobalt	Cobalt.
Cuivre.....	Cuivre.
Etain	Etain.
Fer.....	Fer.
Manganèse.....	Manganèse.
Mercure	Mercure.
Molybdène	Molybdène.
Nickel.....	Nickel.
Or.....	Or.
Platine	Platine.
Plomb	Plomb.
Tungstène.....	Tungstène.
Zinc	Zinc.
Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
Magnésie	Magnésie, base du sel d'epfom.
Baryte	Barote, terre pefante.
Alumine	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
Silice	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

Figure 1. Tableau des subsances simples.
Lavoisier, A.L. *Traité élémentaire de chimie*, Paris, Cuchet, 1789, p. 192 (COLL.MHS/CSI)

Alors que les historiens de la révolution chimique ont célébré le *Traité élémentaire de chimie* comme l'acte de fondation de la chimie moderne, Lavoisier, lui, le juge très imparfait. Il se remet presque aussitôt à ce qu'il considère depuis 1780 comme « l'ouvrage de sa vie ». Vers 1792, il entreprend de rédiger un autre traité, mais ce projet, comme le premier sera interrompu, suite à un décès : celui de Lavoisier guillotiné le 8 mai 1794. D'après les ébauches de plan, on devine néanmoins que Lavoisier aurait abandonné l'ambition de suivre rigoureusement l'ordre du simple au complexe⁴³. On ne peut pas commencer par les éléments premiers car c'est la dernière chose qu'on connaît : « La marche naturelle des idées, avant de s'occuper du véritable objet de la chimie - la décomposition des corps - est de les aborder en masse et d'étudier leurs propriétés générales. C'est la première éducation que nous donne la nature⁴⁴. » Lavoisier semble donc avoir remis en doute la belle certitude qui inspira le *Traité élémentaire* à savoir que l'ordre du simple au complexe est aussi l'ordre qui mène du connu à l'inconnu.

Si l'acteur principal du renouvellement de la chimie à la fin du XVIII^e siècle n'est pas parvenu à réorganiser les traités, serait-ce faute de métier? Lavoisier est, en effet, l'un des rares auteurs de traités de chimie qui n'a jamais enseigné. Mais parmi ses disciples, Antoine-François de Fourcroy et Jean-Antoine Chaptal qui ont une solide expérience professorale ont-ils mieux réussi la révolution pédagogique ? Fourcroy, collaborateur de Bucquet, comme le fut Lavoisier, publie dès 1782, les *Leçons élémentaires d'histoire naturelle et de chimie*, qui récapitulent son enseignement au Jardin du Roy. La première édition était classiquement structurée selon les trois règnes : commençant par le règne minéral, Fourcroy abordait ensuite le règne végétal puis le règne animal. Bien que l'ouvrage fût élémentaire, Fourcroy tenait le lecteur au courant des débats en cours sur le phlogistique. Dans la deuxième édition de 1782, il ajoute un long Discours préliminaire sur les fluides élastiques qui, par son contenu, ressemble fort à la première partie du *Traité élémentaire* de Lavoisier. Mais Fourcroy ne réorganise pas l'ensemble de l'ouvrage pour l'actualiser et se contente de le réimprimer. Il applique ultérieurement l'ordre du simple au complexe, non pas aux substances elles-mêmes mais à l'ensemble des phénomènes chimiques. Depuis la production de chaleur, et le rôle de l'air dans la combustion jusqu'à la fermentation et la putréfaction, il distingue ainsi seize catégories de phénomènes. Les seize classes sont ramenées à quatorze dans les éditions suivantes des *Eléments* (puis à douze dans la *Philosophie chimique*) et cette classification figure parmi les « axiomes » dans le *Dictionnaire de chymie de l'Encyclopédie méthodique*. La présentation axiomatique est mise en œuvre dans un petit ouvrage abrégé *La Philosophie chimique*, publié en 1795. En 128 pages, Fourcroy expose le plan d'une réorganisation de la chimie. Fourcroy y donne en quelque sorte un « digest » de la chimie nouvelle, sous forme d'un ensemble logiquement enchaîné de propositions générales fondamentales, qui fait fi de l'histoire comme de la dimension expérimentale de la chimie. L'ouvrage est conçu pour rappeler à l'homme instruit tous les faits qui composent l'immense domaine de la science chimique et donner à « celui qui cherche l'instruction, une notion suffisante de la carrière qu'il doit parcourir »⁴⁵. Deux ans plus tard, Fourcroy pousse plus loin encore l'effort de concision et résume sa *Philosophie chimique*, sous forme de *Tableaux synoptiques de chimie*⁴⁶.

Malgré ces essais de systématisation suivant la logique de complexité croissante, Fourcroy ne parvient jamais à écrire le traité qui développerait cet abrégé et pourrait effectivement servir d'instrument d'éducation. La cinquième édition de ses *Eléments* maintient le plan en

trois règnes bien que Fourcroy le déclare inadéquat et ne cache pas sa préférence pour l'ordre de complexité croissante : « Cet ordre nouveau placerait par exemple l'histoire de tous les corps combustibles (soufre, charbon, métaux) avant celle des acides et des sels. On irait ainsi du simple au composé. On ne séparerait pas les acides minéraux et végétaux⁴⁷. » Cet ordre restera conditionnel. Jusque dans son monumental *Système de chimie*, en dix volumes, qu'il dit avoir médité pendant vingt années, Fourcroy marque la distance entre le plan systématique et le plan effectivement adopté. Le traité bien ordonné reste un idéal, hors d'atteinte.

Chaptal publie presque en même temps que Lavoisier un ouvrage élémentaire, qu'il destine à ses étudiants de la Faculté de médecine de Montpellier⁴⁸. La première édition de ses *Eléments de chimie* paraît en 1790 bien que l'ouvrage fût prêt avant celui de Lavoisier. Mais Chaptal, grand admirateur de Lavoisier, refuse de se poser en concurrent. Lui qui a une double expérience de professeur et d'entrepreneur, est convaincu que son livre apporte une contribution originale, unique. Il est clair, dans son esprit, que le savoir chimique, loin d'être anonyme, est personnalisé par l'expérience professionnelle de celui qui le transmet. De fait, bien qu'ils partagent les mêmes convictions théoriques et emploient la même nomenclature réformée, le professeur-entrepreneur n'écrit pas comme l'académicien parisien. Premièrement, Chaptal fait une large place aux procédés de production. La chimie, même élémentaire, ne doit jamais être isolée des arts et Chaptal souligne qu'il a lui-même vérifié dans ses ateliers les procédés qu'il expose. Deuxièmement, Chaptal semble conserver un plan traditionnel : après avoir rappelé l'histoire de la chimie dans le discours préliminaire, il expose les «Principes de la chimie» en première partie pour les appliquer successivement au règne minéral (qui comprend deux parties, l'une sur les pierres, l'autre sur les métaux) puis au végétal, enfin au règne animal (ces deux dernières parties occupant tout le troisième volume). Chaptal ignorera-t-il la progression du simple au complexe? Il la connaît mais, plus que Lavoisier, il est averti de la difficulté de superposer l'ordre du connu à l'inconnu sur l'ordre du simple au complexe:

« Ces principes généraux sur l'étude de la chymie une fois établis, on peut ensuite procéder de deux manières dans l'examen chymique des corps, ou bien aller du simple au composé, ou descendre du composé au simple: ces deux méthodes ont des inconvénients, mais le plus grand sans doute qu'on éprouve en suivant la première, c'est qu'en commençant par les corps simples on présente des corps que la nature ne nous offre que rarement dans cet état de simplicité et de nudité, et l'on est forcé de cacher la suite d'opérations qui a été employée pour dépouiller ces mêmes corps de leurs liens et les ramener à cet état élémentaire. D'un autre côté, si on présente les corps tels qu'il sont, il est difficile de parvenir à les bien connaître, parce que leur action réciproque, et en général la plupart de leurs phénomènes, ne peuvent être saisis que d'après la connaissance exacte de leurs principes constituans, puisque c'est d'eux seuls qu'ils dépendent⁴⁹. »

Voici formulé clairement un dilemme qui donnera des maux de tête à bien des professeurs de chimie: ou bien partir des corps simples obtenus en laboratoire pour retrouver peu à peu les composés connus dans la vie courante ; ou bien partir du connu, des substances familières qui ne sont ni pures, ni simples, pour dégager leurs éléments constituants. Chaptal opte pour la première voie mais ne parvient pas à s'y tenir rigoureusement. Contrairement à Lavoisier, il commence par les affinités et justifie cette priorité parce qu'«on ne peut opérer aucun changement dans la nature sans rompre ou modifier cette puissance attractive⁵⁰.» Les affinités sont donc à maîtriser en premier pour avancer en chimie. Ensuite, il adopte la

démarche analytique avec un chapitre sur les « Substances élémentaires », définies comme résidus d’analyse. Mais Chaptal ne va pas jusqu’au bout des trente-trois corps simples alors identifiés puisque les métaux, bien que tenus pour substances simples, sont rejettés dans la troisième partie, au prétexte qu’ils appartiennent au règne minéral et, vu leur importance pour les pratiques techniques, ils occupent un volume entier sur trois. Ainsi on voit que Chaptal adopte une sorte de compromis et ce compromis a eu autant de succès—sinon de renommée—que le *Traité* de Lavoisier. Les *Eléments* de Chaptal, plusieurs fois réédités et traduits en plusieurs langues, ont amplement contribué à l’adoption de la nouvelle nomenclature et de la doctrine lavoisienne dans les milieux de chimistes peu séduits par les considérations philosophiques de Lavoisier.

Ainsi la révolution chimique accomplie par Lavoisier a certes banni le phlogistique, imposé le jugement de la balance au détriment des aspects qualitatifs dans l’interprétation des expériences de chimie, et consacré la logique analytique, mais elle n’a pas déclenché la révolution pédagogique qu’espérait Lavoisier. Une langue bien faite peut être le secret d’une science bien faite, selon la formule de Condillac reprise par Lavoisier, mais elle ne mène pas forcément à une leçon bien faite. Considéré en regard des traités antérieurs, contemporains ou ultérieurs, le trop célèbre *Traité élémentaire de chimie* de Lavoisier apparaît moins comme une solution d’avenir que comme un essai imparfait révélateur d’un certain nombre de difficultés. Une première difficulté, qu’affrontent Fourcroy et Chaptal, est l’impossibilité de soumettre toute la chimie à la logique du simple au complexe. C’est pourquoi cette logique d’analyse élémentaire ne supplante pas vraiment l’organisation des connaissances suivant les trois règnes de la nature, laquelle demeure toujours présente et pertinente. Une deuxième difficulté, révélée surtout par Chaptal, concerne la possibilité de faire coïncider l’ordre du simple au complexe et l’exigence pédagogique de procéder du connu à l’inconnu.

La chimie appliquée

Chaptal a néanmoins résolu une tension consécutive à la réforme de la nomenclature et à la révolution chimique avec sa *Chimie appliquée aux arts*, publiée en 1807. A l’époque de l’*Encyclopédie*, Venel pouvait déclarer fièrement que « la chimie a dans son propre corps la double langue, la populaire & la scientifique⁵¹ ». Le langage de l’ouvrier ou du manoeuvre différait à peine de celui du chimiste académicien. Mais après la réforme de la nomenclature chimique, la communication n’est plus immédiate. En faisant prédominer les catégories de simple et de complexe, en dénommant les substances d’après la nature et la proportion de leurs composants connus ou présumés, la nouvelle nomenclature abolit les noms traditionnels, qui s’étaient imposés par l’usage commun. Bien souvent, ces noms anciens répondent aux intérêts des praticiens parce qu’ils évoquaient les fonctions des substances, médicinales ou colorantes. Ainsi le nouveau langage crée-t-il un fossé entre deux catégories de chimistes : les praticiens ou artisans qui transmettent leur savoir par le geste et les savants qui écrivent les livres et réforment le langage.

Le clivage devient particulièrement sensible dans la production livresque quand la Révolution française se conjugue avec la révolution chimique pour exalter les lumières de la chimie et dénoncer la routine des artisans dans les ateliers (dénonciation qui conduira à l’abolition des corporations sous la en 1793). Les livres sur l’art de la teinture, publiés dans

le deuxième moitié du XVIII^e siècle, révèlent ce bel optimisme quant aux pouvoirs de la chimie pure en même temps que son caractère illusoire⁵². Ils comprennent en général une partie théorique qui, après un historique de la teinturerie, ordonne les connaissances en fonction des couleurs ; puis une partie pratique qui décrit les procédés de teinture en fonction des supports à teindre : laine, soie, coton, etc. Ces livres écrits par des chimistes comme Macquer, sur demande expresse de l'Etat qui possède la manufacture des Gobelins, prétendent « éclairer » les pratiques d'atelier par la théorie chimique, guider les manufacturiers et perfectionner leur art. Mais répondent-ils à la demande des teinturiers ? La plupart des artisans ne savent pas lire ou leur niveau de lecture se limite à la compréhension des informations pratiques qui les intéressent. En d'autres termes, ils ne liront que la partie pratique. Quant à la partie théorique, elle sert avant tout la promotion sociale du chimiste qui s'impose comme guide ou même moteur du progrès technique.

Les *Elémens de l'art de la teinture* publiés en 1791 par Berthollet, successeur de Macquer à la manufacture des Gobelins, furent considérés comme un livre d'un genre radicalement nouveau : la théorie chimique révolutionnée par Lavoisier allait révolutionner la pratique des ateliers⁵³. De fait, Berthollet qui a fréquenté les ateliers de toute la France afin de recueillir des informations ne parvient pas vraiment à toucher le public des artisans et manufacturiers. Il conserve la dualité de points de vue : le premier volume, essentiellement théorique, dégage les principes physiques et chimiques qui sous-tendent les gestes effectués dans la teinturerie, en particulier, il met en œuvre la théorie lavoisienne de l'oxygène pour expliquer un certain nombre de réactions ; le deuxième volume, essentiellement pratique, innove en ce qu'il fournit la liste des procédés, classés selon la couleur et non plus selon le support et surtout introduit l'usage de la nouvelle nomenclature. Le succès de l'ouvrage de Berthollet, traduit en anglais, allemand, espagnol, réédité avec de nombreuses additions et modifications en 1804, ne saurait cacher l'existence d'un clivage entre deux types de public. Tandis que les chimistes ne tarissent pas d'éloges, des teinturiers et des auteurs de manuels de teinture qui se voulaient plus proches de la demande des praticiens, critiquent l'ouvrage de Berthollet et se plaignent de la nomenclature réformée.

Au milieu de ces tensions, qui donnent lieu à quelques propos anti-académiques, *La chimie appliquée aux arts* de Chaptal, apparaît comme un geste de pacification. Chaptal reprend en 1807 la trouvaille de vocabulaire de Wallerius, en prétendant être le premier à l'utiliser, parce qu'il est convaincu que la science guide les arts. C'est pourquoi il adopte la même organisation qu'en chimie pure :

« J'ai long-temps réfléchi sur l'ordre que je devois établir dans un Traité de Chimie appliquée aux arts. J'avois cru d'abord qu'il seroit plus convenable de classer les arts et d'en comparer les opérations pour remonter aux principes. Mais je me suis convaincu que je m'exposois à des répétitions, et que je grossirois inutilement mon ouvrage : par exemple, l'air, le feu, l'eau, agissant dans presque tous les arts, je me voyois forcé de parler de leur action en parlant de chacun d'eux... (...) J'ai donc pris le parti d'établir d'abord les vrais principes de la science, et de rapporter à chacun d'eux toutes les opérations des arts qui en émanent ; et j'ai acquis la conviction qu'en suivant cette méthode, tous les arts viennent se ranger naturellement sous la loi qui en règle les opérations⁵⁴. »

La science s'impose aux arts mais il n'est pas question de promouvoir la chimie académique au détriment de la chimie des artisans, ni même de subordonner la pratique à la théorie. « Ma conviction, écrit Chaptal, est que les lumières qui éclairent la pratique doivent arriver après

elle⁵⁵ ». Il précise que cet ouvrage n'a pas la prétention de tracer à l'artiste une route purement mécanique parce que la pratique de quelques jours d'atelier lui en fait connaître plus que des écrits. Chaptal brise ainsi avec l'équation : pratique = routine. Il souligne la valeur du savoir acquis dans la pratique. Mieux, il invite les praticiens à se méfier des chimistes de laboratoire. Un fabricant risque de courir à la ruine s'il fait aveuglément confiance à leurs conseils, car le chimiste de laboratoire ne maîtrise pas tous les éléments du calcul sur lequel le manufacturier doit prendre ses décisions, lesquelles comprennent le « pouvoir des localités », c'est-à-dire un savoir du terrain, du terroir, et dépendent des encouragements de l'état ainsi que du comportement des consommateurs.⁵⁶ Bref, le chimiste théoricien ne détient pas la clé de la réussite et ne garantit pas la prospérité. Chaptal, qui recourt volontiers à un modèle organiciste de la société, distribue les rôles entre praticiens et chimistes académiciens⁵⁷. « Le chimiste propose, le fabricant juge et décide ». A chacun son poste, sa fonction.

Ce concordisme présuppose néanmoins que les manufacturiers et les artistes aient la possibilité ou l'envie de lire ce qu'écrivent le chimiste pour les éclairer. Or la *Chimie appliquée* de Chaptal suit un ordre de complexité croissante, plus ou moins comme un traité de chimie pure⁵⁸. En fait, le rapport entre la chimie pure et la chimie appliquée, généralement fondé sur le glissement du général au particulier, se redouble en abyme. En effet, aux yeux de Chaptal, ce traité général de chimie appliquée, est un prélude à deux traités plus particuliers dont il annonce la publication prochaine : un *Art de faire le vin* et un *Art de la teinture du coton en rouge*. Qui reste-t-il pour lire *La chimie appliquée* ?

En conclusion, on voit que les livres de chimie ont aidé la chimie à conquérir un statut de science à part entière et à définir sa place et son originalité dans le cadre global de la philosophie naturelle. Que ce soit par la distinction entre chimies théorique et pratique ou entre chimies pure et appliquée, les livres de chimie ont tenté de parler à plusieurs voix pour s'adresser à plusieurs catégories de public, aussi bien aux savants académiciens, aux philosophes, qu'aux pharmaciens, ou aux entrepreneurs et artisans qui mettent en pratique les procédés chimiques. Les traités ont aussi directement travaillé à l'autonomisation de la chimie parce qu'ils posaient la question de l'organisation interne des connaissances. L'ordre analytique, du simple au complexe et du complexe au simple, est apparu comme la logique propre à la chimie, bien avant la révolution lavoisienne, sans pour autant évincer ni neutraliser l'organisation des connaissances suivant les trois règnes de la nature. La logique analytique s'est révélée très efficace pour réorganiser le langage de la chimie mais, contrairement aux espoirs nourris par Lavoisier durant quelques années, cette logique ne livre pas une solution miracle pour rédiger les traités de chimie. Deux difficultés majeures demeurent dont son traité et les ouvrages de ses contemporains, Chaptal et Fourcroy, sont les révélateurs : comment faire coïncider le simple dans l'ordre des choses et le simple dans l'ordre de la connaissance, c'est-à-dire comment combiner l'ordre de composition qui est censé présider à la formation des substances chimiques avec la progression pédagogique qui prescrit d'avancer du connu à l'inconnu? D'autre part est-il possible – est-il même souhaitable – de soumettre tout exposé de chimie à la logique du simple au complexe ?

Chapitre III

La république avait besoin de manuels

Les changements pédagogiques que les promoteurs de la révolution chimique ont souhaités sans pouvoir les accomplir tout à fait, la Révolution française va les précipiter. Tout à coup, grâce aux réformes éducatives entreprises par les gouvernements révolutionnaires, la chimie se taille une place importante dans l'enseignement général comme dans l'enseignement supérieur⁵⁹. Des cours de chimie sont incorporés aux programmes des principaux instituts d'enseignement scientifique ou technique. Poursuivant une tendance déjà amorcée sous l'ancien régime, les écoles de médecine, créées en 1794, incluent la « chimie médicale et la pharmacie » dans l'enseignement fondamental. Le cours de chimie était divisé en 5 parties : Principes généraux ; histoire chimique des minéraux ; principes immédiats des végétaux ; examen chimique des matières animales ; préparation et conservation des médicaments⁶⁰. Quant à la tradition des cours de chimie pour pharmaciens, elle est profondément bouleversée : l'enseignement qui était pris en charge par les corporations est confié aux écoles de pharmacie⁶¹. Les institutions comme le Collège de France et le Muséum d'histoire naturelle, qui furent les pionniers de l'enseignement public de la chimie, doivent s'adapter aux nouvelles conditions pour proposer un enseignement plus spécialisé⁶². A cela s'ajoute la création de l'Ecole polytechnique où la chimie jouit d'une position privilégiée dans les premières années, et celle de l'éphémère Ecole normale de l'An III, où Berthollet est chargé du cours de chimie⁶³. La décision d'intégrer la chimie dans l'enseignement secondaire est la nouveauté qui va bouleverser le plus profondément le régime de publication des livres de chimie⁶⁴. Avec la fondation des écoles centrales, en 1794, l'enseignement secondaire devient la « pièce maîtresse des structures pédagogiques françaises », selon l'expression d'Antoine Prost⁶⁵. Or ce noyau dur du système éducatif permet à la chimie d'envahir les librairies. Bien que l'organisation et la fonction de l'enseignement secondaire donnent lieu à de multiples débats au XIX^e siècle, notamment sur la position de la chimie parmi les matières fondamentales, l'enseignement de la chimie n'a jamais été totalement supprimé⁶⁶.

La conséquence immédiate de ces réformes éducatives est que le public de la chimie, jusqu'ici restreint à quelques philosophes pharmaciens ou amateurs de science, se trouve soudain élargi aux dimensions de la population scolarisée. A un tel élargissement du lectorat, on ne saurait répondre par une simple augmentation rapide des tirages d'ouvrages existants. L'extension du public crée une mutation qualitative de la demande qui appelle une nouveau genre de livres adaptés aux nouvelles conditions d'utilisation. La chimie n'est plus un sujet auquel on s'intéresse par un choix personnel en fréquentant un cours libre, privé ou public, sans en attendre la délivrance d'un diplôme. Pour les nouveaux étudiants des instituts

d'enseignement supérieur, pour les élèves des écoles centrales, comme pour leurs professeurs, la chimie est une matière imposée. Bref le public élargi est captif. De plus, la chimie faisant partie d'un ensemble, ce sont les contraintes pédagogiques - niveau des élèves, durée d'apprentissage, progression didactique – qui déterminent l'extension des connaissances à délivrer, tant du point de vue théorique que pratique. Ce n'est donc plus l'auteur mais le plan général des études qui commande le choix des contenus.

Soit donc à inventer un genre totalement inédit d'exposés de science pour répondre aux besoins des écoles de la République. La situation se présente relativement mieux dans les écoles de médecine et de pharmacie car on peut s'appuyer sur une longue tradition d'enseignement de la chimie, pour la modifier. En revanche, dans l'enseignement secondaire où les sciences expérimentales n'existaient guère⁶⁷, la contrainte est pressante : il faut former en toute hâte des professeurs de science - à quoi se destine l'Ecole normale de l'An III dont le fonctionnement fut cependant très vite entravé⁶⁸. Comme la chimie est une science expérimentale, il faut, de plus, prévoir des cabinets de physique, des laboratoires, des séances d'expérience dans les écoles centrales⁶⁹.

Non moins urgente est la rédaction d'ouvrages spécialement adaptés à chaque niveau pour accompagner et compléter le cours oral ou expérimental. D'où une avalanche de livres de chimie, au tout début du XIX^e siècle, explicitement conçus pour les différentes institutions éducatives récemment créées ou recréées. Corrélativement on voit surgir sur le devant de la scène éditoriale une pléiade de nouveaux auteurs, dont la plupart étaient inconnus sous l'Ancien Régime. Qui sont ces auteurs? La réponse n'est pas univoque. Par leur formation initiale, leur trajectoire professionnelle, leur activité de recherche scientifique, les auteurs de manuels présentent des profils divers. Ils constituent plutôt un échantillon représentatif de la multitude des voies d'accès à la culture de la chimie en France à la fin du XVIII^e siècle. Un seul point commun réunit ces différents auteurs : la plupart d'entre eux professent la chimie dans une des institutions éducatives républicaines., ils ne sont pas toujours animés des mêmes motivations.

A la diversité de profils des auteurs répond la diversité de contenus. Loin de présenter une visage standard de la chimie, loin de suivre un modèle unique de progression pédagogique, les textes publiés au tournant du siècle révèlent une grande diversité de stratégies et de conceptions. C'est pourquoi ces livres, qui ne sont pas passés à la postérité parce qu'ils n'ont jamais gagné la célébrité des grands traités, constituent néanmoins une source intéressante pour les historiens. Leur étude pourrait bien conduire à réviser les idées reçues sur la naissance de la chimie moderne dans la révolution chimique.

Au service de la patrie

A la fin du XVIII^e siècle, les traités de chimie restent des pièces stratégiques sur les deux fronts de lutte des chimistes français. Pour les disciples de Lavoisier qui se retrouvent nombreux dans les écoles de la République, les livres demeurent un instrument privilégié pour propager la doctrine lavoisienne et la nomenclature réformée⁷⁰. De plus, ils sont essentiels pour assurer à la chimie une place honorable parmi les sciences au moment où la cartographie du savoir se stabilise et se solidifie dans l'éventail des matières scolaires. Par delà les intérêts généraux de la science chimique, le contexte institutionnel d'enseignement

détermine la longueur et le contenu du livre. Le livre change alors de fonction. Plutôt que l’accomplissement d’un projet d’écrivain, le texte écrit est l’émanation de l’oral. Il est destiné à propager la parole au delà des murs de l’amphithéâtre, à faire durer l’éphémère. L’exemple limite de ce genre de livre sera l’édition des cours de l’Ecole normale de l’An III pris en sténographie – comme enregistrés – puis édités tels quels dans leur ordre de succession avec les séances de débats⁷¹. Mais ces cours oraux ont fourni un espace de création pour la rédaction de livres publiés ultérieurement. Le citoyen Berthollet, chargé des leçons de chimie, a tant médité les principes généraux de ce cours, comme le souligne un rapporteur, qu’il a réorganisé la chimie sur la base d’une nouvelle théorie de l’affinité dans un *Essai de statique chimique* :

« L’auteur [Berthollet] avait été appelé au nombre de ceux qui furent chargés de l’enseignement des Ecoles normales ; il fut obligé par cette circonstance d’exposer les principes généraux qu’il avait adoptés en chimie, sans en avoir fait jusque-là un objet de ses observations. Il s’aperçut, dans la rapidité de rédaction qui lui était prescrite, que ces principes avaient une incohérence qui appelait de nouvelles méditations : par exemple, en présentant les idées reçues sur l’affinité, il remarqua que ses effets variaient par la quantité des substances ou par leur degré de saturation ; ce qui ne pouvait se concilier avec une affinité élective et constante qui exclut un élément de une combinaison en raison de l’intensité qu’elle tient de la nature seule d’un corps. »⁷²

Les écoles de la République sont aussi à l’origine du premier manuel. Le *Manuel d’un cours de chimie* de Edmé Jean-Baptiste Bouillon-Lagrange (1764-1844), publié à Paris en 1798, réédité six fois jusqu’en 1813, est l’un des livres les plus diffusés de cette période⁷³. Comme tant d’autres chimistes du XVIII^e siècle, Bouillon-Lagrange est entré dans la carrière par la pharmacie et assiste Fourcroy dans son cours à l’Athénée. Nommé «pharmacien major» après la Révolution, il cumule les postes d’enseignement dans divers instituts : à l’Ecole centrale du Panthéon, au Lycée Napoléon, à l’Ecole polytechnique où il est nommé « chef des travaux chimiques » et enfin, lors de la restructuration de l’enseignement de la pharmacie en 1803, il prend la direction de l’Ecole de pharmacie de Paris, où il est chargé d’enseigner la chimie. La première édition de son manuel était destinée aux élèves de l’Ecole polytechnique. Le terme de manuel renvoie alors à une fonction précise d’accompagnement d’une performance orale enrichie de démonstrations expérimentales. Bouillon-Lagrange présente, en effet, son livre comme « le tableau exact des expériences et démonstrations qui ont été faites dans les cours de l’an VI, à l’Ecole polytechnique ». Et il ajoute « Il m'a paru qu'il serait intéressant pour eux [les élèves] d'avoir un manuel, simple, complet, méthodique, à l'aide duquel ils pussent repérer les expériences du cours général de chimie, que leur donne le citoyen Fourcroy, et celles du citoyen Guyton, dans son cours de chimie appliquée aux arts ». ⁷⁴ Mais au fil des éditions, l’écrit s’autonomise par rapport à l’enseignement oral. Bien qu’il s’enracine dans l’expérience des cours de l’Ecole polytechnique, le *Manuel* de Bouillon-Lagrange est réédité pour les élèves de l’Ecole de pharmacie, avec quelques ajouts et modifications⁷⁵. Ainsi prend forme le contour d’une discipline – au sens d’une matière enseignée – commune à plusieurs écoles, une discipline bonne à la formation de tous les citoyens serviteurs de la République.

Car la publication des livres de chimie est aussi un geste politique. À des degrés divers, les auteurs de cette période ont tous pris part aux événements sociaux et politiques durant la période révolutionnaire. Certains, comme Fourcroy et Chaptal, ont même occupé des postes

de responsabilité⁷⁶. La présence de nombreux chimistes parmi les chefs de file de la Révolution française a créé une situation particulière, d'alliance entre la patrie et la chimie. La publication d'un livre de chimie s'inscrit dans le processus de refondation de la France, après la Révolution. En 1800, dans le Discours préliminaire au *Système des connaissances chimiques*, Fourcroy décrit longuement les exploits des chimistes pendant les guerres révolutionnaires et conclut en suggérant une sorte de pacte entre la France et la chimie

« C'est à la France que sont dus le renouvellement, la restauration complète et la perfection de cette belle science; et s'il était juste qu'elle en recueillît les fruits dans une grande et importante occasion où il s'agissait de son existence et de son soutien, il est aussi naturel qu'elle voie se former dans son sein les plus grandes entreprises destinées à augmenter les progrès de la chimie et à en étendre les avantages. »⁷⁷.

Un Français a révolutionné la chimie, les chimistes ont sauvé la patrie lorsqu'elle était en danger. Au gouvernement de les récompenser en favorisant des entreprises comme celle d'un énorme traité en dix volumes. L'idée d'une solidarité entre le destin de la France et l'écriture d'un livre de chimie semble encore naturelle en 1807, quand Chaptal publie sa *Chimie appliquée aux arts*. Toutefois, dans la dédicace à l'Empereur, Chaptal précise que, pour se consacrer à la rédaction de ce livre destiné à « assurer la prospérité de nos fabriques », il lui a fallu déposer « le fardeau des affaires publiques », c'est-à-dire démissionner du Ministère. Ainsi durant les années post-révolutionnaires, écrire un livre de chimie, c'est faire de la politique par d'autres moyens mais c'est toujours servir la France.

Physique et chimie : un mariage républicain ?

L'organisation de l'enseignement secondaire dans les écoles centrales a été façonnée selon les idéaux éducatifs des révolutionnaires, en particulier suivant les projets de Condorcet sur l'Instruction publique⁷⁸. D'où deux innovations majeures : d'une part les sciences sont enseignées à parité avec les humanités classiques ; d'autre part, les « classes » étant remplacées par des « cours », les élèves ont le choix de leurs matières, à condition de suivre les cours correspondant à leur classe d'âge. La loi du 3 Brumaire an IV (octobre 1795) fixe la répartition des cours selon trois classes d'âge et situe l'enseignement « de la physique et de la chimie expérimentales » dans la deuxième section destinée aux jeunes de 14 à 16 ans⁷⁹. De fait, il est bien difficile de savoir ce que l'on mettait sous l'étiquette « physique et chimie expérimentales » car à la liberté de choix qu'avaient les élèves des écoles centrales répondait la liberté absolue dont jouissaient les professeurs quant au contenu de leur enseignement. Mais il est clair que, dans l'esprit des législateurs, le couple physique-chimie s'est construit autour de l'idée de pratique expérimentale, bien distinguée de la pratique d'observation propre aux sciences naturelles comme de la pratique de l'abstraction propre aux mathématiques.

Toutefois réunir en une seule matière la physique et de la chimie en une seule matière n'est pas un simple décret républicain, ni même un geste politique inspiré par leur commune pratique expérimentale. En 1800, la réunion pouvait très bien se justifier par des raisons théoriques. D'une part, elle traduit fidèlement le programme de la Société d'Arcueil, fondée par deux professeurs de l'Ecole polytechnique, Laplace et Berthollet⁸⁰. Le rêve de soumettre tous les phénomènes de la nature à la loi de Newton conduisait à traiter la chimie des

affinités comme une manifestation particulière de l'attraction newtonienne. De là dérivent deux concepts de base que l'on trouve invariablement au début de tous les livres de chimie, au long du XIX^e siècle : l'attraction de cohésion (responsable de l'état physique des corps) et l'attraction d'affinité (responsable de leurs combinaisons). D'autre part et surtout, ce mariage est fondé dans la « science des impondérables » qui triomphe à la fin du XVIII^e siècle⁸¹. L'électricité, la chaleur, le magnétisme, la lumière, tous ces phénomènes alors étudiés par la physique expérimentale étaient rapportés à l'action de substances impondérables – tel que le calorique de Lavoisier pour la chaleur. Or l'étude de ces substances, susceptibles d'entrer en combinaisons, faisait partie intégrante de la chimie. La réunion avec l'électricité s'est encore renforcée après l'invention de la pile de Volta en 1800, quand les chimistes commencent à utiliser la pile comme un outil analytique et développent alors des théories électro-chimiques de la combinaison. Bref le mariage républicain était un mariage de raison.

Ce mariage a-t-il entraîné un changement dans le contenu des livres par rapport aux livres de la génération précédente ? Grâce aux résultats d'une enquête adressée à tous les établissements par le Ministre de l'Intérieur, on sait que les professeurs de physique et de chimie enseignaient des choses très hétérogènes tout en utilisant des sources assez uniformes, comme le *Traité élémentaire* de Lavoisier, la *Philosophie chimique* de Fourcroy, les *Eléments de chimie* de Chaptal et le *Traité de physique* de Brisson⁸². De fait, le contenu de l'entité scolaire physique-chimie semble largement déterminé par le public qui fréquente les écoles centrales, lequel varie suivant les institutions et suivant les régions⁸³. Tantôt le couple physique-chimie bascule du côté de la médecine et de la pharmacie, tantôt du côté des mathématiques. C'est précisément par le biais des livres d'enseignement que l'identité de cette discipline, créée par la volonté républicaine, va peu à peu se stabiliser.

L'échec du manuel officiel

« Quel est le Professeur d'Université, dans quelque faculté que ce fût, qui aurait voulu dicter les cahiers d'un autre ?⁸⁴ ». Cette question soulevée par un professeur de lycée, Joseph Izarn, exprime un sentiment assez général qui conduit bien des professeurs à devenir auteurs. Un décret rédigé par Bouquier le 29 frimaire an II prescrit que tout livre destiné aux écoles de la République doit être soumis au contrôle du gouvernement⁸⁵. Une fois approuvé par la Convention, le décret est suivi d'un rapport de Grégoire et d'un second décret du 9 pluviôse an II (28 janvier 1794) ouvrant un concours de livres. Sept livres furent sélectionnés, imprimés et distribués aux frais de l'Etat, selon une loi promulguée le 28 pluviôse an IV (17 février 1796).

Voici, d'après l'historien Alain Choppin, « l'acte de naissance du manuel officiel », du moins en ce qui concerne l'enseignement primaire⁸⁶. C'est, en tous cas, un geste lourd de conséquences car la parole de science semble passer sous contrôle de l'Etat et, de ce fait, menacer l'autonomie des citoyens de la « république des sciences ». En 1802, une commission de mathématiques composée de Laplace, Monge et Lacroix est chargée de « déterminer d'une manière précise les parties que l'on en doit enseigner dans chaque classe et les cours que l'on doit suivre »⁸⁷. Un trio de mathématiciens décide pour toutes les sciences et sélectionne les manuels à utiliser dans tous les établissements secondaires. L'arrêté précise que le professeur ne pourra, « sous quelque prétexte que ce soit, enseigner

d'autres ouvrages »⁸⁸. Cette commission symbolise l'alliance étroite entre le pouvoir et la science en France. Monge, Laplace et Lacroix sont tous trois membres de l'Institut, qui est lui-même sous contrôle du gouvernement. De la recherche à l'enseignement, il s'agit donc d'étendre la sphère sous contrôle⁸⁹. De fait, si les manuels de science passent sous contrôle de l'Etat, c'est parce qu'ils sont eux-mêmes destinés à fonctionner comme instruments de contrôle sur l'enseignement oral. La commission n'ayant trouvé sur le marché aucun livre répondant à ses exigences pour l'enseignement des sciences physiques dans les Lycées, a chargé le « citoyen Adet », membre du tribunal, de rédiger un ouvrage pour enseigner la chimie en seconde. Docile, Pierre-Auguste Adet (1763-1834) se met à l'ouvrage et deux ans plus tard publie le livre de commande⁹⁰. Le choix du citoyen Adet était-il inspiré par une volonté politique d'imposer une doctrine scientifique ? Chimiste de formation médicale, Adet fut un proche de Lavoisier. En 1787, on le trouve dans l'équipe qui réforme la nomenclature, où il est chargé avec Jean Hassenfratz de la réforme des caractères. En 1789, il est l'éditeur des *Annales de chimie*, premier journal français de chimie, fondé par les disciples de Lavoisier. En imposant un manuel unique, la Commission imposait-elle une pensée unique, celle de Lavoisier, en chimie ?

On ne sait pas très bien quelles étaient les intentions qui ont présidé à cette tentative d'imposer un manuel officiel, mais ce fut un échec. Une foule d'auteurs ne suivent pas le modèle imposé. Est-ce un phénomène de résistance sourde, un refus du contrôle par le manuel ou simplement le résultat d'une certaine désorganisation ? En tous cas, la politique du manuel officiel n'a pas créé une science officielle. On a noté une seule touche de révolte ouverte contre le manuel officiel : un an après la parution du livre de Adet, Izarn, précise dans le prologue de ses *Leçons élémentaires de physique et de chimie expérimentale*,

« Quand le Gouvernement a fait publier des Livres élémentaires, son intention était sans doute d'assurer aux élèves les moyens d'avancer vers le but qu'il leur proposait, et d'offrir une ressource au Professeur qui ne s'était pas encore formé de méthode d'enseignement, mais non pas de les asservir à celle d'un seul Auteur et de les déclarer tous incapables d'en trouver une aussi bonne ou meilleure; c'est de sa part un grand bienfait qui deviendrait funeste si l'on pouvait en avoir une autre opinion. Quant à ceux qui ne savent que s'étonner de voir paraître tant d'Ouvrages Élémentaires, on peut leur dire que nous ne faisons en cela que ce qu'on fait depuis qu'il y a des Professeurs zélés pour les progrès de leurs élèves. Quel est le Professeur de l'Université, dans quelque faculté que ce fût, qui aurait voulu dicter les cahiers d'un autre? La seule différence que l'on puisse trouver entre eux et nous, du moins à cet égard, consiste donc en ce qu'au lieu de faire perdre à nos élèves demi-heure dans chaque classe pour leur dicter nos cahiers, nous les leur donnons imprimés.⁹¹ »

Au concept gouvernemental de livre scolaire comme organe de contrôle, Izarn oppose sa propre conception: émanation d'un cours oral, le livre scolaire transcrit la pensée et l'expérience d'un professeur. En revendiquant ainsi une responsabilité d'auteur et de professeur, Izarn s'écarte de la ligne officielle et ne peut plus feindre d'écrire pour le public scolaire en général. Conscient des limites que ce choix impose à son lectorat, Izarn tente de l'élargir en précisant qui sont ses alliés. Il ancre ainsi son manuel dans un réseau de traités qui ont pour point commun d'être étrangers à la chimie de Lavoisier.

« Je ne le donne donc pas pour un Traité de Physique qui mette cette science à la portée de tout le monde; j'avertis au contraire qu'il offrira quelques difficultés à ceux qui voudraient l'étudier sans aucun autre secours, parce que l'évidence ne s'y présente pas toujours au premier abord, mais qu'elle a besoin d'y être cherchée. Je pense rendre par-là un grand service aux élèves auxquels je le destine (...). Je ne veux pas

dire non plus que cet Ouvrage ne puisse être bon qu'à mes élèves. Ceux qui sont capables de s'instruire par la seule lecture, pourront se servir de celui-ci. S'ils sont à portée d'en chercher quelques développemens dans les excellens Traités qui sont entre les mains de tout le monde, tels que ceux de Brisson, Libes, Haiüy, etc.; et ceux qui sont déjà nourris de la lecture de ces Ouvrages, reverront utilement les mêmes principes sous un autre point de vue; ce qui les leur rendra encore plus familiers, en nécessitant de leur part de nouvelles méditations. Depuis long-temps je m'en occupais, sans savoir si je professerais au Lycée, et je le destinais au grand nombre d'élèves qui commencent et terminent leur éducation dans les Ecoles secondaires de Paris et des villes qui n'ont pas d'Ecole plus élevée. »⁹²

A notre connaissance, Izarn est le seul qui ait ouvertement affiché son opposition au manuel officiel. D'autres ouvrages contournent simplement la mesure. Les trois autres auteurs de cours de physique et de chimie, Mathurin-Jacques Brisson, en 1800; Pierre Jacotot en 1804 et Jumelin en 1806 déclarent fonder le contenu de leur ouvrage sur leur expérience de professeur dans les établissements secondaires. Tous présentent leur livre comme la doublure écrite des leçons orales. Bien qu'on ne puisse pas vérifier l'adéquation entre le livre et les notes de cours dans la plupart des cas, il est important de souligner que, dès le début du XIX^e siècle, l'imprimé est légitimé non comme une source originale d'informations, non comme une œuvre ayant sa logique propre, mais comme trace d'un cours. Cette fonction « memorandum » n'est pas très différente de celle d'un procès-verbal de réunion. C'est un écrit de situation, relatif à certaines circonstances locales, voire personnelles. Bref, le livre de cours est un auxiliaire qui sert à optimiser une relation pédagogique. Pour Brisson, c'est un ersatz du cahier de l'élève :

« En remplissant mes fonctions, j'ai fait une observation, que voici: lorsque je donne une leçon de pure physique, mes auditeurs, au moyen de mon Traité de Physique, qui leur sert de cahiers, sont en état de me suivre: s'il leur échappe quelque chose, ils le retrouvent dans cet ouvrage, ils peuvent le lendemain revoir la leçon qu'ils ont reçue la veille, et se la mieux inculquer dans la mémoire. Mais lorsque je donne une leçon de chymie, ceux qui n'ont encore aucune notion de cette science, n'ont rien qui puisse les guider: s'il leur échappe quelque chose, ce qui n'est pas difficile à croire, il faut qu'ils l'aillent chercher dans différens ouvrages, qu'ils n'auront pas même la faculté de bien choisir: en un mot, ils n'ont point de cahiers. C'est pour suppléer à ces cahiers qui leur manquent, que j'ai composé ce petit ouvrage. »⁹³ »

La modestie du livre-cahier est plus feinte que réelle car, du seul fait qu'il est imprimé et publié, le livre se donne pour modèle à d'autres professeurs. Six ans plus tard, la publication d'un livre substitut de cahiers est plus difficile à justifier du fait de la prolifération de textes de cette nature sur le marché. Jumelin en est bien conscient qui trouve la raison d'être de son livre dans le postulat d'une personnalisation de l'approche des sciences.

« Dès que j'eus été nommé professeur de physique au Collège du ptytanée Français, qui est devenu le Lycée impérial, je m'empessai de rédiger par écrit, les leçons que je devais donner à ceux dont l'instruction m'était confiée. Nous étions en l'an IX: il n'existant aucun Traité de physique qui contînt les découvertes dont, depuis trente ans, cette science n'a cessé de s'enrichir. Je dus donc dicte à mes élèves l'ouvrage que je venais de composer, puisqu'on ne pouvait leur en procurer un autre, pour repasser les choses que je leur enseignais verbalement.

Les années suivantes virent paraître successivement plusieurs traités élémentaires de physique, tous fort estimables , et qui auraient, peut-être, dû m'empêcher de faire voir le grand jour à ces cahiers, que je n'avais, dans le principe, composé que pour mon usage; mais réfléchissant à ce que chaque homme a une méthode qui lui est propre, et que souvent on saisit, lorsqu'elles sont offertes sous une autre forme, des choses qui ont quelquefois échappé, quoique présentées d'une manière lumineuse, j'ai fini par me persuader que l'ouvrage que je publie pourrait être encore de quelqu'utilité. »⁹⁴ »

Quelle que soit la dimension rhétorique de ces prologues, ils montrent qu'il n'y a pas au début du siècle un modèle standard pour présenter la physique et la chimie. En dépit de la « logique naturelle » que Lavoisier a voulu introduire, en dépit des efforts du gouvernement pour imposer un livre officiel, les livres de cours restent personnalisés.

Au niveau des contenus, les livres diffèrent peu cependant. Les *Leçons élémentaires de chimie* à l'usage des lycées, de Pierre-Auguste Adet sont le seul ouvrage qui présente exclusivement la chimie alors que les autres tentent de justifier et de rationaliser le mariage républicain avec la physique. Quant à la partie proprement chimique, le livre d'Adet ne se distingue pas fondamentalement des autres. En gros les livres s'organisent suivant deux modèles : Le premier modèle, illustré dans le livre de Jacotot, est celui des règnes de la nature. Après avoir défini l'objet de la physique particulière et dénié toute distinction fondamentale entre physique et chimie, Jacotot reprend tranquillement la tradition des cours de chimie ordonnés selon les trois règnes, minéral, végétal, animal. Une nouveauté cependant : il y ajoute un quatrième règne qui regroupe « les corps qui sont le plus généralement répandus que les autres, et qui paraissent être les principaux agents de la nature »⁹⁵. Ce quatrième règne, décrit en premier, dans le premier volume, comprend l'air, le calorique, l'eau, la lumière, l'électricité, le galvanisme, le magnétisme et les météores. Ensuite le volume deux est consacré aux trois règnes avec un intérêt nettement plus marqué pour le règne minéral qui occupe, à lui tout seul, les deux tiers du volume. Cet attachement à une organisation prélavavienne de la chimie n'indique pas que Jacotot ignore ou refuse les découvertes récentes. Il s'efforce, à sa manière, de couler le vin nouveau dans les vieilles outres. En particulier, il consacre à la fin du livre un long développement aux gaz permanents, définis comme ceux qui se présentent à l'état aéiforme dans les conditions normales de température et de pression, et distingue deux espèces de gaz : les gaz respirables (oxygène, air atmosphérique, gaz oxyde nitreux) et les gaz non respirables qui, à leur tour, se divisent en gaz acides, gaz alcalins, gaz qui ne sont ni acides ni alcalins et enfin gaz inflammables. Les gaz permanents sont, suivant le livre de Jacotot, composés de calorique et d'une substance simple ou composée qui est la « base du fluide ». Les gaz inflammables sont, en réalité, un seul et même gaz, le gaz hydrogène, combiné avec des quantités variables de soufre, de phosphore, d'acide carbonique ou de carbone en dissolution.

Dans les ouvrages de Jumelin et d'Adet c'est l'ordre de complexité croissante qui structure l'exposé. La chimie étant centrée autour des opérations d'analyse et de synthèse des corps naturels, tous deux découpent leur exposé en deux grandes parties : la première présente les éléments constituants de tous les corps qui existent dans la nature et les composés qu'ils forment par leurs combinaisons mutuelles. Dans la deuxième partie, on suit l'ordre inverse : on part des corps qui existent dans la nature, pour les décomposer au moyen de l'analyse chimique. Si la démarche du simple au complexe paraît à tous deux naturelle, il reste à la concilier avec cet autre impératif, cher à Lavoisier : procéder du connu à l'inconnu. Comment harmoniser les deux principes? Adet et Jumelin adoptent des stratégies différentes. Jumelin accorde priorité absolue à l'ordre du simple au complexe et s'autorise quelques entraves à l'égard de la progression des connaissances.

« Il semble d'abord que dans l'exposition d'un sujet, on ne devroit jamais citer des exemples de faits dont on n'a pas encore parlé; mais comme la nature est un cercle, il arrive quelquefois que les objets supposés en avant, dans le plan qu'on a établi, se trouvent en arrière, par rapport à quelques attributs du sujet qu'on traite; et alors, il semble qu'on doit les citer d'autant mieux, que ces citations anticipées peuvent être

utiles, et qu'elles ne sont jamais nuisibles, puisqu'à la première lecture de l'ouvrage, on est maître de les négliger ou, si l'on veut, d'en prendre facilement connaissance au moyen de la Table: en conséquence, je ne me suis pas fait faute de citer, sans prendre garde, si j'avois ou si je n'avois pas encore parlé de l'objet cité.^{96»}

Jumelin consacre donc cent-soixante et une pages à l'étude des éléments, comprenant la lumière, le calorique, le fluide électrique, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, le carbone, le phosphore, le soufre, les métaux les terres et les alcalis plus trois acides muriatique, boracique et fluorique (alors considérés comme simples). Dans la deuxième partie, il présente les corps composés par la combinaison de deux éléments ou composés binaires avant de passer aux composés ternaires, puis quaternaires. En revanche, Adet donne priorité à l'ordre de la connaissance sur l'ordre de complexité croissante :

« Il me reste maintenant à parler de l'ordre que j'ai cru devoir suivre; mais il est si simple, que je crois inutile d'insister sur ce point. Qu'il me suffise de dire que j'ai tâché de ne procéder que du connu à l'inconnu; de ne jamais parler d'une substance, d'une combinaison dont il n'avait pas encore été question, qu'au moment même où je la faisais connaître; et de ne jamais m'écartez de la route que je m'étais tracée »⁹⁷. En conséquence, Adet modifie l'organisation du simple au complexe pour l'harmoniser avec la prescription d'une marche du connu à l'inconnu. Il commence donc par un chapitre sur les corps simples les plus connus : calorique, lumière, gaz oxygène, hydrogène et azote, carbone, soufre, métaux, acides simples(muriatique, fluorique, boracique), les terres et les alcalis. Dans une deuxième étape, il décrit les combinaisons binaires, ternaires et quelques quaternaires de chacun de ces corps simples mais, contrairement à Jumelin, il n'énumère pas tous les composés binaires puis ternaires puis quaternaires. Il adopte une solution de compromis, fondée sur une structure en arbre, qui lui permet de regrouper tous les composés formés par chacun des éléments. Pour l'oxygène par exemple, il passe en revue ses principaux composés binaires (oxydes et acides), les combinaisons réciproques des oxydes et des acides; puis les combinaisons des oxydes et des acides avec chacune des autres substances (en gros, les sels) et, pour finir, il présente les combinaisons réciproques des composés oxygénés entre eux, en particulier celles de l'eau avec les acides. Adet suit le même schéma pour l'hydrogène, l'azote, le carbone, le soufre, etc...

Des auteurs recrutés pour les écoles centrales

Dans quelle mesure le parcours individuel des auteurs peut-il éclairer ces choix différents d'organisation? Tous les auteurs ci-dessus mentionnés ont bien sûr été formés dans les institutions de l'Ancien régime mais l'éventail des âges est assez considérable. En 1800, le plus âgé Brisson a 72 ans, le plus jeune Izarn en a 32, Jumelin 55, Jacotot 39 et Adet a 47 ans. La conception du rôle des manuels de Brisson (1723-1806) ne diffère pas fondamentalement de celle de Jacotot, né en 1756 ou de Izarn, né en 1766. Brisson et Jacotot sont arrivés à l'enseignement des sciences après avoir reçu une formation ecclésiastique tandis que les autres, ont reçu une formation médicale.

La position à l'égard de la science officielle incarnée par l'Académie des sciences serait-elle un facteur plus pertinent? On sait, en effet, que la main mise de l'Académie sur la production scientifique a été fortement contestée à plusieurs reprises à la fin du XVIII^e siècle, à

l'occasion de la commission d'enquête sur Mesmer, puis par Marat qui a mené une campagne contre les « charlatans modernes » laquelle n'a pas peu contribué au décret de suppression des académies en août 1793. De ces conflits tous les auteurs évoqués ci-dessus furent les témoins. Mais cela a-t-il retenti sur leur conception de la science et de l'écriture d'un manuel? Si l'on en juge d'après les profils de Brisson et Adet, la proximité avec le milieu académique ne semble pas davantage un facteur déterminant. Brisson est académicien de longue date. Entré comme naturaliste pensionnaire surnuméraire il a longtemps travaillé dans la mouvance de Réaumur, avant de se réorienter sous la houlette de l'Abbé Nollet vers la physique expérimentale. Tout en enseignant la physique au collège de Navarre, il met au point des instruments de mesure de la pression ou de la pesanteur⁹⁸. Il jouit donc d'une bonne insertion dans le milieu académique et grâce à ses travaux sur les instruments de mesure, il se trouve fréquemment en contact avec Lavoisier. Avec Bayen, Berthollet et Gengembre, il compte parmi les quelques chimistes académiciens qui ont très tôt soutenu Lavoisier durant ses attaques contre la théorie du phlogistique. Sans être proche collaborateur comme le jeune Adet, il ne s'est jamais prononcé contre la chimie de Lavoisier. Ce n'est donc pas davantage la controverse sur le phlogistique qui détermine l'opposition que l'on a constatée entre un manuel officiel et manuel personnels.

Si ce n'est pas la révolution chimique, serait-ce la Révolution française qui instaure un contraste signifiant entre ces divers auteurs de manuels? Les deux vétérans, Brisson et Jacotot passent sans encombre des instituts d'enseignement de l'Ancien Régime aux nouvelles institutions. Brisson, qui occupait la chaire de physique au Collège de Navarre en 1789, reprend son activité d'enseignant au Collège des quatre nations et, en 1805, peu avant sa mort, est nommé professeur au Lycée Bonaparte, à titre purement honorifique. Il traverse l'épisode révolutionnaire sans encombre : il accomplit diverses tâches scientifiques et techniques durant les guerres, participe à la Commission des poids et mesures, et réintègre l'Académie lors de la création de l'Institut de France en 1795. Il publie quelques notes de mathématiques et de génie civil dans le *Journal de l'Ecole polytechnique*. Jacotot, qui était professeur au Collège de Dijon, y retourne en 1795 quand le Collège est devenu Ecole centrale de la Côte d'Or. Entre-temps il fut « inspecteur des poudres et des salpêtres » aux côtés de Vauquelin en 1793. En 1794 il fut intégré à l'équipe qui organise l'Ecole centrale des travaux publics (future Ecole polytechnique) d'abord comme bibliothécaire, puis secrétaire du conseil d'instruction et d'administration, puis examinateur d'entrée⁹⁹. Adet est le seul qui a changé de cap durant la Révolution française. En 1792, il est envoyé à Saint-Domingue et commence ainsi une carrière politique et diplomatique dans les colonies qui le conduira aux postes de représentant du gouvernement français à Genève puis de ministre plénipotentiaire aux Etats Unis. Après son retour en France, en 1800, on le trouve préfet de la Nièvre en 1803 puis membre élu du Sénat en 1809 et conseiller-maître de la Cour des comptes de 1813 à sa mort. C'est dire que, contrairement aux autres auteurs, il ne peut justifier son livre par une longue expérience professorale. Alors que, pour Jacotot, Jumelin, Brisson, publier un livre est comme le couronnement d'une carrière d'enseignant, qui se solde d'ailleurs par un avancement dans l'administration du système éducatif, pour Adet ce n'est pas la connaissance du terrain qui peut valoriser son exposé. Aux yeux des académiciens de la Commission qui l'a mandaté, il est clair que sa participation dans la révolution chimique justifiait à elle seule l'écriture d'un ouvrage élémentaire.

En conclusion, on voit qu'à partir de 1800 le profil des livres de chimie est largement

déterminé par les réformes éducatives. Elles créent un nouveau public pour la chimie, un public jeune, débutant, et captif, qui transforme radicalement les conditions d'usage des livres. Les réformes éducatives concernant les écoles centrales décrètent l'union de la physique et de la chimie vers laquelle inclinaient les impondérables et le groupe d'Arcueil. Les auteurs de cette époque présentent un large éventail de profils biographiques. Cette diversité, vestige de la variété des cultures de la chimie au XVIII^e siècle, subsistera encore au cours du XIX^e siècle. Les manuels ont été conçus initialement par le gouvernement comme instruments de contrôle des contenus de l'enseignement. Mais la tentative d'instauration d'un manuel officiel ne fut pas une réussite. Les auteurs des premiers livres de chimie du secondaire personnaliseront leurs livres et légitimeront leurs choix par leur expérience d'enseignement. Comme leur profil de carrière diffère, il n'y a pas de manuel standard.

DEUXIEME PARTIE

UN LIVRE MODELE (1809-1830)

Un coup d'œil sur les titres des livres d'enseignement publiés au début du XIX^e siècle suggère qu'il n'y pas encore vraiment de différenciation de genres en fonction des publics visés. Les livres destinés à l'enseignement primaire s'intitulent Cahiers, Manuel de l'enseignement élémentaire, Notions, Lettres à..., Eléments, Entretiens, Petit traité ou encore Notions élémentaires. Pour ceux destinés à l'enseignement secondaire, l'élémentaire est toujours de rigueur : six ouvrages sur treize portent le titre Cours élémentaire de chimie ou Cours de chimie élémentaire, Précis élémentaire, revient trois fois, Eléments de chimie, deux fois, on trouve enfin Traité élémentaire et Cahiers. La référence constante à l'élémentaire est éminemment ambiguë, comme on l'a vu, puisqu'elle désigne les premiers principes d'une science – dans l'ordre de la connaissance – et recouvre en même temps la présentation des éléments matériels qui composent les substances chimiques

Le vocabulaire du début du XIX^e siècle se caractérise par une deuxième ambiguïté. L'expression « livre classique » désigne, d'une part, le livre de classe pour l'enseignement secondaire et, d'autre part, les textes de référence, comme les classiques de la littérature dans lesquels se fait l'apprentissage de la lecture. En chimie, les classiques sont les livres de Lavoisier et Fourcroy recommandés par les textes officiels. Plus que des livres à mettre entre les mains des élèves, ils sont une ressource à disposition du professeur pour bâtir son cours. Sources directes d'inspiration pour l'enseignant, ils dispensent l'élève de remonter à la publication originale. Ainsi ces médiateurs creusent-ils le fossé entre la recherche scientifique et l'enseignement en même temps qu'ils aident à le combler. La prévalence du second sens de l'expression « livre classique » dans la langue française, au détriment du premier est symptôme d'une évolution qui consacre le recours systématique à des médiations.

Cette deuxième partie leur est consacrée. Car la recommandation officielle d'un seul livre, offert en modèle, au lieu de plusieurs livres classiques constitue une étape décisive dans l'émergence d'un genre autonome de livre d'enseignement de chimie. Quel est le pouvoir normalisateur du modèle ? Et plus généralement quel est l'impact des réformes éducatives sur la production et l'évolution des livres de chimie ?

Chapitre IV

Les médecins avaient besoin de manuels

La croissance spectaculaire des livres de chimie au cours de la première décennie du XIX^e siècle pourrait apparaître comme l'indice d'une irrésistible ascension de la chimie dans la culture ou du moins dans l'enseignement français. Cette première impression doit cependant être vite rectifiée. En effet, la production de livres cesse brutalement vers 1810 si bien que livre d'Adet, paru en 1804, a le singulier privilège de rester « moderne » pendant près de deux décennies. Jusqu'en 1826, pas un seul manuel ne vient le concurrencer dans les lycées, rebaptisés collèges royaux sous la Restauration. Mieux, les anciens ne sont même pas réédités. N'aurait-on plus besoin de manuels? Comment expliquer cette soudaine rupture dans la progression d'un genre de publication qui semblait en pleine croissance?

Des réformes éducatives

Ce brusque coup d'arrêt montre à quel point les politiques éducatives peuvent influer sur la production de livres de science. En 1809, quand est créée l'Université impériale, les lycées sont intégrés à sa structure. Le « nouveau plan des Lycées »(arrêté du 19 septembre 1809) bouleverse l'organisation des études secondaires. La parité révolutionnaire entre l'enseignement des sciences et celui des humanités est abolie. La physique et la chimie deviennent des matières annexes des mathématiques et sont enseignées par le même professeur¹. L'enseignement des sciences physiques se trouve réduit à presque rien : supprimé dans les classes de 3^e, 2^{nde} et de Rhétorique, il est maintenu seulement dans les classes terminales de philosophie et de mathématiques spéciales. Pour les années précédentes, un cours commun aux 3^e, aux 2^{nde} et Rhétorique est institué le jeudi matin, hors horaires obligatoires, qui doit être assuré par un professeur de sciences physiques. D'après les instructions officielles de 1814, le cours du jeudi comprend zoologie et botanique en classe de 3^e, chimie et minéralogie, en classe de 2^{nde} et physique expérimentale, la troisième année, en classe de Rhétorique². Ce cours commun n'étant pas obligatoire jusqu'en 1821, la chimie se voit soudainement privée de son jeune public. Pour bien évaluer la perte qu'entraîne le système éducatif des années 1810 et 1820, il faut rappeler qu'au début du XIX^e siècle le nombre des élèves atteignant les classes de terminales, où se concentrent les matières scientifiques, est très réduit. La grande majorité des lycéens n'aura connu les sciences physiques qu'à travers les cours communs du jeudi matin.

D'une certaine manière, la chimie est logée à la même enseigne que les autres disciplines

scientifiques puisque la restriction concerne les sciences en général. Toutefois elle souffre plus que d'autres de ce recul général des sciences, pour deux raisons. D'abord, son apprentissage exige des travaux pratiques qui ne sont pas toujours exécutés, faute de locaux et de crédits, lors même qu'ils sont prévus par les textes officiels. Plus encore que l'obstacle soulevé par la nécessité d'un apprentissage expérimental, les valeurs qui s'attachent à la chimie dans le système éducatif français lui assignent une place et un profil modeste parmi les matières scolaires. Dans les années 1810, tandis que la place des sciences est entièrement remise en question, les mathématiques sont néanmoins reconnues comme discipline de base servant à la formation de l'esprit. En revanche, la chimie souffre de ce qui fit son prestige à l'époque révolutionnaire : l'éventail de ses applications.

Ainsi est-elle considérée comme une science utile certes mais non comme une discipline fondamentale. Orientée vers des applications très spécifiques, notamment la médecine et la pharmacie, elle n'est pas censée intéresser l'ensemble des élèves. Surtout pas les plus brillants qui se destinent à Polytechnique, pôle d'excellence et fleuron du système éducatif français durant la première moitié du XIX^e siècle. Le déclin de la chimie dans cette institution prestigieuse est éloquent. Alors que le nombre de cours avait été augmenté de 25 en 1800 à 36 en 1810, il stagne pour atteindre 38 en 1852, quand la réforme de Le Verrier réduit le nombre de cours à 30, assurés par un seul professeur sur les deux années de scolarité³. La chimie n'est pas matière d'examen pour les concours d'entrée dans la plupart des écoles d'application, sauf l'Ecole des mines. Elle est de plus en plus déconsidérée par les élèves tandis que le prestige des sciences abstraites, et plus précisément de l'analyse mathématique, va croissant dans la hiérarchie des disciplines.

La dépression qui fait suite à cette politique éducative va durer près de vingt ans. Les règlements et circulaires élaborés pour en limiter les méfaits en disent plus sur l'état d'abandon où se trouvent les sciences physiques et chimiques qu'elles n'indiquent une quelconque amélioration. Par exemple, en 1820, un arrêté envisage d'augmenter les horaires à deux leçons par semaine en classe de philosophie et cinq leçons en mathématiques spéciales. Par ailleurs, bien que l'assistance aux cours soit obligatoire dans les lycées, il précise « que nul élève ne pourra, sous aucun prétexte, être admis pendant ces deux dernières années aux leçons de mathématiques, s'il ne suit en même temps les cours de physique, et réciproquement ». On devine que les sciences physiques souffrent non seulement d'une restriction draconienne d'heures d'enseignement mais également de l'absentéisme des élèves. Pourquoi s'intéresseraient à une matière qui ne compte pas ou très peu pour le baccalauréat? Seuls les élèves souhaitant présenter le baccalauréat ès sciences, créé en 1808 comme complément au baccalauréat ès lettres, pouvaient vouloir étudier les sciences physiques. Mais dans les années 1810, ils n'étaient pas plus de dix candidats par an car ce diplôme n'était requis que pour ceux qui se destinaient à l'enseignement des sciences, dans le privé ou dans le public, ou à la direction d'un établissement. Jusqu'en 1820, le nombre de bacheliers ès sciences ne dépasse pas une vingtaine tandis que le nombre des bacheliers ès lettres passe de 2000 à 4000 entre 1810 et 1820⁴.

En même temps que le jeune public des livres de chimie s'étrécit comme une peau de chagrin, l'alliance de la chimie et de la physique s'affaiblit considérablement. La volonté de construire une discipline unique sous l'étiquette « sciences physiques » s'est temporairement relâchée. D'autant plus que de nouvelles alliances s'esquiscent par le jeu des réformes entreprises dans les années 1820. Une ordonnance du 15 juillet 1820 divise le baccalauréat ès

sciences en deux options : l'option mathématique dont le programme reste identique à ce qu'était auparavant le baccalauréat unique; et l'option sciences physiques dans laquelle la chimie occupe une place plus qu'honnête grâce aux questions préparées par les soins de Louis-Jacques Thenard, un personnage influent dont nous reparlerons. Du coup, voici venir un nouveau public à la chimie. En effet, la plupart des candidats au baccalauréat ès sciences et, sans doute, les auditeurs les plus assidus aux cours de sciences physiques dans les collèges royaux, se dirigent vers les études de médecine. D'autant plus qu'à partir de 1823, le titre de bachelier ès sciences devient obligatoire pour l'inscription en faculté de médecine⁵. L'obligation est abrogée en 1830 puis rétablie en 1836.⁶

Un nouveau public

Ces réformes ont des répercussions sur les publications. Entre 1810 et 1830, on voit émerger à côté des livres de chimie tous publics, une classe de livres spécifiquement adressés aux futurs étudiants de médecine et de pharmacie. Ils constituent plus de 20% des livres de chimie durant cette période. Quelles sont les caractéristiques de ce groupe?

Les trois écoles de médecine et de pharmacie, établies en 1803 à Paris, Montpellier et Strasbourg, introduisent la chimie dès la première année, pendant le semestre d'hiver, comme une sorte de propédeutique aux études médicales ou pharmaceutiques⁷. La chimie est l'une des six épreuves d'examen qu'un docteur en médecine doit obtenir. D'après les règlements des écoles de santé, établis par Fourcroy qui fut aussi l'un des premiers enseignants, le cours de chimie et de pharmacie devait donner quelques principes généraux puis une « histoire chimique des règnes minéral, végétal et animal » et enfin traiter le « rapport des connaissances théoriques et pratiques de la chimie à l'art de préparer, de conserver les médicaments composés ». En plus des cours théoriques, les programmes prévoient des classes de travaux pratiques pour « les manipulations chimiques et pharmaceutiques », mais elles ne seront pas réellement enseignées pendant des années, avant la création de la Faculté de médecine. En fait, tous les étudiants n'ont pas à savoir autant de chimie. Les aspirants au titre d'officier de santé ne sont pas obligés de passer un examen de chimie, bien qu'ils soient supposés savoir préparer des médicaments.

A ce public déjà assez hétérogène d'étudiants s'ajoutent les étudiants de pharmacie. D'après la loi du 21 Germinal an XI, les aspirants au titre de pharmacien doivent avoir huit années de pratique dans une officine de pharmacie ou bien trois années de pratique suivies de trois années d'études qui s'achèvent par un examen, soit devant une école de pharmacie, soit plus souvent devant un jury médical. Beaucoup d'étudiants de pharmacie sont formés dans le système traditionnel du compagnonnage, et n'ont pas forcément le niveau du baccalauréat, qui ne devient obligatoire qu'en 1840 et encore seulement le baccalauréat ès lettres est-il exigé. La plupart des livres publiés dans les années 1820 s'adressent à la fois aux étudiants de pharmacie et de médecine, bien que ces derniers aient au moins le niveau du baccalauréat ès sciences⁸. Les auteurs se contentaient de suggérer des pratiques de lecture différente : ainsi, François Novario suggère que les étudiants de médecine utilisent son livre comme un « abrégé » dans la préparation de leur examen et précise qu'ils y trouveront « les généralités et les faits sur lesquels reposent la majorité des questions chimiques qui leur sont posées ». Aux étudiants de pharmacie, il conseille plutôt de l'utiliser comme une sorte de

répertoire où se trouvent consignées les propriétés majeures des substances les plus importantes qu'ils auront à manipuler et les meilleurs réactifs pour chacune. En ce début de XIX^e siècle, le public n'est pas encore très diversifié et la chimie reste un corpus de connaissances ouvert, susceptible de répondre à diverses attentes.

Quant aux élèves des écoles vétérinaires, ils constituent une autre cible privilégiée pour les publications chimiques. Fourcroy avait introduit la chimie dans l'enseignement de l'Ecole d'Alfort, où il fut professeur de 1783 à 1787, mais cet enseignement ne se consolide que trente ans plus tard avec la nomination de brillants chimistes.⁹. La stratégie des chimistes de l'Ecole vétérinaire se distingue de celle des chimistes médecins. L'expression « chimie vétérinaire » ne figure que dans le titre d'un cours manuscrit professé par Dupuy à l'Ecole d'Alfort en 1822. Elle ne se popularise pas comme l'expression « chimie médicale »

En réalité, la plupart des lecteurs de manuels de chimie ne se trouvent ni parmi les étudiants de médecine, ni parmi ceux de pharmacie, ni parmi les élèves des écoles vétérinaires, mais dans les cours privés préparatoires à l'entrée en Faculté de médecine qui fleurissent dans les locaux mêmes de ces facultés. De tels cours existaient déjà au XVIII^e siècle mais ils connaissent un regain de popularité dans les années 1820 et 30 avec l'obligation du baccalauréat ès sciences. A Paris, ils sont favorisés par la faculté qui prête des amphithéâtres et met à disposition des professeurs des cadavres, si nécessaire. Ces cours privés, qui fonctionnent un peu comme des classes préparatoires, sont un débouché important pour les chimistes débutants dans la carrière et surtout constituent un vivier d'auteurs de livres de chimie de cette période. D'après le livre de J. Tyrat, la préparation se déroule sur deux mois, à raison d'un cours par jour de quatre heures. Les élèves peuvent, en outre, compléter cet entraînement intensif à l'aide de leçons particulières données par les professeurs de l'établissement et utiliser « un cabinet de physique et un laboratoire de chimie » mis à disposition par l'établissement. Les cours délivrés sous forme de conférences présentent les connaissances exigées pour l'examen. Tyrat « fait en sorte de poser les questions dans les mêmes termes que MM. les examinateurs, et de faire donner par tous les élèves de la même série des réponses claires, précises et toujours avec le mot propre ». ¹⁰

Le milieu médical

L'Almanach général de médecine de 1827 recommande les cours de chimie médicale de Marie Guillaume Devergie (1798-1879), médecin qui deviendra par la suite professeur à la Faculté de médecine ; le cours de chimie appliquée aux arts de Henri F. Gaultier de Claubry (1792-1868) ancien répétiteur à l'Ecole polytechnique qui deviendra professeur de toxicologie à l'Ecole de Pharmacie et le cours de chimie générale de Georges Sérellas (1774-1832), pharmacien militaire professeur au Val-de-Grâce.

Le profil des auteurs est remarquablement uniforme. Le plus brillant d'entre eux, Mateu Josep Bonaventura Orfila (1787-1853), a une carrière assez exemplaire, à cet égard. Ce jeune médecin de Minorque a étudié à Valence et Barcelone avant de poursuivre des études de médecine à Paris grâce à une bourse de la Junta de Comerç en 1807. Il a suivi les cours de Vauquelin et de Laugier au Muséum d'histoire naturelle, les cours de Thenard au Collège de France. La thèse de médecine, qu'il soutient en 1811, malgré la suspension de sa bourse due à la guerre entre l'Espagne et la France, l'oriente vers le type de chimie développée par

Fourcroy et Vauquelin puisqu'elle traite de l'analyse chimique de l'urine. La même année, il publie aux Annales de chimie un article sur l'analyse d'un calcul biliaire qui continue et complète les résultats publiés par Thenard dans la revue de la Société d'Arcueil. En 1813, l'année même où Thenard commence la publication de son traité, Orfila fait une percée avec un ouvrage de Toxicologie générale qui fut maintes fois réédité et traduit en plusieurs langues. Après avoir refusé une offre de poste du gouvernement espagnol, Orfila est nommé « médecin par quartier du Roi » mais poursuit en même temps une carrière d'enseignant. Il donne des cours privés de chimie aux étudiants de médecine et, en 1817, succède à Thenard pour les cours de chimie à l'Athénée.¹¹

La plupart des auteurs de ces livres ont une formation initiale de médecin, comme Orfila, ou de pharmacien, et se tournent vers la chimie comme science auxiliaire de la médecine. Ils sont jeunes et font leurs premières armes dans ces cours privés en attendant d'obtenir des chaires universitaires. Tel est le cas de Laurent Sallé, né vers 1782, qui a obtenu un diplôme de maître en pharmacie en 1807 puis le titre de docteur en pharmacie à Paris en 1814. Il donne aussitôt des cours pour les étudiants de médecine qu'il publie sous forme d'un Cours élémentaire de chimie, puis d'un Cours élémentaire de pharmacie appliquée à la médecine et encore d'un Cours élémentaire d'histoire des médicaments avant d'être nommé chirurgien en chef de l'hôpital de Chalons sur Marne. Alexandre E. Baudrimont (1806-1880), un auteur particulièrement original, crée, en 1835, une « école spéciale de chimie » à Paris, 10 rue des Mathurins-Saint-Jacques. D'après son biographe, on y formait des chimistes pour l'industrie, pour l'agriculture mais on préparait aussi au baccalauréat ès sciences, aux divers examens de médecine. Dans cette école enseignent également Adolphe Ganot, auteur d'un manuel de physique qui sera réédité jusque dans la deuxième moitié du siècle et le naturaliste Paul Gervais (1816-1886), aide au Muséum d'histoire naturelle. Si l'enseignement dans les cours privés et l'écriture d'un manuel sont un tremplin pour entreprendre une carrière médicale universitaire, ce n'est pas une garantie de succès immédiat. Ainsi Appolinaire Bouchardat (1806-1886), docteur en médecine en 1832, agrégé de la Faculté de médecine de Paris, est le plus connu des enseignants de l'école fondée par Baudrimont grâce à la popularité de son Cours de sciences physiques. Il n'obtiendra cependant une chaire d'hygiène à la Faculté de médecine de Paris qu'en 1852.

Les auteurs de livres pour futurs médecins partagent une deuxième caractère de groupe: leur insertion dans les milieux de recherche. Loin d'être des enseignants de seconde zone, éloignés des sphères de production du savoir, la plupart d'entre eux conduisent des recherches. Par exemple, Lassaigne, s'illustre dans la chimie des alcaloïdes. Orfila devient l'expert en toxicologie de tout le pays. Ces jeunes auteurs, pour la plupart membres de l'Académie de médecine, créée en 1820, contribuent à l'institutionnalisation de la chimie médicale. Ils participent à la création de la Société de chimie médicale, en 1824 qui publie le Journal de chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie, à partir de 1825.¹² Ainsi se constitue un réseau de chimie médicale, à double vocation, d'enseignement et de recherche. Il est, de plus, épaulé par des éditeurs qui se spécialisent dans la chimie, parfois en s'attachant à un établissement d'enseignement. Le libraire Béchet et Labé qui édite le Journal de la Société de chimie médicale se charge des quatre éditions du manuel de Lassaigne, et du manuel de Favrot en 1841.

L'édition d'ouvrages d'enseignement de chimie participe donc à l'émergence d'une spécialité, la chimie médicale, associant étroitement l'enseignement et la recherche. Dans les années

1830, le milieu de la chimie médicale est dynamique et productif mais reste essentiellement parisien. Il contribue au rayonnement de la chimie tout en lui façonnant une nouvelle identité. Les liens entre physique et chimie, établis par la génération des chimistes de la révolution chimique et de la Révolution française se délient tandis que se renoue la vieille alliance entre chimie, médecine et pharmacie. Ironie de l'histoire! Le sort de la chimie sous la Restauration se trouve entre les mains des futurs étudiants de médecine et de pharmacie malgré l'émancipation de la chimie proclamée par les chimistes qui firent la révolution chimique et la Révolution française. Le mariage républicain entre chimie et physique s'étant dénoué du fait des réformes scolaires, pratiquement, la chimie se retrouve dépendante des études médicales et pharmaceutiques qui furent le berceau de la discipline chimique. Alors s'accusent les profils contrastés de la physique et de la chimie. La description des propriétés des substances étant jugée plus pertinente pour les applications médicales et pharmaceutiques de la chimie que les questions théoriques, la chimie tend à être perçue comme une science empirique sans fondement théorique.

Chapitre V

Tous derrière Thenard

La production des livres de sciences se trouve sérieusement bridée par la politique de contrôle instaurée depuis la Révolution. Après l'échec de la tentative pour imposer un manuel officiel, aucun livre ne put être introduit dans les « classes des établissements d'instruction de tout niveau, publics comme privés » sans avoir reçu une « autorisation préalable ». Cette mesure, qui reste en vigueur jusqu'en 1850, est appliquée de manière particulièrement sévère sous le Premier Empire et la Restauration, surtout pour l'enseignement secondaire où se concentre la politique éducative de ces gouvernements¹³. A chaque réforme, sera précisée une liste des manuels autorisés que les professeurs doivent obligatoirement utiliser dans leurs cours aussi bien dans l'enseignement privé que dans l'enseignement public¹⁴.

Le manuel comme instrument de contrôle

Pour l'application de cette mesure, sont instituées des commissions d'examen des livres. Ces comités d'experts ont pour mission de conseiller le gouvernement dans la sélection des ouvrages autorisés. De fait, comme le montre Choppin, la commission n'a jamais vraiment fonctionné. Les membres ne se réunissaient pas régulièrement mais elle fit appel à des collaborateurs extérieurs chargés de rédiger des rapports d'expertise. Si bien que le contrôle fut exercé sur un total de 1886 livres destinés à l'enseignement secondaire de 1803 à 1850.¹⁵ Dès 1811, la décision est prise de ne plus examiner les versions manuscrites des ouvrages mais seulement les versions déjà imprimées. Décision capitale, comme le souligne Choppin, car elle engage la responsabilité de l'éditeur¹⁶. Ce dernier court un risque majeur car le rejet par la commission d'un ouvrage déjà imprimé signifie pour lui une perte séche et, à terme, une catastrophe financière. C'est pourquoi les éditeurs prennent toutes les garanties avant l'impression et s'assurent de la conformité de l'ouvrage avec les recommandations et les goûts des membres de la commission. D'où l'importance capitale des éditeurs dans la création et la production du livre scolaire. Ils se trouvent placés en position stratégique d'intermédiaires privilégiés entre le gouvernement et les auteurs. Sous l'Empire, l'instance de contrôle se nomme « Commission des livres classiques ».

Qu'est-ce qu'un « livre classique » dans le cas de la chimie? C'est un concept hybride, partie-juridique, partie fondé sur la réputation scientifique de l'auteur. L'article 11 de la loi du 11 floréal an X prescrit que « le professeur ne pourra, sous quelque prétexte que ce soit,

enseigner d'autres ouvrages » que ceux qui sont recommandés expressément par le gouvernement, en l'occurrence le manuel de Adet. Voici pour le côté réglementaire. Mais c'est aussi un ouvrage reconnu par la communauté savante, comme le suggère cette remarque de Bussy dans son éloge du Manuel de Bouillon-Lagrange : « Cet ouvrage qui fut pendant longtemps le guide des étudiants de chimie, eut cinq éditions successives, qui ont comblé cette grande lacune qui existe dans la série de nos ouvrages classiques, entre le système des connaissances chimiques de Fourcroy et la première édition de l'ouvrage de Thenard . »¹⁷

L'arrêté de création de l'Université impériale étend quelque peu le concept de livre classique en proposant plusieurs classiques et laissant aux professeurs la liberté de choix : « les leçons de tout genre se feront d'après les livres classiques ou élémentaires imprimés, suivant l'état annexé au règlement ». Les classiques » de chimie sont: « la chimie de Lavoisier; la Philosophie chimique de Fourcroy; la Statique chimique de Berthollet » et le professeur pouvait aussi « faire lire et extraire les grands ouvrages de Fourcroy, de Thomson, etc. »¹⁸ Tandis que le pluralisme des classiques est confirmé par les Bulletins universitaires de 1809, 1911 et 1813, voici que le règlement du 28 septembre 1814 recommande un livre unique : « la chimie de Thenard », au motif qu'elle « a l'avantage de présenter la science, pour l'ensemble comme pour les détails, dans l'état où l'ont fait parvenir les derniers travaux des savants ».

Le règlement de 1814 inscrit une double inflexion dans l'histoire des livres de chimie. Il laisse entendre que priorité est accordée à la notion d'actualité des informations. Le « classique » c'est l'ouvrage moderne, « à la page », qui présente l'état de l'art à un moment donné. Cette exigence d'actualisation semble indiquer que le regard sur les sciences, ou du moins sur la chimie a changé : l'avancement, le progrès devient plus pertinent, plus stratégique que les fonctions d'utilité ou de formation pédagogique. La chimie est vue comme une dynamique plutôt que comme une ressource individuelle ou sociale.

Par ailleurs, de plusieurs à un, le statut du livre change. Les classiques de l'Empire étaient des ouvrages d'auteurs, qui livraient des points de vue différents mais complémentaires sur une science à un moment donné. Avec un modèle unique, c'est comme si désormais un seul pouvait parler pour tous. Le tableau qu'il compose est supposé présenter un savoir commun qui transcende les individualités. Pour résumer cette double évolution, on peut dire qu'elle conduit du « livre classique » au « livre modèle ».

L'évolution vers un livre unique qui domine tous les autres n'est pas propre à la France. D'une certaine manière, en Grande Bretagne comme en Suède on observe une évolution semblable : A System of chemistry de Thomas Thomson et le Lärbok i Kemien de Jöns Jacob Berzelius émergent aussi comme modèles. Dans tous les cas, ce sont des livres qui ont un rayonnement considérable et durable, de trente ans environ. Avec ses six éditions françaises de 1813 à 1836, le traité de Thenard rivalise en longévité avec celui de Thomson, réédité de 1802 à 1831, et avec celui de Berzelius, dont la première édition paraît entre 1808 et 1818 et la dernière en 1856¹⁹. Il serait intéressant de mener une étude comparée de ces trois livres modèles, en analysant leur impact national, les traductions, les éditions pirates, leur évolution et leur longévité afin de dégager les conditions qui favorisent cette évolution vers des ouvrages modèles.

Qu'est-ce qu'un livre modèle ?

On se contentera ici de quelques informations sur « le Thenard ». Son succès à l'intérieur de l'hexagone est sans précédent. Au total des six éditions, ce sont plus de 18 000 exemplaires qui furent mis en circulation²⁰. Mais plus que par de grands tirages, le livre-modèle se caractérise par la sphère d'influence qu'il crée et la durée de cette influence. Mais comment un livre devient-il influent ? Dans le cas du traité de Thenard, c'est d'abord par son caractère monumental. Sans atteindre les dix volumes du Système de chimie de Fourcroy, le traité de Thenard s'inscrit dans la même lignée²¹. Il comprend quatre volumes : les volumes I et II sont consacrés à la chimie inorganique et le volume III comprend deux livres: chimie végétale et chimie animale, tandis que le Livre IV, consacré à l'analyse chimique, contient, en outre, un copieux index alphabétique des substances, une présentation alphabétique des ustensiles de laboratoire et une collection de 32 planches. L'autonomisation de l'analyse chimique est une nouveauté, mais, en gros, le volume 4 recouvre ce qu'on appelait au XVIII^e siècle « chimie pratique » ou plus anciennement encore les chapitres décrivant « les opérations ». Le passage à l'organisation alphabétique de dictionnaire, en rupture avec le découpage en chapitres de l'ouvrage, montre bien que cette partie là de la chimie reste rebelle à tout effort de systématisation sous un principe unique.

Avec ses quatre volumes totalisant plus 2700 pages (et plus de 3000 dans la 6^e édition), le traité de Thenard tente de condenser l'ensemble des connaissances chimiques à un instant donné et d'en donner un exposé systématique. Et cette « somme » se situe en un point névralgique dans la géographie du savoir : au plus près de la source de production comme un relais pour sa diffusion. Cela oblige l'auteur à une course effrénée pour réactualiser l'ouvrage au fil des années. Le plus souvent, Thenard s'en tire avec des ajouts, citant des extraits d'articles récents qui lui paraissent apporter une nouvelle lumière dans tel ou tel chapitre. Ainsi se mêlent l'écriture des articles ou mémoires de recherche et celle d'un traité. Le traité modèle n'introduit aucune différenciation entre un exposé didactique ou systématique de la discipline et la production de connaissances.

Contrairement à Fourcroy qui destinait son Système aux chimistes déjà avancés, contrairement à Berzelius qui précise son intention d'écrire pour les débutants, Thenard ne vise pas un public spécifique. Bien que son livre fût largement utilisé par les étudiants de médecine et de pharmacie, il ne cherche pas à s'adapter aux contraintes de l'apprentissage. Il est simplement le porte-parole autorisé pour exposer une discipline.

Comment devient-on un modèle ?

Le traité de Thenard est recommandé par le règlement de 1814 avant même qu'il ne soit complet. La première édition, publiée par le libraire Nicolas Crochard s'étend sur trois années de 1813 à 1816. D'après les annonces dans les journaux, les quatre volumes auraient dû paraître, courant 1814. Mais en septembre lorsque le règlement est promulgué, seuls les deux premiers, sur la chimie minérale sont parus. Le volume III, sur la chimie végétale et animale, ne paraîtra qu'en 1815 et le quatrième volume, sur l'analyse, ne paraîtra qu'en 1816. Bref le livre est déjà fameux, réputé avant d'être achevé.

Ce préjugé favorable tient-il à la renommée de son auteur? Qui était Louis-Jacques Thenard

(1777-1857) pour jouir d'une telle autorité²² Ce pharmacien d'origine paysanne entré comme garçon de laboratoire chez Nicolas Vauquelin à l'âge de 17 ans, gravit rapidement les échelons. En 1798, il devient répétiteur à l'Ecole polytechnique et, comme plusieurs de ses collègues, il assure des cours privés pour la préparation au concours d'entrée. En 1804, à l'âge de 27 ans, il devient professeur au Collège de France, succédant à son maître Vauquelin (nommé professeur au Muséum d'histoire naturelle). A son tour, Thenard aidera les débuts de carrière de Jean-Baptiste Dumas son élève et protégé. Lors de la fondation de la Faculté des sciences en 1808, Thenard est nommé professeur et, en 1809, il est élu à la première classe de l'Institut au siège laissé vacant par Fourcroy. En même temps, Thenard donne des cours de chimie à l'Athénaïe de Paris, une institution d'enseignement populaire qui a pris la suite du Musée, créé avant la Révolution française où enseignèrent Lavoisier, Fourcroy, Brongniart, et où continueront d'enseigner les grands chimistes français au long du XIX^e siècle.

Ces positions prestigieuses accompagnent de brillants résultats de recherche. La collaboration entre Thenard et Gay Lussac de 1808 à 1811, émulée par la concurrence avec Humphry Davy, s'avère très fructueuse : découverte du potassium en mars 1808, du bore en novembre 1808, plus quelques travaux concernant les effets de la lumière sur le chlore. Vers 1815-1820 Thenard est, avec Gay-Lussac, une vedette de la chimie française. Leurs cours attirent des foules nombreuses (700 élèves environ, selon Crosland), ce qui, de l'aveu de Thenard, impose une certaine vigueur et un ton de voix assez fatigant²³. De la qualité des cours de Thenard, témoigne un illustre auditeur, le chimiste Jacob Berzelius venu à Paris en 1818-1819. Après avoir assisté à un cours de Thenard, il aurait déclaré : « Je suis professeur de chimie depuis vingt ans mais c'est seulement maintenant que je sais comment il faut l'enseigner.²⁴ » D'autres témoignages d'étudiants étrangers qui suivent son cours dans les années 1820, dont le jeune Justus von Liebig, confirment ce point de vue²⁵.

Sur le plan de la recherche, Thenard est aussi à l'avant-scène des techniques d'analyse. Avec Gay-Lussac il développe l'analyse volumétrique. Ils isolent le chlore avant Davy, en 1809, mais leur allégeance à Berthollet les conduit à ne pas proclamer qu'il est un corps simple, ils isolent le bore, déterminent la composition du cyanogène en volume et en poids ainsi que celle d'une vingtaine de substances végétales. D'où une classification des substances végétales en trois groupes suivant la proportion d'oxygène et d'hydrogène qu'elles contiennent. Bref, comme enseignant et chercheur, Thenard s'affirme comme l'un des personnages les plus brillants de cette élite scientifique qui gravite autour du noyau de la Société d'Arcueil et le jeune Liebig qui a fait ses premières armes dans son laboratoire en 1822 le tiendra pour un modèle.

Si Thenard jouissait déjà d'une réputation lors de la publication de son traité, le succès de l'ouvrage rehausse son prestige et renforce son autorité. Dès 1818, il est membre du jury des expositions industrielles nationales, puis membre du conseil du Conservatoire des arts et métiers et même président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, en 1832. En 1822, il est nommé doyen de la Faculté des sciences de Paris. Comme son collaborateur Gay-Lussac, qui n'écrivit jamais un traité à partir de ses cours, Thenard détient un pouvoir institutionnel considérable. A eux deux, par le cumul des postes d'enseignement dans la capitale, ils ont une emprise sur la formation d'une génération entière de jeunes scientifiques, ingénieurs, médecins ou pharmaciens. Thenard ajoute à cela des responsabilités administratives qui augmentent encore son influence. En 1830, il devient membre du Conseil

royal d'instruction publique et siège au Conseil de l'université où, à partir de 1832, il est chargé de fixer les programmes de l'enseignement des sciences physiques pour l'ensemble des établissements relevant de l'éducation nationale. Est-ce à dire que c'est seulement grâce à sa renommée scientifique, à son pouvoir institutionnel et politique que Thenard a conquis l'autorité d'un modèle ?

Chapitre VI

Une classification modèle

L'influence du traité de Thenard est surtout visible dans les références de toute une génération de chimistes-auteurs à son organisation interne. Remarquablement toutes les recensions insistent sur la continuité avec les solutions du passé. Ainsi Maygrier, auteur de plusieurs guides pour les étudiants de médecine le loue en ces termes :

« Riche des travaux de ses prédécesseurs et de toutes les découvertes de ses contemporains le traité de chimie de M. Thenard doit être nécessairement le plus complet que nous possédions, et il doit être le meilleur, si l'on ajoute à ces premiers avantages le mérite particulier de son auteur. La méthode suivie par cet habile professeur dans son nouvel ouvrage a constamment été de procéder du simple au composé, du connu à l'inconnu; de réunir dans un même groupe tous les corps analogues, et de les étudier d'une manière générale ensuite d'une manière particulière. C'est surtout dans l'étude des métaux et de leurs composés, que cette méthode présente des avantages. »²⁶

Dans sa recension de la deuxième édition du Traité, Cadet rapporte la prouesse de Thenard aux vertus de la logique « naturelle » du simple au composé : « Cette belle méthode de classification dont Fourcroy donna le premier exemple dans son système des connaissances chimiques, facilite beaucoup l'étude de la science. Les faits se gravent mieux dans la mémoire lorsqu'ils sont rangés dans un ordre naturel, lorsqu'on passe du simple au composé.²⁷. » La continuité entre Fourcroy et Thenard est-elle aussi évidente qu'il y paraît?

Principes d'organisation

Certes Thenard construit son traité en s'inspirant de Fourcroy et des principes de la Méthode de nomenclature chimique. Comme la plupart des auteurs contemporains et comme ceux de la génération précédente, Thenard adopte l'ordre du simple au complexe. A l'instar de Macquer et de Lavoisier, il assimile cet ordre de complexité croissante avec l'ordre du connu à l'inconnu.

Mais, comme on l'a vu dans le chapitres précédents, cette superposition présumée de la complexité croissante des substances et de la démarche cognitive est plus une exigence, un idéal qu'on cherche à atteindre, qu'une solution pratique pour organiser un exposé didactique. A l'époque où Thenard rédige son traité, le problème est encore plus aigu car la mise en œuvre de la pile de Volta dans les laboratoires de chimie a fourni un puissant moyen d'analyse, l'électrolyse, qui entraîne aussitôt la découverte d'un nombre considérable de corps

simples. En 1807 et 1808, Davy isole successivement le sodium, le potassium, le strontium, le calcium, le magnésium, et vers 1810 le chlore, l'iode et le brome. Dans le laboratoire de Berzelius à Stockholm « naissent » le cérium, le sélénium, le silicium, le zirconium, le thorium, le lithium, et le vanadium, en même temps qu'une foule d'appareils de laboratoire nouveaux qui perfectionnent les méthodes quantitatives et qualitatives d'analyse. Le nombre des corps simples est ainsi doublé en quelques dix années. La table des substances simples dressée par Lavoisier en 1789 en comptait 33. Le traité de Thenard en compte 54.

De plus, dans les premières décennies du siècle, les chimistes déploient une activité intense d'analyse des substances végétales. Après Vauquelin, Thenard, Pelletier, Caventou, Chevreul Gay-Lussac et Thenard lui-même isolent quantités de molécules alors nommées « principes immédiats » qui seront à l'origine de nouvelles familles comme les alcaloïdes et les acides gras. Comment gérer une telle multiplicité, comment apprendre, mémoriser tant et tant de substances aux propriétés diverses? Comment les classer ?

Cette rapide inflation de la population matérielle met les professeurs de chimie dans le plus grand embarras. Seront-ils contraints d'égrainer devant leurs étudiants un chapelet de monographies sur les divers corps simples et sur leurs propriétés ? Et comment passer en revue les diverses combinaisons de chaque élément ? Faut-il sacrifier la claire ordonnance d'un système au profit d'un simple inventaire de propriétés individuelles qu'il faut apprendre sans trop chercher à comprendre? Plus que jamais les professeurs de chimie sont acculés à commencer par faire ce qu'on appelle « l'histoire des corps simples » c'est-à-dire à exposer une science purement descriptive²⁸. Berzelius qui ne semble pas du tout convaincu que l'ordre matériel de complexité croissante se superpose à l'ordre d'acquisition des connaissances pose explicitement le dilemme qu'avait déjà rencontré Chaptal :

« Il y a deux manières d'exposer la chimie dans un livre pour des commençants. Tantôt on cherche à faire une collection de monographies de corps simples et quant aux combinaisons dans lesquelles chacun de ces corps est susceptible d'entrer, on les range suivant un ordre quelconque, mais qu'on s'est tracé d'avance, afin de ne point être obligé de décrire un composé deux fois ou même davantage. C'est, à mon avis, sous cette forme que la science se trouve réduite à sa plus simple expression et qu'elle s'inculque le mieux dans la mémoire. Tantôt on traite d'abord tous les corps simples, puis on examine, dans un ordre donné, les combinaisons de chacun de ces corps avec toutes les autres; ensuite on passe en revue les combinaisons des diverses combinaisons les unes avec les autres, de manière à procéder du simple au composé et de celui-ci à ce qui l'est davantage. »²⁹

Finalement Berzelius opte pour une solution un peu mixte. Afin d'alléger l'exposé et la mémoire des étudiants, il n'hésite pas à faire un tri parmi les corps simples en privilégiant les éléments les plus répandus dans la nature. Au bilan, l'organisation de son traité se dessine par application, sur la base du principe incontournable de complexité croissante, d'un jeu de dichotomies successives. Berzelius applique d'abord la division pondérable/impondérable et commence ainsi par l'étude de quatre substances impondérables : la lumière, la chaleur, les forces électrique et magnétique. Les deux premiers faisaient déjà partie de la liste des substances simples chez Lavoisier mais l'introduction des forces électrique et magnétique dans le champ de la chimie est caractéristique de cette génération des traités du début du XIX^e siècle. Ensuite Berzelius divise les éléments en deux catégories inorganique et organique; la première se subdivise à son tour en métaux et non-métaux que Berzelius baptise « métalloïdes »³⁰; enfin les substances organiques se subdivisent également en deux catégories : végétales et animales.

Thenard, quant à lui, invoque trois principes de sources hétérogènes pour structurer son texte. Reprenant à son compte le credo de la superposition des deux ordres matériel et cognitif, il adopte un ordre linéaire du simple au complexe et s'arrange pour éviter scrupuleusement de décrire des substances composées dont les éléments n'auraient pas été décrits auparavant. Cet exercice difficile, périlleux, se trouve facilité par l'introduction d'un troisième principe d'organisation que Thenard emprunte aux naturalistes et qui consiste « à réunir dans un même groupe tous les corps analogues, et à les étudier d'une manière générale et ensuite d'une manière particulière ».³¹ Du connu à l'inconnu, du simple au complexe, suivant les analogies naturelles, tels sont les trois principes qui commandent l'organisation du traité de Thenard. Ils reposent sur le postulat tacitement admis par tous les chimistes en ce début de XIX^e siècle : qu'il existe une relation de dépendance directe entre la composition des corps et les propriétés qu'ils manifestent dans leur comportement et leurs réactions. Il faut souligner cependant que ce postulat n'est jamais explicité, ni par Thenard, ni par ceux qui s'inspirent de son livre. Tout se passe comme si la chimie, contrairement à la géométrie, n'avait pas besoin d'expliciter ses axiomes.

Figure 2. Tableau contentant «tous les détails sur la classification et la méthode» Thenard, L.J. *Traité de chimie élémentaire*, Paris, Crochard, 1813, T.I, p. 118
(COLL.MHS/CSI)

"On voit; d'après ce tableau, que nous procédons à l'étude des corps; en allant du simple au composé; que nous réunissons dans un même groupe ceux dont les propriétés sont analogues; et qu'en traitant de l'action chimique d'un corps quelconque, nous ne parlons jamais que de celle qu'il exerce sur les corps appartenant aux groupes précédemment étudiés"
(Ibidem, p. 119)

I ^e Partie. ÉTUDE des corps inorganiques.		1 ^e Affinité; causes qui la modifient; définition de la Chimie. 2 ^e Corps impondérables; savoir: calorique, lumière, fluides électriques, magnétiques 3 ^e Noms des corps pondérables, et exposé de la nomenclature. 4 ^e Oxigène; son extraction, ses propriétés physiques, et son action générale sur les corps, ou combustion.	5 ^e Corps combustibles simples, partagés en 6 ^e Corps combustibles composés, partagés en 7 ^e Corps brûlés binaires partagés en 8 ^e Combinaison des corps brûlés binaires les uns avec les autres, partagés en trois sections 9 ^e Extraction des métaux, ou métallurgie. 10 ^e Chimie végétale. 11 ^e Chimie animale. 12 ^e Analyse chimiques	1 ^e Traiter d'une manière générale de leurs propriétés chimiques. 1 ^e Corps simples non métalliques. 2 ^e Corps simples métalliques. 1 ^e Combinaison des corps simples non métalliques entre eux 2 ^e Combinaison des corps simples métalliques entre eux ou alliages 3 ^e Combinaison des corps simples non métalliques avec les corps métalliques. Oxides non métalliques Acides non métalliques Oxides métalliques Acides métalliques 1 ^e Combinaison des oxydes avec les oxydes 2 ^e Des acides avec les oxydes 3 ^e Des acides avec les oxydes; ou sels. 1 ^e Propriétés physiques. 2 ^e Propriétés chimiques ou action des groupes de corps précédemment examinés sur eux. 3 ^e Etat naturel. 4 ^e Préparation. 5 ^e Composition. 6 ^e Usages. 7 ^e Historique. Application des propriétés des divers corps à l'art de l'analyse.
II ^e Partie. ÉTUDE des corps organiques.		ÉTUDE DE CES CORPS.		

A première vue, l'ajout d'un troisième principe « suivant les analogies naturelles » ne constitue en rien une innovation. La marche du simple au complexe se conjugue sans problème avec la distribution des connaissances suivant les trois règnes. « Après avoir étudié les minéraux ou les corps inorganiques, écrit Thenard, nous étudierons les matières végétales ou animales, ou les corps organiques; mais nous n'étudierons les matières animales qu'après les matières végétales, parce que celles-ci sont moins compliquées que celles-là ».³² La distribution des trois règnes subsiste ainsi dans tous les livres de chimie jusqu'au milieu des années 1830. Au lieu d'être fondée sur l'origine des substances, elle se trouve re-légitimée par le principe tout puissant de complexité croissante puisque du minéral, au végétal et puis à l'animal, les substances sont de plus en plus composées. Le principe de complexité croissante confirme le renversement des priorités déjà observé à l'époque de Lavoisier entre la chimie minérale - qui devient prépondérante - et les chimies végétale ou animale, réduites à la portion congrue. Cette suprématie du minéral pose un premier problème quant au statut de modèle que les recommandations officielles veulent faire jouer au traité de Thenard. Un tel modèle privilégiant le règne minéral peut-il vraiment convenir à tous les publics des livres de chimie? Nous verrons comment le modèle a été adapté acclimaté suivant les publics.

Le troisième principe de respect des analogies chimiques introduit cependant une nouveauté décisive. Par delà la logique analytique qui, à l'époque de Lavoisier, commandait à la fois le programme d'investigation et l'écriture des traités, pointe une nouvelle logique de classification. L'objectif n'est plus seulement de déterminer la nature et la proportion des éléments qui entrent dans la constitution des substances mais aussi de chercher à les grouper par familles en considérant les réactions des substances entre elles, leur comportement avec l'oxygène, leurs degrés d'oxydation. Le concept lavoisien d'élément-corps simple, défini comme dernier terme auquel parvient l'analyse, qui était le centre, le pivot, de toute la construction de la chimie depuis plus d'un siècle, tend à s'estomper graduellement, sans rupture bruyante, sans révolution, au profit d'un concept d'élément comme une substance qui se définit par ses relations, ses interactions avec d'autres³³. Ce glissement des objectifs et des concept de base s'observe nulle part mieux que dans l'écriture d'un traité. Thenard peut alors être considéré comme un modèle non seulement parce qu'il inspire d'autres auteurs de livres mais parce que son livre amorce une réorientation de la recherche chimique.

Le choix de l'oxygène

De l'aveu de tous, c'est dans la classification interne au règne minéral que Thenard innove vraiment. et les comptes-rendus du traité ne tarissent pas d'éloges. Quel est donc le secret de la réussite de Thenard? C'est ce qu'à la suite de Ferdinand Hoefer, on peut appeler « l'exagération du rôle de l'oxygène ». Thenard, comme Lavoisier et Fourcroy, accorde un rôle central à l'oxygène, au point qu'il le singularise parmi les autres corps simples. L'oxygène est élu principe organisateur de la multitude indéfinie des substances. Tous les corps simples vont être caractérisés et classés en fonction de leurs réactions avec l'oxygène. Thenard en vient ainsi à privilégier une réaction parmi d'autres: la combustion, qu'il définit comme « phénomène dans lequel l'oxygène se combine avec un corps quelconque ». « Tous ces corps simples autres que l'oxygène étant connus sous le nom générique de corps

combustibles, on doit connaître en général sous le nom de corps brûlés, ces mêmes corps unis 1 à 1, 2 à 2, 3 à 3, etc, avec l'oxygène. »³⁴ Ainsi, la dichotomie corps combustibles et corps brûlés remplace et recouvre discrètement la dichotomie simple/composé, toujours célébrée comme principe fondamental. Thenard justifie ce glissement en ces termes:

« Avant de faire connaître la formation des noms des corps composés, il est nécessaire de dire que ces corps ne sont pas aussi nombreux qu'on pourrait se l'imaginer; que loin d'y en avoir une infinité, il n'y en a pas autant que de combinaisons possibles 2 à 2, 3 à 3, etc entre les corps simples. En effet, les corps composés qu'on connaît jusqu'à présent résultent pour la plupart, 1) de la combinaison de l'oxygène avec chacun des corps combustibles; 2) de la combinaison d'un corps simple uni à l'oxygène, avec un autre corps simple uni à l'oxygène; 3) de la combinaison de deux, trois corps simples ensemble, rarement quatre; 4) de la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène et le carbone, principes qui constituent les matières végétales; 5) de la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène, le carbone et l'azote, et quelques fois le phosphore et le soufre, principes qui constituent les matières animales. »³⁵

La dichotomie corps combustibles, corps brûlés se trouvait déjà chez Fourcroyet chez Bouillon-Lagrange auquel Thenard fait d'ailleurs référence³⁶. Thomson avait aussi privilégié la combustion dans son Système de chimie puisqu'il subdivisait les corps dits primaires en combustibles, incombustibles et soutiens de la combustion. Thenard reprend le critère de la réactivité avec l'oxygène de manière systématique en cherchant à lui donner une extension maximale. Seuls y échappent les quatre corps impondérables (lumière, calorique, fluides électrique et magnétique) placés en tête de tous les livres de chimie au début du XIX^e siècle³⁷. Dans le groupe des six non-métaux, Thenard utilise le critère de la réactivité avec l'oxygène « autant que possible »; mais c'est surtout dans le local de la classification des métaux que ce critère fait merveille. Thenard répartit les trente-huit métaux connus en six classes suivant qu'ils absorbent ou non l'oxygène, à température élevée ou non, en décomposant l'eau ou non.

Quant à l'étude des sels qui constitue le groupe le plus important en chimie minérale, Thenard les présente comme résultats de la combinaison d'un (ou plusieurs) oxyde métallique avec un acide. D'où une alternative qui divise les auteurs de l'époque : soit on groupe les sels en fonction de l'acide, soit on les groupe en fonction du métal qui entre dans leur composition. Thenard pèse les deux solutions et juge la deuxième « évidemment vicieuse » car « on pourra facilement étudier à la fois toutes les espèces et variétés d'un genre qui aura pour base un acide » tandis qu' « on ne pourra point étudier de même celles d'un autre genre qui aura pour base un oxyde métallique ». Et il ajoute : « Nous ferons observer d'ailleurs que dans les sels formés du même acide et de divers oxydes, la quantité d'acide est à la quantité d'oxygène de l'oxyde dans un rapport constant ; au lieu qu'il n'en est point de même dans ceux qui sont formés du même oxyde et des différents acides. »³⁸ Ainsi Thenard groupe-t-il les sels en borates et sous-borates, carbonates et sous carbonates, sulfates ...etc. A l'intérieur de chaque groupe, il suit la classification des métaux. D'après Thenard cette forme de systématisation permet de commencer par les propriétés les plus générales pour s'acheminer par degrés vers les plus particulières.

Pour la chimie végétale et animale, Thenard innove vraiment. Les réformateurs de la nomenclature à la fin du XVIII^e siècle n'avaient pas trouvé de solution satisfaisante pour nommer et classer les principes immédiats des végétaux et des animaux. On les ordonnait selon des critères hétérogènes : propriétés physiques et chimiques ou bien propriétés thérapeutiques, ou bien leur origine. Or en 1810, Thenard et Gay-Lussac ont élaboré une

classification fondée sur la composition chimique des principes immédiats, que Thenard adopte tout naturellement dans l'organisation de son traité. L'oxygène y tient encore un rôle directeur bien qu'indirect, puisque c'est la composition de l'eau qui guide le classement. Thenard classe les principes immédiats des plantes en fonction des proportions respectives d'hydrogène et d'oxygène, soit trois classes : 1) plus d'oxygène que dans l'eau ; 2) la même proportion ; 3) moins d'oxygène. Ce faisant Thenard suppose toujours l'oxygène principe porteur d'acidité, suivant la théorie de Lavoisier³⁹. Comme cette élégante tripartition ne suffisait pas cependant pour couvrir toutes les matières végétales, elle est complétée par trois classes supplémentaires : une pour les matières colorantes, une pour les matières dont l'existence est douteuse et la dernière pour celles qui contiennent de l'azote et font transition vers la chimie animale.

Tout en visant une exposition systématique des connaissances chimiques autour de l'oxygène, le traité de Thenard ne repose pas cependant sur l'application mécanique d'un critère unique. A chaque pas, à chaque chapitre, l'auteur doit faire des choix, après avoir examiné les avantages et les inconvénients de plusieurs options possibles. Une suite de micro-décisions, appelant des jugements, des engagements, caractérise le livre-modèle de cette époque. Un traité comme celui de Thenard n'est pas un traité anonyme, impersonnel. C'est au contraire une œuvre singulière, fortement personnalisée. C'est pourquoi le modèle ne pourra être copié mécaniquement.

Le résultat de cette série de choix n'a rien de révolutionnaire, assurément. Le choix de l'oxygène comme principe organisateur des corps n'a pas évincé ou périmé les classifications traditionnelles des corps simples en métaux et non métaux, ni la classification des composés en minéraux, végétaux, animaux et laisse indemne la classe des sels. Thenard combine son critère favori avec les catégories classiques héritées de la tradition des cours et traités, tout en respectant l'ordre du simple au complexe. Modèle est le livre qui ménage le changement dans la continuité. Mais cette attitude n'est possible que dans la mesure où l'on adhère au credo que les analogies chimiques qui fondent ces classes traditionnelles sont sous la dépendance de la nature et proportion des constituants telles que définies par l'analyse élémentaire. Alors et alors seulement les deux principes fondamentaux - regrouper les substances selon leurs analogies chimiques et suivre l'ordre de complexité croissante – peuvent donner des séries convergentes. Or précisément, comme on va le voir, ce credo commence à vaciller au moment même où Thenard compose son traité.

Réactualisations permanentes

On a vu que le règlement de 1814 érigeait le traité de Thenard en modèle parce qu'il présentait la chimie « dans l'état où l'ont fait parvenir les derniers travaux des savants ». Et pourtant, le rôle directeur accordé à l'oxygène était déjà controversé au moment même où Thenard rédigeait son traité. La découverte des hydracides avait déjà ébranlé la théorie lavoisienne des acides oxygénés. C'est parce qu'en 1813, Thenard refuse d'admettre les preuves apportées par Davy contre la présence d'oxygène dans « l'acide muriatique oxygéné »- dès lors rebaptisé acide chlorhydrique – qu'il classe les acides parmi les « corps brûlés binaires », c'est-à-dire parmi les corps combinés avec l'oxygène. L'existence des hydracides menace directement la concordance entre les deux principes d'organisation mis

en oeuvre : les analogies chimiques qui commandent le regroupement des acides ne dépendent pas de la proportion d'oxygène, pas même de sa présence. Le traité de Thenard serait-il périmé au moment même où il est achevé ?

Dans la deuxième édition parue en 1817, alors que l'existence d'acides non-oxygénés est admise par un grand nombre de chimistes, Thenard se contente de nuancer sa définition d'un acide : au lieu de « corps brûlé qui est aigre et rougit le tournesol », on peut lire « corps presque toujours brûlé, qui est aigre et rougit le tournesol. » Il intercale un groupe d'hydracides et semble gêné par les dénominations qu' « on » a prises.

« Tous les acides ne contiennent pas de l'oxygène; il y en a quelques uns qui sont formés seulement de deux combustibles, et dont l'existence n'a été bien constatée que depuis peu. On ne savait trop d'abord comment les nommer enfin on s'est décidé à composer leur nom de ceux de la nature de leurs principes constituants et à leur donner la même terminaison qu'aux autres : d'après cela, l'acide que forment l'hydrogène et le chlore s'appellera donc acide hydro-chlorique; et celui de l'hydrogène et de l'iode, acide hydro-iodique. Ces noms, il faut l'avouer, ont un inconvénient; c'est de ne point assez distinguer les acides oxygénés des acides qui ne le sont pas : cet inconvénient disparaîtrait en donnant à ceux-ci une terminaison particulière. »⁴⁰.

C'est seulement dans la cinquième édition du traité que Thenard abolit la distance entre ce « on » qui fait avancer la théorie des acides et sa classification de plus en plus désuète et incohérente.

Rien ne va plus : après les acides voici que les alcalis – l'ammoniac, en particulier - menacent la convergence des deux principes. En effet, Davy a montré que la soude et la potasse, toutes deux membres du groupe des alcalis, parfois dénommés bases salifiables, sont formées par la combinaison d'oxygène avec un métal⁴¹. Comme leurs propriétés sont analogues à celles de l'ammoniac, on peut conjecturer - d'après le credo dans la concordance des deux principes d'analogie et de composition – que l'ammoniac est oxyde métallique comme la soude et la potasse. Or les résultats d'analyse ne le confirment pas vraiment. La composition de l'ammoniac est une question controversée. Berthollet a établi qu'il contient de l'azote et de l'hydrogène mais Davy - encore lui ! - a suggéré qu'il pourrait contenir un métal après avoir étudié les amalgames qu'il forme avec le mercure. Cette hypothèse, défendue par Berzelius, est combattue par Berthollet fils qui travaille à la Société d'Arcueil sous les yeux de Thenard et de Gay-Lussac. Où donc classer l'ammoniac? Si l'on suit le principe d'analogie, il faut modifier la composition établie par Berthollet. Si l'on respecte le critère de composition, on bouscule les analogies. Dans la première édition, Thenard s'en tient au critère de composition; dans la deuxième, il admet comme une possibilité que parfois des bases salifiables puissent contenir de l'oxygène. Il situe l'ammoniac après les acides métalliques, dans un appendice au livre VII, intitulé « bases salifiables » qui comprend la morphine, bien qu'elle soit une substance d'origine végétale qu'on attendait plutôt dans le tome III consacré aux règnes végétal et animal.

Ainsi, au fil des éditions successives on voit s'altérer la relation postulée au départ entre la composition élémentaire et les analogies chimiques. Troisième coup : les alcaloïdes. Les substances de cette famille que les chimistes pharmaciens identifient clairement dans les années 1820, contiennent de l'azote bien qu'elles soient d'origine végétale et partagent certaines propriétés avec les alcalis d'origine minérale. Vu leur intérêt médical, un traité comme celui de Thenard ne pouvait pas les laisser à la porte, surtout dans une période où

l'essentiel du public de la chimie est constitué par des futurs médecins ou pharmaciens. Jusque dans la classification des métaux qui pourtant servit de modèle à bien d'autres chimistes, Thenard en vient à brouiller l'ordonnance initiale pour introduire les nouveaux venus. Le lithium et le cadmium, qui font leur apparition dans l'édition de 1821, sont rangés l'un dans la deuxième classe, des métaux alcalins l'autre dans la troisième classe⁴². Si Thenard maintient l'arsenic dans le groupe des métaux ; en revanche, dans la quatrième édition, il déplace le silicium et le zirconium dans une section intermédiaire entre les métaux et les non-métaux qu'il intitule « appendice aux corps combustibles simples non métalliques ».

Dans la sixième et dernière édition, en même temps qu'il ajoute un cinquième volume, Thenard tente un réaménagement global de l'organisation du traité pour le mettre en conformité avec les nouvelles données. L'augmentation concerne surtout la chimie minérale, les métaux occupant désormais un volume entier (T. II), les sels un autre volume (T. III), tandis que les chimies végétale et animale se partagent toujours un volume (T. IV). Le cinquième volume comprend un « Essai sur la philosophie chimique » en appendice et les principes généraux de l'analyse. Quant aux changements d'organisation, Thenard réaffirme les trois principes - du connu à l'inconnu, du simple au complexe, des analogies – mais il renonce à la dichotomie de base entre corps brûlés et combustibles. Il adoucit également la distinction tranchée entre les non-métaux, rebaptisés « métalloïdes » et les métaux, en introduisant une classe intermédiaire. D'où quatre classes d'éléments : l'oxygène (en singleton), les métalloïdes, les corps intermédiaires, les métaux. Les réactions avec l'oxygène guident toujours le plan de classement à l'intérieur des trois dernières classes. Quant aux chimies végétale et animale, elles sont regroupées sous l'étiquette chimie organique.

En conclusion, on voit combien il est difficile de maintenir le pont entre le monde des livres, soumis à des contraintes de systématisation et de progression didactique et le monde de la recherche qui remet en question les principes organisateurs. Avec ses vingt-cinq ans de longévité, le traité de Thenard est un modèle d'effort pour empêcher que se creuse le fossé entre l'enseignement et la recherche. Mais il parvient à peine à suivre le mouvement, à l'aide d'actualisations, de réaménagements ou de nuances dans le détail des chapitres. Au lieu d'une réflexion de base sur la classification, au lieu d'une recherche d'un système général qui serait fondé sur de nouveaux principes organisateurs, on observe un processus lent de ruine de la cohérence interne de l'ouvrage sous la pression des faits et découvertes accumulés. La stratégie qu'adopte Thenard pour actualiser son traité diffère certes de celle de Berzelius qui recourt aux services de Friedrich Wölher, son traducteur en allemand, pour tenter de repenser et refondre son traité monumental au fil des éditions successives⁴³. Mais il resterait à faire une étude comparative fine pour voir lequel des deux s'en sort le mieux.

Chapitre VII

L'impact du livre-modèle

On a vu que les futurs médecins constituaient la majorité du public des livres de chimie parus dans les trente premières années du siècle. Les autres sont essentiellement des livres de chimie populaire, des ouvrages appliqués aux arts ou à l'agriculture, des livres pour les écoles militaires, pour les collèges royaux et enfin pour les écoles religieuses. Dans quelle mesure un livre sans destinataire assigné, comme celui de Thenard, a-t-il vraiment servi de modèle pour des publics aussi diversifiés, comme le souhaitaient les recommandations officielles?

A l'évidence, Thenard est une référence incontournable, mentionnée par tout auteur de manuel dans les années vingt et trente. Mais peut être s'agit-il d'une référence plus conventionnelle que réelle qui n'indique pas forcément que l'ouvrage de Thenard fonctionne comme un modèle.

Les limites du modèle

Déjà l'empire Thenard s'arrête aux portes des écoles religieuses et des séminaires. Les ouvrages scientifiques d'intention apologétique sont très peu connus et mériteraient plus d'attention des historiens⁴⁴. Ceux de chimie semblent étrangers à toute la tradition ici décrite, ignorant même le dogme de l'ordre de complexité croissante. Ainsi par exemple, Louis Cousin-Despreaux publie à Lyon, en 1827, un ouvrage en trois volumes qui, après avoir invité le lecteur à chercher Dieu dans les œuvres de la nature, consacre l'essentiel de l'exposé aux êtres organisés. Le règne animal occupe tout le tome II, l'homme une partie du tome III tandis que les éléments eau, air, feu, terre, matière électrique, lumière arrivent seulement dans les 150 dernières pages⁴⁵. Mais au-delà de cette catégorie de livres à vocation religieuse, un traité qui privilégie la chimie minérale et tente de suivre l'actualité en compliquant les grandes divisions traditionnelles peut-il vraiment inspirer des auteurs qui cherchent à préparer les élèves au baccalauréat ès sciences pour l'entrée en faculté de médecine ?

Le public des cours privés préparatoires au concours d'entrée en médecine a favorisé l'émergence d'un modèle alternatif de livre dont l'objectif est moins d'exposer une science depuis ses fondements jusqu'à ses applications que de permettre au lecteur de franchir une épreuve rituelle avant d'entrer en médecine. La chimie étant un prétexte à bachotage, le livre de chimie a moins pour objectif de faciliter l'assimilation des connaissances que de permettre

la réussite aux examens. Bien que tous les livres rédigés pour ces cours privés ne soient pas sur le même modèle, l'orientation bachotage se dessine dès les premiers ouvrages publiés par N.P. Anquetin (1826) ou en 1828. Ils visent explicitement à préparer au baccalauréat ès sciences les futurs étudiants de médecine. N.P. Anquetin présente son manuel publié, en 1826, comme « un résumé, une espèce de tableau synoptique de ce qu'ils (les élèves) auront lu ou vu pendant l'année. En ayant sous les yeux les faits principaux, ils se rappelleront facilement les détails qui se rattachent à chacun de ces faits ».⁴⁶ Bref, il invente les aide-mémoire du baccalauréat, et précise que cela ne dispense pas les élèves d'assister au cours ni de lire les traités généraux. Quant à Alfred Babin et E.F. Lenoir, ils enrichissent la littérature d'aide scolaire en inventant ce qu'on appelle aujourd'hui les « Annales avec corrigés », c'est à dire la liste des sujets posés lors des sessions précédentes avec les réponses qu'ils jugent correctes. L'intention de cette littérature est claire : « 1° Elle force les élèves à se rendre compte de ce qu'ils ont appris, et à étudier ce qu'ils ignorent ou ce qu'ils ne savent qu'imparfaitement. 2° Elle leur prouve l'avantage de pouvoir s'interroger les uns les autres sur les matières de l'examen; de ne point dévier, dans ces interrogations, de la route des vrais principes. »⁴⁷ Vu qu'il ne s'agit ni d'exposer, ni d'apprendre une science, l'auteur de tels ouvrages ne cherche pas à faire valoir ses titres scientifiques mais plutôt sa connaissance du milieu. Par exemple, Tyrat fait valoir en tête de ses Cours préparatoires aux grades de bachelier ès sciences physiques et mathématiques et de bacheliers ès lettres qu'il a assisté à toutes les épreuves d'examen en faculté des sciences. Ainsi voit-on s'ébaucher, sous la pression des études médicales, une diversification des écrits avec l'émergence d'un type - le manuel - qui aura de l'avenir. Mais par delà ces contraintes d'adaptation à des publics et des situations spécifiques, le modèle Thenard est concurrencé par un auteur à succès.

Un brillant rival, le traité d'Orfila

A l'été 1817, peu avant la sortie de la deuxième édition du traité de Thenard, paraît chez le même éditeur Nicolas Crochard un livre intitulé *Elémens de chimie médicale*, signé Mateu Orfila. L'auteur redoutait la concurrence de ce traité déjà prestigieux. Mais surprise!:!

« Je ne vous dirai pas au juste quelle est la valeur réelle du traité en question, écrit Orfila au sujet de ses Eléments dans une lettre à un ami, mais il a été accueilli ici avec enthousiasme. Il n'y a qu'un mois et six jours qu'il est en vente et par conséquent qu'il est connu du public que depuis 20 à 22 jours et le tiers de l'édition est expédié (on en a tiré 2000 exemplaires); les journaux m'ont accablé d'éloges, comme vous pourrez vous en convaincre en les parcourant; enfin, je ne pouvais pas m'attendre à un pareil succès, surtout en réfléchissant à la rapidité avec laquelle je l'ai pensé, écrit, imprimé et corrigé. J'avais à craindre la concurrence de Thenard et de tant de noms célèbres, uniquement occupés de la Chimie, tandis que je puis à peine consacrer trois heures par jour à son étude, mais, mon cher, je suis né coiffé et cela explique tout ».⁴⁸

Susciter l'intérêt des médecins pour la chimie analytique, tel est le secret de la réussite d'Orfila. Les deux mille exemplaires de la première édition de ses *Eléments de chimie médicale* rivalisent déjà avec les trois mille deux cents exemplaires de la deuxième édition de Thenard, et par la suite, il tient la concurrence avec huit éditions successives qui portent sa durée de vie bien au-delà de 1835, date de la dernière édition de Thenard. Si l'on ajoute quelques éditions abrégées, plus les traductions en espagnol, en italien, en anglais et même

en hollandais, on voit que les Eléments d'Orfila surpassent en rayonnement le traité de Thenard. En tous cas, le succès de ce livre, comme ce fut le cas pour Thenard, renforce le prestige et l'autorité de celui qui l'écrit. Dès 1819, Orfila est nommé professeur de médecine légale à la Faculté de médecine, puis succède à Vauquelin en 1823 et devient doyen de la Faculté de médecine en 1831, poste qu'il occupe jusqu'à la révolution de 1848.

Les Eléments de chimie médicale sont un vrai livre de chimie qui présente l'ensemble des connaissances, comme le Thenard. Mais à la différence de Thenard, Orfila offre une répartition plus équitable de la chimie minérale -qui occupe le premier volume- et des chimies végétale et animale rassemblées dans le deuxième volume. Il applique cependant en toute rigueur les deux principes organisateurs en suivant l'ordre du simple au complexe et du connu à l'inconnu. Il est même plus « thenardien » que Thenard, puisque dans la première édition, Orfila expose en un chapitre séparé la préparation des substances minérales, reportée à la fin du premier volume, après l'étude de l'ensemble des composés minéraux et de même pour la préparation des substances végétales. Cette présentation répondait au souci de ne pas parler aux élèves, dès le départ, des substances composées à partir desquelles on prépare les substances simples. Mais elle ne fut pas au goût de tous.⁴⁹ Dès la deuxième édition, parue en 1819, Orfila réintègre la préparation de chaque substance dans le chapitre qui lui est consacré, à la suite de son histoire, comme Thenard. Orfila s'en tient donc à l'ordre de complexité croissante, tandis que Lassaigne, qui choisit ouvertement de traiter la chimie comme « une science accessoire » pour la médecine ou l'art vétérinaire, propose une alternative : il commence par un chapitre sur deux substances familières, « l'air et l'eau, dont les propriétés et la composition doivent être connues pour l'explication d'une infinité de phénomènes qui se produisent ordinairement, et qui ne pourraient être compris si on ignorait leur véritable nature». Lassaigne ajoute : « Si la marche que nous adopterons dans nos descriptions n'est pas aussi méthodique que beaucoup d'autres, elle a, nous le pensons, l'avantage d'être plus à la portée des élèves. D'ailleurs, cette méthode, qui nous paraît bonne sous bien de rapports, a été suivie par plusieurs chimistes distingués dans les leçons qu'ils professaiient, et nous nous sommes fait un devoir de suivre la route qui nous avait été tracée par l'illustre professeur qui nous a précédé dans l'enseignement qui nous est aujourd'hui confié. »⁵⁰

Si Orfila suit le modèle de Thenard dans ses grandes lignes, il s'en sépare sur quelques points fondamentaux. Il refuse tout net le rôle directeur accordé à l'oxygène :

« La plupart des chimistes ont regardé jusque dans les derniers temps l'oxygène comme le seul principe pouvant servir à la combustion, et lui ont conservé l'épithète de comburant, qui lui avait été donnée par les créateurs de la nomenclature chimique; tandis qu'ils ont continué à appeler combustibles toutes les autres substances élémentaires. Ces dénominations nous paraissent inutiles et propres à induire en erreur : aussi ne les admettons nous pas. »⁵¹

Orfila rejette donc la distinction entre corps brûlés et combustibles. Au lieu de singulariser la combustion parmi l'ensemble des phénomènes, comme Fourcroy et Thenard, Orfila la conçoit comme un phénomène très général mettant en jeu deux corps qui se combinent en libérant du calorique. Malgré ses réticences à l'égard du rôle de l'oxygène, Orfila adopte la classification des métaux de Thenard avec ses six classes fondées sur le degré d'affinité pour l'oxygène et justifie ainsi son choix : « Les caractères de plusieurs de ces classes ont le grand avantage d'appartenir à tous les métaux qui les composent, et d'être choisis parmi ceux qu'il

importe le plus de retenir, en sorte qu'en se les rappelant, les histoires particulières des substances métalliques sont beaucoup plus courtes et moins fastidieuses; c'est ce qui nous engage à adopter cette classification. »⁵² Si dans le cas des métaux, c'est la commodité pédagogique qui conduit Orfila à suivre le modèle Thenard, une réelle admiration pour les travaux d'analyse effectuées par Gay-Lussac et Thenard le conduit à adopter la classification des principes immédiats en chimie végétale et en chimie animale.

En revanche, Orfila refuse catégoriquement de suivre Thenard dans sa classification des sels. Alors que Thenard les groupait en fonction de l'acide d'où ils dérivent –carbonates, sulfates, ... - Orfila préfère le critère du métal et décrit en un même chapitre un métal et les sels qu'il forme. Ce choix, qui permet au lecteur de trouver dans un même lieu tous les composés du cuivre, du mercure, du plomb,..., présente des avantages indéniables du point de vue médical, en particulier pour la thérapeutique et la toxicologie. C'est d'ailleurs le plan adopté par Orfila dans son Traité des poisons, où il introduit chaque sel d'après le métal correspondant. Or – détail remarquable - Thenard qui, dans son traité, refuse cette méthode comme « évidemment vicieuse » et persévère dans son choix d'une classification en fonction des acides jusque dans la dernière édition se range à la méthode d'Orfila dans ses cours au Collège de France, d'après les notes manuscrites que nous sommes en train d'examiner.

De fait, sur la classification des sels, les auteurs de manuels se divisent durant toute la première moitié du siècle. Le choix d'Orfila est suivi par Baudrimont qui souligne que la classification d'Orfila est plus avantageuse pour les minéralogistes, les métallurgistes, et les fabricants de produits chimiques « car elle réunit tous les corps qui peuvent être préparés les uns par les autres. Pour atteindre un but thérapeutique, cette sorte de classification doit encore être préférée; car elle rassemble dans un même cadre des corps qui jouissent de propriétés analogues ou semblables; comme tous les composés de cuivre, de mercure de plomb, etc». ⁵³ L'autre classification est moins pratique, ajoute Baudrimont, de plus, elle réunit parfois des corps qui ont des analogies chimiques mais point d'analogies de constitution. Lassaigne, qui écrit pour des médecins et vétérinaires, adopte également le critère d'Orfila et dans toutes les éditions successives de son abrégé, classe les sels d'après leur oxyde métallique. En revanche, Julia de Fontenelle et François Novario, qui s'adressent au même public suivent le modèle de Thenard. On voit ainsi que le traité de Thenard fonctionne moins comme un modèle à imiter servilement que comme un repère incontournable qui aide chaque auteur à faire ses propres choix, en fonction de ses idées personnelles – notamment sur le rôle de l'oxygène - comme en fonction de son public dans le cas de la classification des sels.

Des livres au dessus de tout soupçon

Malgré le succès de la première édition de ses Eléments de chimie médicale, Orfila les rebaptise dès la deuxième édition, Eléments de chimie appliquée à la médecine et aux arts. Pourquoi ce changement? Exprime-t-il un repentir, un repli suite à des critiques? La publication du traité d'Orfila survient au milieu d'une controverse sur les applications de la chimie à la médecine. Orfila y fait allusion dans la première édition : « Il n'est personne qui ose contester l'utilité de la chimie dans les arts; mais il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de l'appliquer à la médecine; non seulement elle est regardée comme inutile par quelques

médecins, mais encore comme dangereuse. »⁵⁴. Qui étaient ces adversaires que les auteurs et promoteurs de la chimie médicale invoquent sans cesse ?

Les attaques contre la chimie médicale ont pu être motivées par quelques excès d'optimisme chimique dans l'euphorie de la révolution chimique. Les nouvelles techniques d'analyse et d'extraction par solvants, comme les applications médicales des nouveaux gaz ont renforcé la présence de la chimie dans la médecine⁵⁵. Au point que Fourcroy, qui a lui-même effectué beaucoup d'analyses sur des individus sains et malades, et lancé un journal intitulé *La médecine éclairée par les sciences physiques*, annonçait une « révolution médicale » par la chimie. Pour beaucoup de jeunes médecins, l'oxygène est une véritable panacée que Pierre-Philippe Aylon (1758-1816) prescrit pour traiter la syphilis, tandis que Guyton de Morveau et Fourcroy recommandent l'acide muriatique oxygéné pour lutter contre les miasmes putrides. Jean Baumès. (1756-1828), professeur à Montpellier, construit même une nosologie fondée sur la nouvelle chimie avec des classes de maladies comme calorinèses, oxigénèses, hydrogénèses, azoténèses et phosphorenèses⁵⁶.

Tant d'enthousiasme chez les jeunes médecins finit par inquiéter Fourcroy qui tente de le modérer parmi ses étudiants « de crainte de briser cette belle machine entre mes mains ».⁵⁷. Fourcroy continue donc de défendre les applications de la chimie à la médecine mais veille à se tenir à égale distance des deux écueils extrêmes, de « la folie novatrice des uns » qu'il juge aussi dangereuse que « l'immobile lenteur des autres »⁵⁸. Orfila suit les précautions de son ancien professeur à la Faculté de médecine de Paris, tout comme son compatriote Francesc Carbonell i Bravo, qui a traduit le Discours sur l'union de la Chimie et de la Pharmacie de Fourcroy⁵⁹. Une thèse consacrée à ce problème par Jacques de Lens (1786-1846) et largement diffusée dans le Dictionnaire des Sciences médicales souligne les limites de la chimie : elle peut éclairer les résultats des phénomènes physiologiques mais non donner leur cause⁶⁰ Godefroy Barthélémy Coutenceau (1775-1831) adopte la même ligne en invoquant explicitement la force vitale et il introduit le terme « chimisme » dans le Dictionnaire des Sciences médicales, pour désigner « l'abus que l'on a fait, à diverses époques, des théories chimiques, dans leur application à la science médicale ».⁶¹.

Entre « chimisme » et vitalisme, il existe toute une gamme de formules possibles d'application de la chimie à la physiologie. Avec le jeune François Magendie, Julien Joseph Virey (1775-1846) se situe dans le groupe de ceux qui « reconnaissent l'insuffisance des lois de la nature inerte pour un grand nombre de phénomènes de la vie, mais en même temps (ils) ne craignent pas de regarder comme soumis entièrement à ces lois plusieurs de ces phénomènes ».⁶²

Les livres de chimie à l'intention des étudiants de médecine sont donc un terrain où il importe d'être sur ses gardes. C'est pourquoi Orfila prend toutes les précautions possibles afin de ne pas heurter la sensibilité des médecins. Tout en déclarant qu'il est impossible de contester l'utilité de la chimie pour la connaissance des médicaments ou « dans les cas médico-judiciaires qui ont pour objet l'empoisonnement », un domaine auquel Orfila a consacré une grande partie de son œuvre, il dénonce les excès du chimisme :

« Les médecins-chimistes, dira-t-on, sans avoir égard aux forces vitales, ne voient, dans l'exercice des diverses fonctions de l'économie animale, que des phénomènes analogues à ceux qu'ils observent dans leurs laboratoires; ils comparent inconsidérément les propriétés des corps inertes à celles des corps doués de la vie, et établissent en physiologie des théories purement chimiques et erronées, que la plus légère observation suffit pour renverser. »⁶³

Il était de bonne tactique, en effet, de dénoncer les excès du chimisme afin de mieux affirmer les prérogatives de la chimie sous prétexte de circonscrire son domaine d'application. Si des observateurs inattentifs peuvent croire à un empiètement de la chimie sur la médecine, « les savans circonscrits qui interrogent sans cesse la nature à l'aide d'expériences et d'observations nombreuses, et qui préfèrent l'acquisition de faits nouveaux et bien avérés à des explications prématurées et peu fondées » savent bien, eux, que c'est la voie du progrès. Orfila prétend s'en tenir aux « applications médicales dont l'utilité est incontestable » et souligne le manque de principes généraux en ce domaine. En précisant que la chimie est incapable de fabriquer une plante, Orfila souligne néanmoins qu'elle peut synthétiser les principes immédiats, c'est à dire les principes constituants des plantes que l'on obtient par une analyse avec des moyens modérés avant de poursuivre l'analyse jusqu'aux principes ultimes :

« Quelque précieux que soient les instruments dont la Chimie s'enrichit tous les jours, il nous est impossible de créer des plantes autrement que par la germination; il n'est pas de certains principes immédiats des végétaux, qu'il est en notre pouvoir de produire ; ainsi les acides malique, oxalique, acétique, et le sucre de raisin, peuvent être obtenus dans nos laboratoires tels qu'ils sont fournis par la nature, et l'on prévoit facilement que les progrès de la Chimie nous mettront à même d'en imiter un plus grand nombre par la suite. »⁶⁴.

Le concept de principe immédiat – le terme d'une analyse immédiate des substances végétales ou animales - définit les limites d'extension de l'empire de la chimie et permet une formule de cohabitation pacifique. En se situant ainsi dans la position du juste milieu, les auteurs de livres de chimie médicale ont réussi à s'implanter dans la formation des médecins. Mais la chimie qu'ils diffusent est essentiellement descriptive. Elle consiste en une longue suite d'études monographiques sur chaque substance, énumérant ses caractéristiques chimiques puis thérapeutiques et toxicologiques.

En conclusion de cette longue partie on retiendra donc quelques traits saillants des livres de cette période qui s'étend jusqu'en 1830. En premier lieu, le profil de la chimie est largement conditionné par un livre et un personnage, le traité de Thenard. Après l'échec de la politique du manuel officiel, en l'absence de programme, c'est le livre modèle qui dessine les contours et le contenu de la discipline. Cette politique du livre modèle, qui presuppose une conjonction favorable de prestige et d'autorité scientifique, de pouvoir mandarinal et politique, s'est révélée un puissant mécanisme de normalisation de la discipline, bien que le modèle ne soit pas suivi à la lettre par tous les auteurs qui l'acclamentent plutôt à leur goût ou à leur public. .

De plus la longévité remarquable du livre-modèle stabilise une certaine organisation interne de la discipline en fonction de trois principes directeurs : l'ordre du simple au complexe, l'ordre du connu à l'inconnu, le respect des analogies. Bien que le credo qui garantissait la compatibilité de ces trois principes commence à vaciller et que des réorganisations locales s'imposent, ces trois principes structurent la majorité des livres et contribuent à façonner un profil propre à la chimie, indépendamment de ses multiples domaines d'application.

Pourtant, troisième trait saillant, durant cette période la chimie est une discipline fragile, à la merci des mesures éducatives prises par les gouvernements successifs. La disparition soudaine du public des élèves du secondaire et l'émergence d'un public de futurs médecins,

pharmacien ou vétérinaire a renoué, par delà la révolution chimique, par delà la Révolution française, la vieille alliance de la chimie avec la médecine et la pharmacie. Enfin, par contraste avec la variété des profils d'auteurs du XVIII^e siècle, on voit se constituer durant cette période un milieu homogène d'auteurs et d'éditeurs, liés aux facultés de médecine. Ce milieu, engagé dans la recherche et dans l'enseignement, assure le triomphe de la chimie médicale comme une application de la chimie et relance de ce fait les débats sur le vitalisme.

TROISIEME PARTIE

LA DIVERSIFICATION DES ECRITS (1830-1860)

Après la croissance de la production des livres au tout début du XIX^e siècle, puis la phase de récession dans les années 1820, la production redémarre à partir de 1830. Le graphique N°1, qu'on trouvera en annexe, indique clairement un tournant vers 1830. Durant la première moitié de notre période d'étude - 1789 à 1829- sont publiés environ un quart des livres alors que la période 1829-1869 correspond aux trois quarts restants. La production a donc triplé en quelques décennies. De 1789 à 1819, la moyenne annuelle des publications se stabilise autour de 2. Dans les années 1820, cette moyenne passe à 5 pour atteindre 11 au milieu du siècle.

La croissance tient certainement à l'essor de l'enseignement des sciences physiques dans le système scolaire français. C'est pour exprimer cette liaison forte que nous avons utilisé des formules comme : « la République avait besoin de manuels » ou « la médecine avait besoin de manuels ». Pourtant il serait faux de croire que la clé de l'histoire des livres de sciences se trouve dans la politique scolaire. Que les livres ne sont qu'une réponse à un besoin suscité par le système éducatif. L'intérêt de cette histoire est que, précisément, elle oblige à compliquer le schéma simpliste de l'offre et de la demande.

Chapitre VIII

Créer des publics

S'il importait de mettre en rapport l'histoire de l'enseignement et l'histoire des sciences, comme l'avaient déjà suggéré Owen Hannaway et Katherine Olesko, il faut maintenant compliquer le tableau et mettre à jour d'autres éléments moteurs qui ne contribuent pas moins à modeler le profil des livres de chimie¹.

D'une part, on constate que les fluctuations de la politique scolaire au début du XIX^e siècle n'affectent guère les moyennes annuelles de publications. Malgré la demande de livres pour les écoles centrales de la république puis la réaction en force des études classiques ne laissant d'élèves pour les sciences physiques que les futurs étudiants de médecine, la moyenne reste remarquablement stable. D'autre part et surtout, on observe un décalage très net entre l'évolution de la politique scolaire et l'évolution de la production des livres de chimie. Toutes les histoires de l'enseignement scientifique en France reconnaissent comme tournant la réforme d'Hippolyte Fortoul de 1852. Après trente ans de dictature des études classiques limitant les sciences à la portion congrue, cette réforme instaurait la bifurcation des études scientifiques et littéraires à partir de la classe de 3^e et mettait le baccalauréat ès sciences à égalité avec le baccalauréat ès lettres². Après la « victoire de la rhétorique sur l'encyclopédie » sur la période qui va de la création des lycées napoléoniens à la Révolution de 1848, le Second Empire vit le triomphe des ingénieurs et de l'industrialisme saint-simonien. On s'attendrait donc à observer un redémarrage de la production des livres de chimie dans les années 1850. Or, dès 1830, la courbe s'infléchit et la production augmente régulièrement jusque dans les années 1860. Les livres de chimie se multiplient dans les années 1840 alors même que la réforme scolaire décidée par Victor Cousin supprime « tous les accessoires scientifiques » avant la classe de philosophie où les élèves découvrent enfin l'existence des sciences. D'une certaine manière, l'offre de livres anticipe la demande scolaire. Comme si le livre créait le besoin d'un développement de la chimie dans l'enseignement secondaire. Comment comprendre ce curieux phénomène ?

Le combat des chimistes

Une première raison tient à l'action personnelle de Thenard, qui a lourdement pesé sur le devenir de la chimie en France. Thenard entre au Conseil royal de l'instruction publique en 1830. Au sein de ce Conseil, qui détient le pouvoir réglementaire durant toute la première moitié du XIX^e siècle, Thenard lutte contre Denis Poisson qui avait tendance à réduire le peu

de sciences enseignées aux seules mathématiques. Il entreprend un combat de longue durée pour développer les sciences expérimentales, soutenu par plusieurs critiques de l'inadaptation de l'enseignement classique à la vie sociale et professionnelle. Un débat s'engage au Conseil royal sur la position des sciences dans l'enseignement classique. Plusieurs rapports visent à mettre un terme à la décadence des sciences au niveau secondaire. C'est seulement en 1846 que Thenard obtiendra l'introduction des sciences expérimentales dans les concours d'admission, limitant ainsi un peu l'hégémonie des mathématiques. Comme l'Ecole polytechnique pilote toujours le cours des études en amont, l'assiduité aux cours de sciences physiques dans les Collèges royaux devient alors obligatoire³. Soucieux également d'améliorer la formation des professeurs de sciences physiques, Thenard s'efforce de développer l'enseignement des sciences expérimentales dans les Ecoles normales où un enseignement de sciences physiques et naturelles est introduit en 1837. Enfin les efforts de Thenard sont récompensés en 1841 par la création d'une agrégation de sciences physiques et naturelles sans épreuves de mathématiques.

Après la mort de Poisson en 1840 et surtout à partir de 1845, sous le ministère de Salvandy, un petit groupe de professeurs de sciences de la Faculté des sciences de Paris, gagné aux idées industrialistes, influence la politique scolaire. Sous leur impulsion est décidée, en 1846, la création d'un enseignement spécial au sein des collèges royaux. Centré sur des matières utiles pour la société, cet enseignement spécial est supposé mieux approprié aux besoins des professions commerciales, agricoles et manufacturières.⁴ L'orientation utilitaire était censée attirer vers les sciences en général (et la chimie en particulier) une nouvelle catégorie de public, classes moyennes, artisans et commerçants que rebutait le caractère trop abstrait et spéculatif de l'enseignement classique. Le système des cours spéciaux, étendu à tous les collèges royaux à partir du 5 mars 1847, consiste en un cycle de trois ans, auquel les élèves accèdent après la classe de 4^e et comprend un enseignement de sciences physiques sur chacune des trois années. Mais il ne conduit pas à un baccalauréat.

Parmi les professeurs qui conseillent le ministre Salvandy se trouve Jean-Baptiste Dumas qui, après ses débuts comme assistant de Thenard à l'Ecole polytechnique en 1823, devint son successeur en 1835. La renommée que lui valent ses recherches en chimie organique et le pouvoir que lui assure le cumul des postes, des honneurs et des responsabilités font de lui le personnage clé, après Thenard.⁵ Et Dumas prend la relève de Thenard dans la défense et la promotion de l'enseignement des sciences expérimentales et, plus encore que Thenard, l'orientation vers la pratique. C'est Dumas qui rédige, en 1847, le rapport d'où sortira, en 1852, la réforme sur la bifurcation. C'est lui qui rédigera avec Urbain le Verrier l'essentiel des instructions pour l'application de cette réforme. Le projet est clair : il faut en finir avec l'hégémonie de la culture classique qui limitait les sciences et leur donnait une tournure essentiellement philosophique. L'accent est mis sur l'utilité et la simplicité. L'enseignement doit être expérimental – Dumas lui-même a restauré les classes de travaux pratiques dans son enseignement à Polytechnique dès les années 1830 – et tourné vers la pratique.

Ainsi le décalage observé entre la renaissance de l'enseignement des sciences et le renouveau des livres de chimie s'explique, en premier lieu, par les combats préalables à la réforme au sein du Conseil d'instruction publique qui réglemente l'enseignement secondaire. La période de dormance fut en fait une période d'intense activité en faveur de l'enseignement des sciences expérimentales.

Le public de la chimie s'élargit aussi en aval du système éducatif grâce à la loi Guizot, en

1833. Parmi les nombreuses réformes introduites par cette loi, la création d'un enseignement primaire supérieur (qui fait suite à l'enseignement primaire élémentaire) et d'une Ecole normale primaire pour la formation des maîtres dans chaque département, sont des événements d'une portée considérable pour l'histoire du livre scolaire⁶. En effet, l'enseignement primaire supérieur ajoute aux apprentissages de base tels que lecture, écriture et calcul des « éléments de géométrie et leurs applications les plus usuelles » ainsi que « des notions de sciences physiques et d'histoire naturelle applicables aux usages de la vie ».

A chacun sa spécialité

Une deuxième raison du renouveau des livres de chimie se trouve dans les subdivisions qui s'installent à l'intérieur de la discipline elle-même : chimie analytique, chimie organique, chimie industrielle, métallurgie, chimie agricole, pyrotechnie, teinture, et plus tard photographie. Chaque spécialité donne lieu à des publications séparées. Sur l'ensemble de la période étudiée les livres ainsi spécialisés représentent 42% des ouvrages recensés dans notre corpus. La chimie agricole, à elle seule, totalise 44 ouvrages. (voir tableau général en annexe 1).

Le sort des livres de chimie ne dépend pas exclusivement des réformes de l'enseignement secondaire parce que la chimie trouve du côté de l'industrie de nouveaux débouchés. La chimie industrielle joue le même rôle dans les années 1830 que la médecine dans les années 1820 en suscitant de nouveaux publics. C'est un lieu où s'épanouit la chimie comme science autonome, sans dépendance à l'égard de la physique alors que dans l'enseignement secondaire, cette dépendance de la chimie se renforce au fil des réformes et des nouveaux programmes. Ainsi, la diversification des livres est stimulée par le développement de formes nouvelles d'enseignement industriel et professionnel à Paris comme en province à partir des années 1830.

Ce nouveau public, très hétérogène comme celui des écoles de santé, suscite une nouvelle vague de livres, tous à orientation pratique. Les divers établissements où l'on enseigne la chimie industrielle sont des pépinières de livres. Exemplaire à cet égard est l'Ecole de la Martinière à Lyon, dont plusieurs professeurs ont écrit des ouvrages d'un genre novateur⁷. Dupasquier (1793-1848), médecin et professeur à l'Ecole préparatoire de médecine de Lyon passe à la Martinière. Emmanuel Verguin (fl. 1845), préparateur de physique et de chimie pour les cours donnés par Nicolas Deguin au Collège Royal de Lyon donne aussi des cours à la Martinière. Enfin Armand Bineau d'Aligny (1812-1861), qui fut préparateur de chimie au Collège de France et, à ce titre, rédacteur de « la philosophie chimique » de Dumas est nommé professeur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon avec une dispense d'âge car il a moins de 30 ans. Comme Verguin et Dupasquier, il prend alors une charge de cours à l'Ecole de la Martinière et publie divers mémoires et ouvrages de chimie agricole⁸.

A Paris, le Conservatoire national des arts et métiers, berceau de la chimie industrielle, suscite également une floraison de livres. Alors que Nicolas Clément (1778-1841), premier détenteur de la chaire de chimie industrielle ouverte en 1819, chercheur et industriel, n'avait pas écrit de traité, son successeur Anselme Payen (1795-1871), lui aussi brillant chercheur et industriel, est un auteur prolique⁹. Après quelques ouvrages sur la pomme de terre, la fabrication du sucre, de la bière, il publie, tout seul ou en collaboration, toute une série

d'ouvrages plus généraux de chimie appliquée en diversifiant les titres et les cibles : Cours de chimie élémentaire et industrielle destinée aux gens du monde (1832) puis Cours de chimie appliquée (1842) puis Manuel du cours de chimie organique appliquée (1842-43), puis Cours de chimie inorganique appliquée (1843) et enfin Cours de chimie appliquée professé à l'Ecole centrale des arts et manufactures et au Conservatoire des arts et métiers (1847).

L'Ecole centrale des arts et manufactures, créée en 1828, à l'initiative de Jean-Baptiste Dumas, Théodore Olivier et Eugène Peclet, pour former des ingénieurs plus proches des conditions réelles de la pratique que ceux de Polytechnique, devient également une source intarissable de livres de chimie. Cette science y tient une place importante avec de la chimie théorique, minérale et organique en première année, et les arts chimiques en deuxième année, transformés par la suite en chimie industrielle¹⁰. Du cours de Dumas dans cet établissement est issu le monumental Traité de chimie appliquée aux arts en huit volumes qui prend la relève du traité de Thenard par son influence et son autorité. Successeur du traité de Thenard, cet ouvrage illustre de manière exemplaire le nouveau style que prennent les livres de chimie vers le milieu du XIX^e siècle.

Cette génération de livres se caractérise par le fait qu'on affiche en couverture le public destinataire : cours destiné aux élèves de telle ou telle institution. Par exemple, Dumas signale dans la préface que son livre tire son origine des cours qu'il a professés à l'Athénée de Paris où il remplaçait Robiquet. La précision des lieux et dates suggère que le livre s'autorise moins de la réputation de son auteur que des circonstances de son élaboration. Un certain public bien ciblé donne en quelque sorte à l'ouvrage sa légitimité sur le marché de l'édition. Mais ce n'est qu'un prétexte car, une fois acquise la caution d'un auditoire bien spécifié, l'ouvrage peut balayer large. Ainsi Dumas déclare-t-il qu'il s'adresse « aux jeunes chimistes répandus maintenant dans presque toutes les villes d'Europe » et non pas seulement aux « fabricants déjà formés »¹¹. On voit par là que la chimie profite largement de l'essor des diverses industries chimiques où elle trouve à la fois une audience et des débouchés.¹² On peut même avancer que, dans l'édition, comme dans les institutions d'enseignement, la chimie appliquée sert de bannière pour promouvoir la chimie comme science autonome, avec ses propres concepts, son propre langage et ses propres débouchés¹³. En effet, Dumas ne se contente pas d'appliquer la chimie aux arts et il invoque le public destinataire, en particulier pour justifier son inclination vers la chimie pure :

« Beaucoup de personnes trouveront que j'ai donné trop de détails de chimie pure, que j'ai eu tort de traiter les questions d'art d'une manière théorique, enfin que j'aurais dû éviter l'emploi des atomes. A tout cela, je répondrai que ce livre s'adresse aux jeunes gens et non point aux fabricans déjà formés; que mon intention n'a point été de décrire la pratique des arts, mais bien d'en éclairer la théorie, et que ces détails scientifiques qui effarouchent les fabricans d'un certain âge ne seront qu'un jeu pour leurs enfants, quand ils auront appris dans leurs collèges un peu plus de mathématiques et un peu moins de latin, un peu plus de physique ou de chimie et un peu moins de grec. »¹⁴.

Ce traité, dont la rédaction a pris dix-huit ans, de 1828 à 1846, est un monument où se trouve inscrit l'ensemble des connaissances chimiques. Dans le premier volume traite en général « des corps métalliques et des produits ou des arts auxquels ils donnent naissance » ; le tome 2 traite « des métaux, des terres, des alcalis » et des industries qui y sont liées (poterie, poudre, verrerie, émaux, chaux et ciments) ; le tome 3 est consacré aux « métaux ordinaires »

(fer, cuivre, plomb, zinc..) ; le tome 4, à la métallurgie. La preuve que le traité de Dumas n'a pas pour seule ambition d'éclairer la pratique des futurs fabricants mais vise plutôt, comme celui de Thenard, à refléter l'évolution de la discipline est que le tome 5, qui devait rassembler toute la chimie végétale et animale, est sans cesse différé à cause des controverses en cours dont Dumas lui-même est l'un des protagonistes. Cette dernière partie, qui comptera finalement quatre tomes, sera publiée entre 1835 et 1846. C'est donc un opus magnum qu'a rédigé Dumas tout en préparant la réforme de l'enseignement. Il a consigné dans son livre toutes les connaissances et les orientations qu'il a cherché ensuite à faire passer dans l'enseignement. Il faut donc renverser le schéma causal : au lieu de suivre la politique scolaire, le livre anticipe et préfigure la réforme.

A chacun sa manière

Bien que le traité de Dumas prenne la relève du traité de Thenard comme ouvrage de référence, il ne fonctionne pas exactement comme un modèle car les stratégies de publication ont changé. Certes quelques uns des livres correspondant à un enseignement délivré dans des écoles à finalité professionnelle déclarent ouvertement qu'ils puisent leurs sources aux grands traités. Verguin, par exemple, se réclame d'Ampère, Thenard, Liebig, Dumas, Berzelius, et Persoz. Mais avec ces sources multiples d'inspiration, il compose un ouvrage à sa manière. Il avance ses propres critères de classification et, par souci de concision, dégage des lois générales, donnant ainsi de la chimie une vision beaucoup plus systématique et moins descriptive que le grand traité de Thenard, par exemple.

L'originalité est aussi de règle dans autre catégorie d'ouvrages correspondant à un enseignement plus populaire : cours du soir ou du dimanche organisés en plusieurs grandes villes pour les ouvriers. Le livre de Peclet expose ses cours publics à Marseille ; la Chimie appliquée à l'agriculture de Faustino J. Malaguti expose les cours professés à la Faculté des sciences de Rennes et de Caen de 1852 à 1862 ; le record de popularité et de longévité revient aux Leçons de chimie faites le dimanche à l'Ecole municipale de Rouen de Jean Pierre Louis Girardin, rééditées 8 fois entre 1835 et 1889. « Les industriels se sont empressés de souscrire à mon ouvrage au profit de leurs ouvriers », prétend Girardin dans l'avertissement à la deuxième édition. C'est le livre qu'achètent Bouvard et Pécuchet, les deux personnages autodidactes croqués par Flaubert, lorsqu'ils décident de s'instruire en chimie. A quoi tient le succès d'un ouvrage aussi sérieux, qui présente la chimie de manière descriptive et aussi technique que les traités de Payen ou d'autres, suivant l'ordre du simple au complexe et la division classique entre métalloïdes et métaux ? Le ton militant adopté par Girardin est sans doute une raison : « La science ne devient tout à fait utile qu'en se faisant vulgaire », déclare-t-il en exergue. Ses procédés de vulgarisation sont redoutablement efficaces pour transmettre de robustes notions : qu'on en juge par cette remarque de Flaubert. Alors que de la lecture du manuel de Regnault, Bouvard et Pécuchet retiennent que les corps simples sont composés et gardent une impression de flou et de contradiction, ils ont appris chez Girardin que tous les êtres vivants sont composés des mêmes éléments que les minéraux et se sentent humiliés parce que leur corps contient du phosphore comme les allumettes et de l'hydrogène comme les réverbères¹⁵. Ainsi chaque auteur personnalise l'exposé des connaissances en fonction de la manière dont il se représente les attentes de son public.

Un public segmenté

Afin de prouver la pertinence de son entreprise, l'auteur d'un *Précis élémentaire de chimie*, à l'usage des élèves des Collèges Royaux, nommé Manavit, passe en revue tous les livres de chimie qui existent sur le marché : les grands classiques – Lavoisier, Fourcroy – sont remarquables mais un peu dépassés par les progrès de la chimie ; le traité de Thenard est « l'ouvrage normal » mais trop volumineux pour des élèves de collège ; le livre d'Orfila est « excellent » mais il est écrit pour des étudiants de médecine et ne convient pas aux élèves de collège ; quant aux traductions de livres étrangers, certaines sont très utiles mais elles propagent parfois des idées controversées qu'il ne sied pas de présenter à des élèves de philosophie dans les collèges royaux. Pour cette catégorie de public bien située dans l'espace et datée, il fallait écrire un « précis élémentaire » spécial :

« L'enseignement de la chimie est devenu classique dans les collèges royaux: le statut de l'Université du 4 septembre 1821, et plus spécialement le règlement du 16 septembre 1826, l'arrêté du 15 septembre 1827, qui annonçait le programme publié en avril 1828 par le Conseil royal, étendent l'enseignement de cette science aux élèves de première comme de seconde année de philosophie. S'il existe des traités de physique destinés par l'autorité universitaire à être mis entre les mains des jeunes élèves, on ne trouve encore aucun ouvrage élémentaire de chimie destiné à cette même fin. Il est impossible de renvoyer un élève qui est obligé de partager son temps entre l'étude de la philosophie, celle de la physique et des mathématiques, à ces excellents traités de chimie, fort volumineux pour la plupart, et que nous devons à nos plus grands maîtres.»¹⁶

Cette rhétorique qui devient courante dans les préfaces, illustre le ressort principal de la croissance du nombre de titres publiés à partir de 1830. Elle dépend moins, en effet, d'une augmentation quantitative du nombre de lecteurs que d'une segmentation du lectorat qui permet de démultiplier les produits. Le livre se présente désormais comme réponse aux besoins d'une catégorie sociale soigneusement définie. Tous les auteurs s'efforcent de trouver un créneau, une tranche d'âge ou de population à qui s'adresser pour justifier la publication d'un nouveau livre de chimie. On publie donc des livres pour gens du monde, pour entrepreneurs, pour ouvriers, pour agriculteurs, pour les dames, et pour les enfants, à partir des années 1860. Pour chaque catégorie, l'auteur ou l'éditeur invente une demande, une curiosité supposée ou un besoin urgent, impérieux de connaissances chimiques. Chacun présente son ouvrage comme une réponse à un besoin bien particulier, ou comme venant combler une lacune entre deux genres de traités. Malaguti, par exemple, présente ainsi ses *Leçons élémentaires de chimie* : « Cet ouvrage est un livre intermédiaire entre les grands traités, et certains abrégés qui n'ont guère plus de valeur qu'une table des matières. »¹⁷. Ces formules ne doivent pas nous faire croire à la réalité de ces tranches de besoins. Car même si les livres scolaires – contrairement aux dictionnaires ou livres de vulgarisation - ont un public captif, ce lectorat, il a fallu le créer, le stabiliser, le renouveler et surtout le démultiplier.

Jusque dans les livres d'enseignement, on opère une segmentation fine des catégories de public déjà découpées. Parmi les livres destinés aux écoles militaires, par exemple, l'orientation pratique domine dans les ouvrages issus de l'Ecole royale d'artillerie et du génie de Metz. En revanche, les livres destinés aux élèves de l'Ecole polytechnique comme à ceux de l'Ecole spéciale de Saint-Cyr couvrent la chimie générale, et laissent même parfois une large place à la théorie¹⁸. Quand le programme du concours d'entrée à Saint-Cyr est

aligné sur celui de Polytechnique, des livres communs sont publiés pour la préparation au concours comme celui de Cabart (1852). Pour l'Ecole polytechnique, chaque enseignant publie un livre correspondant à son cours, conforme aux programmes décidés par le Conseil de perfectionnement de l'Ecole. Dans l'ensemble, les livres issus de l'enseignement à Polytechnique se caractérisent par une approche très descriptive mais ne sont pas régis par un impératif d'application. Suivant la progression méthodique du simple au complexe, ils exposent les propriétés des substances, quitte à consacrer, chemin faisant, de longs développements techniques aux modes de préparation d'une substance utilisée dans l'industrie ou dans l'armement. Jusque dans les années 1860, ces livres présentent un net déséquilibre entre la chimie minérale et la chimie organique, survolée en quelques chapitres terminaux.

Le phénomène de segmentation s'opère également dans le public des étudiants de médecine. Malgré la montée en puissance de la chimie industrielle, la médecine reste un milieu porteur dans les années 1840, car l'obligation du baccalauréat ès sciences supprimée en 1831 est rétablie en 1837 et provoque une recrudescence de publications destinées à l'entrée en médecine. Mais une commission d'enseignement présidée par Thenard propose que l'on distingue les cours de chimie des médecins, des pharmaciens, et des officiers de santé. Dans les facultés de science, les professeurs doivent expliquer « les lois et théories à l'aide desquelles les faits se trouvent enchaînés et la chimie constituée en un corps de doctrine »; dans les facultés de médecine les étudiants ayant déjà des rudiments de chimie acquis au lycée, on pourra se concentrer sur l'étude des phénomènes physiologiques et morbides, sur l'action des agents thérapeutiques et sur l'art d'utiliser cette influence dans le traitement des maladies. En 1850 on distinguera nettement chimie générale, chimie médicale et chimie pour pharmaciens :

« Le cours de chimie destiné aux pharmaciens n'est pas soumis aux mêmes exigences et doit répondre à d'autres besoins. Il ne faut aborder qu'avec réserve les questions physiologiques, et on peut laisser de côté ce qui touche à la philosophie générale de la science; mais il faut familiariser l'esprit avec ces réactions variées à l'aide desquelles on détermine les combinaisons des corps, ou on en sépare les éléments; s'étendre sur les propriétés des matières que le pharmacien est amené à manier, ne négliger aucun des faits de détail dont la connaissance est utile pour bien conduire les opérations pharmaceutiques; insister sur les procédés d'analyse minérale et organique; enfin appeler fortement l'attention sur une multitude de considérations spéciales dont on se garderait bien de charger la mémoire de l'étudiant en médecine, ou d'entretenir les élèves des classes diverses qui se trouvent réunis dans les amphithéâtres de la faculté des sciences. »¹⁹

Chimie à comprendre pour les uns, chimie à apprendre pour les autres. Les pharmaciens seront des « têtes bien pleines » plutôt que des têtes savantes. Mais pour l'instant ils ont encore le droit - et le devoir - d'essayer de comprendre. Le découpage de plus en plus en fin du public scolaire et universitaire participe d'un phénomène plus général de segmentation du public, que l'on observe également dans la presse et l'édition de vulgarisation²⁰. Il s'agit d'une transformation profonde de la notion de public : l'opinion publique éclairée du siècle des Lumières se métamorphose en une masse de consommateurs aux intérêts particuliers ou sociaux diversifiés.²¹. Cette mutation de la notion de public, qui est l'un des ressorts du développement de la société de consommation, est aussi un élément-clé dans la constitution d'une science de manuels.

Un public stratifié par les programmes

Interférant avec la tendance macro-économique à la segmentation, la politique scolaire en matière de sciences contribue également à l'inflation du marché des livres scolaires. En effet, les programmes scolaires se font plus contraignants et contribuent pareillement à découper le public scolaire en tranches, à le démultiplier en autant de niveaux qu'il y a de classes où la chimie est au programme.

Les programmes existent depuis le début du XIX^e siècle. A l'origine, comme le souligne Bruno Belhoste, il s'agissait de définir un bagage de connaissances exigible aux examens, baccalauréat, concours général, et concours d'admission à l'Ecole polytechnique²². Mais comme la chimie ne figurait pas dans ces concours et que le baccalauréat ès sciences n'était exigé que des étudiants de médecine, ces programmes n'avaient pas grande importance. De plus, dans la première moitié du XIX^e siècle, les plans d'études n'avaient pas un rôle contraignant. Les textes officiels se contentaient bien souvent de diffuser un modèle déjà mis en oeuvre dans les collèges parisiens ou d'esquisser un plan idéal. En revanche, avec la réforme Fortoul, les règlements répondent à une politique centralisatrice, et sont inspirés par une volonté d'uniformisation de l'école à l'échelle nationale. Aussi deviennent-ils beaucoup plus normatifs et contraignants. Les « nouveaux programmes d'enseignement scientifique » publiés en 1852 sont extrêmement détaillés et prescriptifs. Ils précisent les objectifs que doit remplir le professeur, les substances et les réactions qu'il doit faire étudier et à quel niveau de technicité.²³ Il faut donc un livre par classe et par section de la 3^e à la classe de mathématiques spéciales. Cette stratification qui nous semble toute naturelle après un siècle et demi de cette politique scolaire ne s'imposait pourtant pas. Elle s'imposait d'autant moins que, comme on l'a remarqué, les auteurs qui publiaient les cours donnés dans un établissement donné avaient tendance à élargir le public visé de manière à augmenter le nombre d'acheteurs possibles.

Ainsi de nouveaux publics ont été créés pour les livres de chimie par convergence de plusieurs circonstances dans la France du milieu du XIX^e siècle : d'une part, l'engagement politique important de quelques chimistes comme Thenard et Dumas ; d'autre part, le développement de la chimie industrielle et des formations techniques ; enfin une stratégie de ciblage et de découpage des publics qui interfère avec la politique scolaire pour segmenter et démultiplier les lecteurs.

Au carrefour de cette triple évolution, le livre de chimie change de statut : il cesse d'être l'expression d'un milieu ou d'une discipline en marche, pour devenir un acte de communication strictement déterminé par le destinataire.

Chapitre IX

Pratiques éditoriales

La normalisation des enseignements par les programmes a un effet indirect sur l'attitude des éditeurs comme sur celle des auteurs. Alors que le système de contrôle par les commissions de livres classiques avec une liste de livres recommandés avait transformé les éditeurs en censeurs, médiateurs entre le gouvernement et les auteurs, les programmes très normatifs les libèrent de cette responsabilité quant au contenu des ouvrages. Ils n'ont plus désormais qu'à s'assurer de la conformité aux programmes avant d'imprimer un livre. Ainsi dégagés d'une lourde responsabilité et décidés à segmenter le public pour le démultiplier, les éditeurs disposent d'une plus grande liberté de manœuvre. Ils adoptent alors de nouvelles méthodes de production qui modifient l'aspect matériel autant que le contenu des livres. Ce changement est bien analysé par Choppin pour les livres destinés à l'enseignement primaire.²⁴ Bien qu'on manque de sources en ce qui concerne d'autres niveaux d'enseignement on peut raisonnablement dégager quelques tendances générales.

Concentration

En premier lieu, on observe une concentration géographique de l'édition française (voir Tableau ci-dessous). Sur un total de 483 livres 416 sont édités à Paris alors qu'aucune autre ville ne dépasse la dizaine de livres de chimie sur une période de soixante quinze ans. Certes le répertoire des livres scolaires français (1802-52) signale encore de nombreux ouvrages élémentaires ou techniques publiés par des éditeurs de provinces, en particulier dans la chimie industrielle, comme on l'a vu avec les ouvrages de Verguin et Girardin, respectivement publiés à Lyon et Rouen. Il est donc possible que ces chiffres soient un peu biaisés. Il reste toutefois que la proportion de livres édités à Paris est d'un autre ordre de grandeur. Vers le milieu du siècle, un début de concentration commerciale vient remuer ce petit monde déjà très concentré. Quelques éditeurs parisiens se trouvent rapidement accaparés par l'édition de livres élémentaires, et développent des structures de production en série. L'artisanat des petits imprimeurs libraires devient une industrie du livre.

En deuxième lieu, on remarque une spécialisation progressive de certains éditeurs dans un type de production. Ce processus déjà observé dans les années 1820 dans le petit domaine des livres destinés aux étudiants de médecine s'étend aux livres destinés à l'enseignement primaire, secondaire et technique. Enfin, jusque dans la matérialité du livre, les publications

sont soigneusement stratifiées grâce à une standardisation des formats et des caractéristiques typographiques suivant le public destinataire.

Tableau 1
Lieux de publication des livres de chimie, 1789 à 1865

Lieux de publication	Nombres de publications
Caen	5
Lyon	3
Metz	6
Montpellier	3
Nantes	3
Paris	416
Rennes	7
Rouen	3
Strasbourg	4
Autres	28

Comment ce phénomène général se traduit-il dans le monde de la chimie ? Cette discipline intéresse les grands éditeurs parisiens. Tout comme Bechet, libraire de l'Académie de Médecine, s'est spécialisé dans l'édition de la chimie médicale, Jules Delaine, « imprimeur de l'université » fait sa spécialité des livres destinés à l'enseignement primaire. Louis Hachette, qui se spécialise dans le livre scolaire pour l'enseignement secondaire édite dès 1828 le *Précis élémentaire de chimie* de Manavit, puis plusieurs ouvrages de préparation au baccalauréat ès sciences, les ouvrages de Guerin, Sainte-Preuve, Meissas et jette un pont vers la chimie industrielle en publiant Payen²⁵. A partir des années 1840, un éditeur s'impose sur le terrain de la chimie, Victor Masson, qui fait sa spécialité des livres d'analyse chimique et des grands traités signés Liebig, Dumas, Orfila, Regnault, Fremy-Pelouze. Plus tard dans les années 1860 un nouvel éditeur spécialisé émerge. Jean-Albert Gauthier-Villars, ancien élève de l'Ecole polytechnique rachète en 1864 la librairie Mallet-Bachelier qui publiait les Comptes-rendus de l'Académie des sciences et utilise adroïtement le réseau des grandes écoles pour se spécialiser dans l'édition des ouvrages destinés aux écoles d'ingénieurs²⁶.

Des politiques audacieuses

Les éditeurs parisiens spécialisés dans les sciences adoptent des politiques commerciales audacieuses. Un simple coup d'œil sur les livres de chimie figurant au catalogue de la librairie Fortin-Masson et Cie (ensuite Victor Masson) pour les deux décennies 1840-1850 permet de dégager quelques nouvelles tendances de leur stratégie éditoriale.

Tableau 2.

Livres de chimie figurant au catalogue de la librairie Fortin-Masson et Cie (ensuite Victor Masson) pour les deux décennies 1840-1850

1840 : M.F. Delavigne, *Manuel de chimie pour la préparation au baccalauréat-ès-lettres* (réédité en 1842) ; **1840-44 :** J. Liebig, *Traité de chimie organique* ; **1841 :** J.B. Dumas, *Statique chimique desêtres organisés* ; **1841 :** J. Liebig, *Chimie appliquée à la physiologie végétale et agricole* (réédité en 1844); **1842 :** Liebig, *Chimie organique appliquée à la physiologie animale et à la pathologie* ; **1842 :** C.L. Barreswill, Sobrero A, *Appendice à tous les Traité d'analyse chimique* ; **1843 :** M. Orfila, *Eléments de chimie* ; **1844 :** J.B. Boussingault, *Essai de statique chimique des êtres organisés* ; 1845, C.R. Fresenius, *Précis d'analyse chimique* (réédité en 1847); **1844-45 :** C.F. Gerard, *Précis d'analyse chimique qualitative* ; **1847 :** Liebig, *Nouvelles lettres sur la chimie* ; **1847-48 :** H.V. Regnault, *Cours élémentaire de chimie* (réédité en 1849); **1848-50 :** Fremy-Pélouze, *Cours de chimie générale* ; **1850 :** P. Joigneaux, *La chimie du cultivateur* ; **1850 :** H.V. Regnault, *Premiers éléments de chimie* (réédité en 1853, 1855); **1851 :** G. Chancel, *Cours élémentaire d'analyse chimique médicale* ; E. Fremy/J. Pélouze, *Notions générales de chimie* ; **1852 :** E. Fremy, J. Pélouze, *Abrégé de chimie* (réédité en 1853, en 1859); **1852 :** C.F. Gerard, *Aide-mémoire d'analyse chimique* ; **1854-55 :** E. Fremy/J. Pélouze, *Traité de chimie générale* ; **1855 :** C.F. Gerard, *Précis d'analyse chimique qualitative* (réédité en 1859); **1855 :** C.G. Lehmann, *Précis de chimie physiologique* ; **1856 :** L. Mialhe, *Chimie appliquée à la physiologie et à la thérapie* ; A. Normandy, *Tableaux d'analyse chimique* ; **1858-60 :** H.V. Regnault, *Cours élémentaire de chimie* ; **1859 :** J. Lefort, *Traité de chimie hydrologique* ; **1859-62 :** H. Rose, *Traité élémentaire de chimie*.

Pour publier une liste aussi impressionnante d'ouvrages sur des sujets très voisins, Masson a dû produire en grand, augmenter les tirages. A une époque où, en France, la moyenne des tirages pour un titre se situe aux environs de 1900 exemplaires et varie entre 500 et 1000 pour un ouvrage universitaire²⁷, Masson n'hésite pas à tirer les ouvrages de Regnault à plusieurs dizaines de milliers d'exemplaires. Même en tenant compte des exagérations coutumières dans les chiffres annoncés par les éditeurs, on voit que Masson voit grand. Ceci lui permet d'abaisser les prix de vente. La chute des prix est un phénomène général - d'après Yves Mollier entre 1838 et 1855 le prix moyen du livre français fut divisé par 15 – qui atteint le livre scientifique et facilite l'accès aux manuels de chimie²⁸. Alors que le Traité de Thenard dans sa sixième édition était vendu 40 F, les Premiers éléments de Regnault et l' Abrégé de Pelouze-Frémy sont vendus 5 F d'après le catalogue de la même année 1851; le Cours élémentaire de Regnault, étendu à quatre volumes dans sa troisième édition, ne dépasse pas les 20F. Ce style de production engage Masson à jouer la carte de la fidélité. Fidélité à quelques auteurs, tout d'abord. Il publie de préférence des chimistes bien établis dans l'institution, des valeurs sûres à qui il passe commande de plusieurs ouvrages. Par exemple, il mise sur le tandem Pelouze et Frémy dont il publie le Cours de chimie générale (1848-50) puis, tout en rééditant le Traité, il met sur le marché un Abrégé de chimie (1853)

pour l'enseignement secondaire et la même année un autre ouvrage élémentaire *Notions générales de chimie* (1853) avant de publier pour leur *Traité de chimie générale*, comprenant les applications de cette science à l'histoire naturelle(1854-55) en trois volumes, dont la

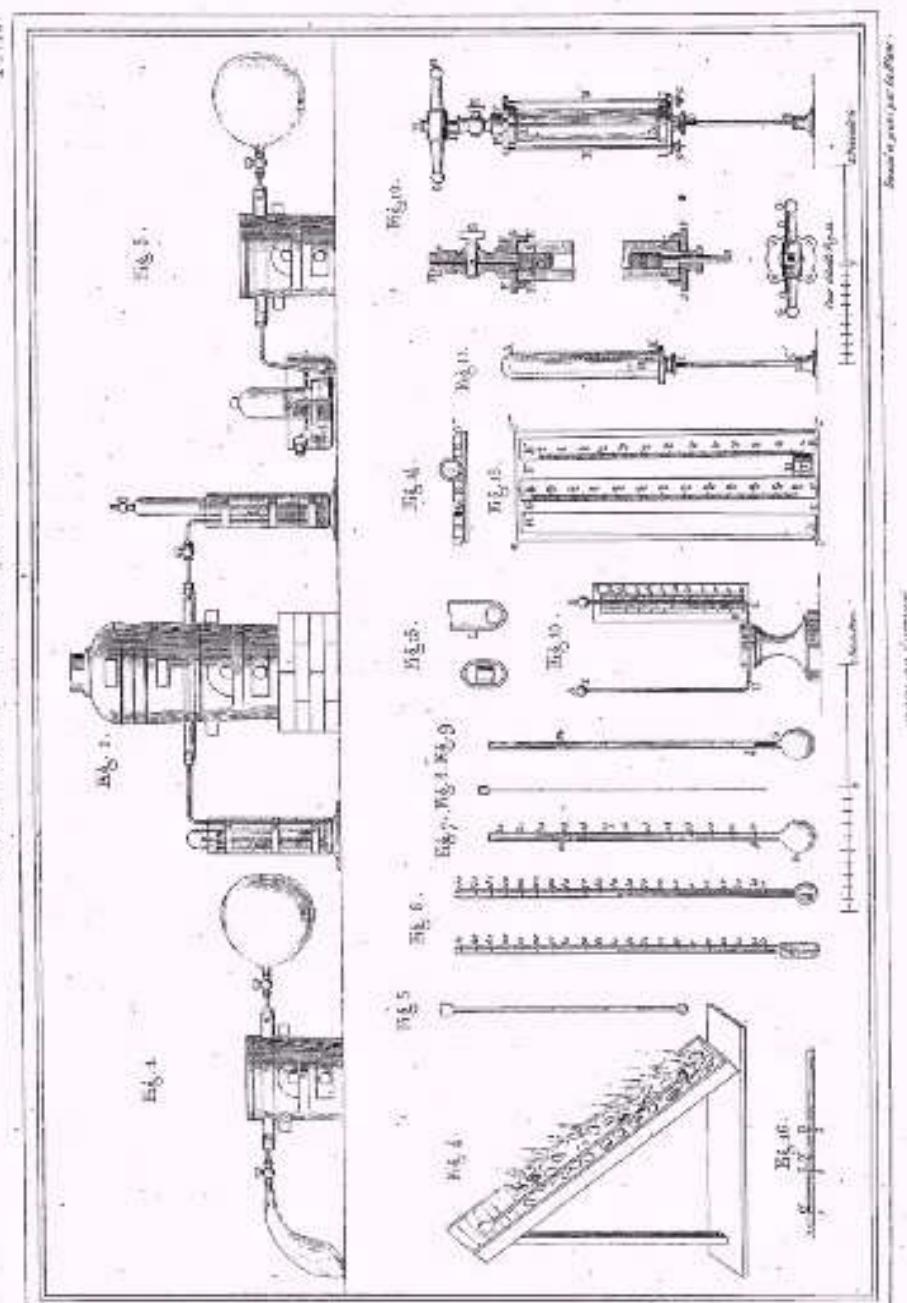


Figure 3. Les lecteurs du début du siècle devaient se reporter aux quelques planches rassemblées à la fin de l'ouvrage pour visualiser les montages d'expériences décrits dans le texte. Thenard, L.J. *Traité de chimie élémentaire*, Crochard, Paris; 1813-1816, T. IV, pl. 12 (COLL.MHS/CSI)

troisième édition est rebaptisée *Traité de chimie générale, analytique, industrielle et agricole* (1865) de manière à élargir le lectorat. Une telle abondance presuppose, de la part de l'éditeur, des techniques industrielles de fabrication mobilisant des équipements lourds que les petits libraires ne peuvent plus concurrencer, et de la part des auteurs, des techniques d'écriture par couper/coller. Regnault publie chez Masson deux manuels presque identiques quant au titre (*Cours élémentaire de chimie et Premiers éléments de chimie*) et similaires dans leur contenu. L'organisation interne est la même, certaines pages sont littéralement recopiées et les gravures simplement reproduites. A quelques variantes près, ce sont les mêmes livres que Masson édite sous deux titres différents. Cette stratégie n'est pas sans répercussions sur la qualité des livres publiés. On note ça et là un manque de soins. Par exemple, une erreur monumentale dans le *Cours de chimie générale* de Pelouze et Frémy a échappé à la vigilance des auteurs comme de l'éditeur. On lit en effet, à propos de la décomposition de l'eau par électrolyse que le volume d'oxygène est approximativement le double (au lieu de la moitié) de celui de l'hydrogène (T.I p. 77). De même, dans le *Cours élémentaire* de Regnault, il manque la figure d'un eudiomètre à laquelle le texte se réfère pourtant (T.I, Figure 147, p. 104-105). Ces coquilles ne semblent pas nuire au succès des livres puisque le premier ouvrage de Regnault est réédité 6 fois en parallèle avec le second qui est réédité 7 fois, les deux étant traduits en allemand, en anglais et en espagnol. Un pareil succès laisse penser que les traités élémentaires intéressaient un public plus large que celui des cours qui les avait inspirés. Mais qui, en dehors des étudiants, public captif, lisait ces livres ? C'est un point aveugle sur lequel nous reviendrons. Il est clair toutefois que c'est une alliance d'intérêts bien compris entre éditeurs et auteurs qui se trouve à l'origine du manuel nouvelle formule.

La richesse du catalogue de Masson traduit un autre phénomène de diversification non pas des publics mais des contenus de la chimie. Les ouvrages de chimie analytique, de chimie organique et de chimie appliquée à toutes sortes de domaines se multiplient à partir des années 1840. Loin de craindre une concurrence interne, loin de chercher la diversification de ses titres de chimie, Masson s'ancre dans deux spécialités : la chimie appliquée à la physiologie et l'analyse chimique. Il ne cultive ces deux spécialités que grâce à une ouverture sur l'étranger. Il fait traduire Liebig, Fresenius, Rose, etc. A cet égard, Masson n'est pas représentatif des éditeurs français qui dans leur majorité traduisent peu. Cette période se caractérise, en effet, par une fermeture aux publications étrangères. Alors qu'au tout début du siècle, en dépit des guerres napoléoniennes, les écrits de chimie circulaient entre France, Angleterre, Italie, la coutume des traductions développée au milieu du XVIII^e siècle est soudain interrompue. A part la traduction du grand traité de Berzelius, peu d'ouvrages étrangers viennent concurrencer les traités des chimistes français²⁹. Les rares traductions sont des livres populaires³⁰. Lors même que les éditeurs anglais, suédois et allemands traduisent à tour de bras, en France, les livres destinés à l'enseignement primaire ou secondaire sont écrits par des Français pour des Français. C'est seulement dans les spécialités de la chimie avancée que les éditeurs entreprennent des traductions : 52% des livres de chimie analytique ont été écrits dans une langue étrangère, 42% pour les livres de chimie organique et 27% pour les livres de chimie appliquée à l'agriculture. La tendance des éditeurs français au repli sur l'hexagone ne sera vigoureusement combattue par les éditeurs spécialisés qu'à partir des années 1860. La librairie Germer Baillière publie à partir de 1863 une *Revue des cours scientifiques de France et de l'étranger* et lance la collection

« Bibliothèque scientifique internationale » où les ouvrages français constituent environ un tiers des publications. Cette entreprise, dont l'initiative revient à la British Association for the Advancement of Science, se traduit par la publication simultanée des ouvrages en Angleterre, en France, aux Etats-Unis et en Allemagne. La déclaration d'intention exprime bien le mélange de considérations scientifiques, industrialistes et commerciales qui caractérise la politique éditoriale de la deuxième moitié du XIX^e siècle :

« Le premier besoin de la science contemporaine – on pourrait même dire d'une manière générale des sociétés modernes – c'est l'échange rapide des idées entre les savants, les penseurs, les classes éclairées de tous les pays (...). Le libre échange industriel règne aujourd'hui presque partout ; le libre échange intellectuel n'a pas encore la même fortune, et cependant il ne peut rencontrer aucun adversaire ni inquiéter aucun préjugé. »³¹

La matérialité des livres

La typographie, le format, les modes de reliure, les illustrations, tout ce qui constitue la matérialité du livre joue un rôle essentiel dans la perception du contenu et détermine largement l'usage qu'un lecteur fait des livres. Or d'importantes innovations transforment le livre de science - comme tous les livres - en un objet de moins en moins artisanal et de fabrication standardisée. D'après Mollier, le standard le plus répandu dans les livres au XIX^e siècle est le format in 8° qui détrône le traditionnel in 12°. Il s'allie généralement avec du papier jésus et une typographie serrée. Les couvertures sont uniformes pour une collection de manière à fidéliser le public³². On ne peut admettre avec Choppin que le livre scolaire ne se distingue en rien des autres livres à cet égard, car les livres de chimie loin de suivre un standard unique, se différencient par catégories de publics³³. Le manuel, son nom l'indique, est un livre que l'on tient entre les mains. Pour les petites mains des enfants du primaire, les éditeurs ont volontiers recours aux formats in 16° ou in 12° et le nombre de pages varie entre 150 et 200. En revanche, pour les manuels de l'enseignement secondaire, le format in-8° devient le standard et le nombre de pages, qui allait de 250 à plus de 1000 au début du siècle, se stabilise autour de 400 ou 500. On retrouve le même format dans les ouvrages destinés aux écoles militaires et aux écoles techniques supérieures alors que les livres édités pour les étudiants de médecine et de pharmacie s'ajustent au standard établi par Orfila : soit deux forts volumes in-8° de 400 à 500 pages chacun.

Dans bien des cas, chacun des paragraphes est numéroté en continu du début à la fin du livre. Cette pratique, déjà introduite au XVIII^e siècle, se généralise au XIX^e. Bien que l'intention n'en soit pas précisée, on peut supposer que ces paragraphes numérotés facilitent la circulation rapide dans l'ouvrage et le retour sur tel ou tel point selon les indications du professeur. Un manuel n'est pas destiné à être lu comme un récit mais appris ou consulté par morceaux. Dans certains traités, comme celui de Thenard, par exemple, les notes de bas de page ou des paragraphes en petits caractères sont utilisées pour ménager un deuxième niveau de lecture.

Dans le domaine de l'illustration, les procédés de gravure traditionnelle sur cuivre sont remplacés par la xylographie sur bois de bout, que l'on peut mécaniser, puis par la galvanoplastie qui permet d'augmenter considérablement le nombre des tirages. Le nombre d'illustrations augmente et leur place dans le livre change. Alors que les lecteurs des traités

de Lavoisier et de Thenard devaient se reporter aux quelques planches rassemblées à la fin du dernier volume pour visualiser les montages d'expériences décrits dans le texte, dès les années 1830 et 40, malgré la diminution signalée du prix de vente des livres, les illustrations se multiplient et surtout sont intégrées dans le texte³⁴. Par exemple, le *Cours élémentaire* de Bouchardat publié en 1835 comportait 4 planches finales pour un ensemble de 845 pages in 8° sur deux volumes. Celui de 1842 compte 50 pages in 12° illustrées par 52 gravures sur bois. A partir des années 1850, un livre d'enseignement offre en moyenne 1 illustration toutes les deux pages et demi³⁵.

Figure 4. L'appareil de Marsh utilisé en toxicologie pour la détection de la présence d'arsenic est représenté avec la main de l'expérimentateur tantôt à gauche, tantôt à droite. Malaguti, M.F., *Leçons élémentaires de chimie*, Dezobry, Paris, 3 ed., 1863, p. 290 (gauche). Debray, H., *Cours élémentaire de chimie*, Dunod, Paris, 1843, p. 136 (droite) (COLL.MHS/CSI).

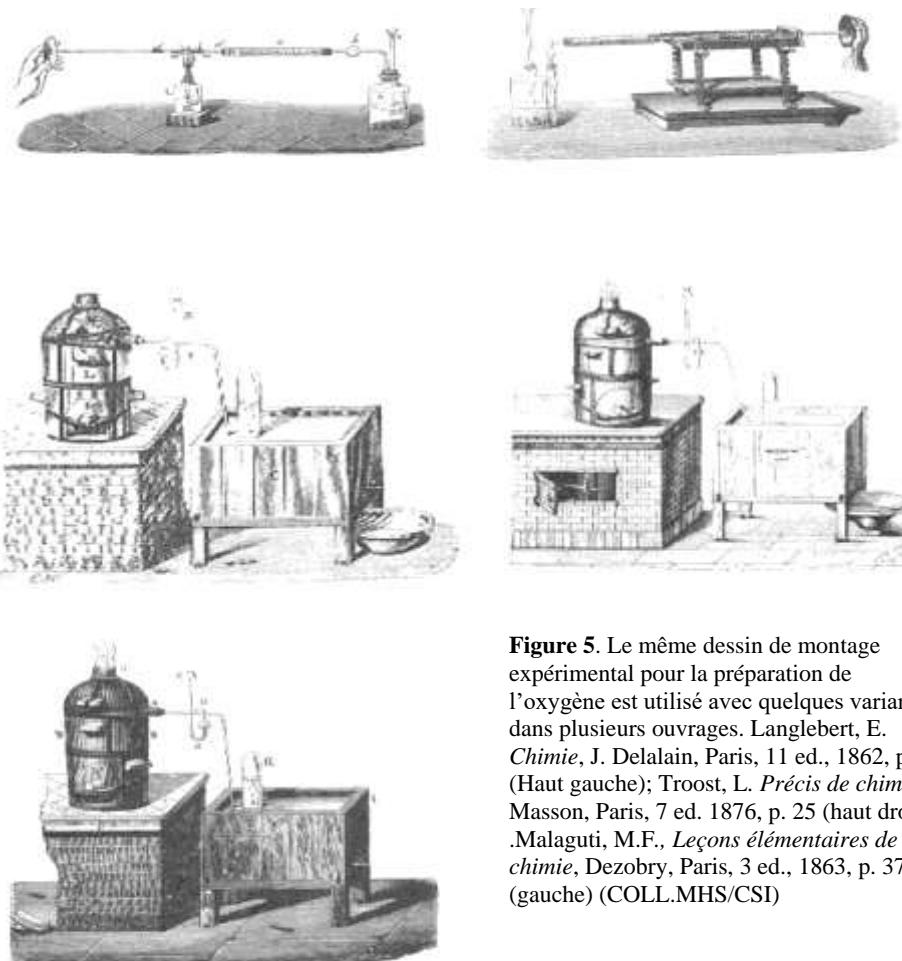


Figure 5. Le même dessin de montage expérimental pour la préparation de l'oxygène est utilisé avec quelques variantes dans plusieurs ouvrages. Langlebert, E. *Chimie*, J. Delalain, Paris, 11 ed., 1862, p. 36 (Haut gauche); Troost, L. *Précis de chimie*, Masson, Paris, 7 ed. 1876, p. 25 (haut droit); Malaguti, M.F., *Leçons élémentaires de chimie*, Dezobry, Paris, 3 ed., 1863, p. 37 (gauche) (COLL.MHS/CSI)

Au fi
Au c
faisai

copiées.
ave. En
t dessin

original, sans payer de droits de reproduction et surtout sans effort d'inspiration. De même qu'on a signalé des associations fidèles entre auteurs et éditeurs, on observe la même fidélité entre éditeurs et graveurs. D'où la formation de trios durables auteurs-éditeurs, graveurs³⁶.

D'illustres inconnus

Si les auteurs-vedettes évoqués dans les chapitres précédents, comme Fourcroy, Thenard et Dumas, étaient des noms familiers au public, les auteurs des best-sellers du milieu du XIX^e siècle sont aujourd'hui des inconnus. On chercherait en vain dans les villages de France une place ou une rue qui portent leur nom. Qui connaît E. Burnouf, V. Baumet, C. Poirrier, A. Manavit, A. Meissas ; J.Tyrat ? La plupart des auteurs d'ouvrages élémentaires ne sont pas passés à la postérité. Et pourtant c'est dans ce genre de livre que la génération des Berthelot, des Wurtz, des Grimaux a fait ses premiers pas dans la chimie.

Au « top » des auteurs à succès dans les 1840, on trouverait en première place, Nicolas Deguin (1809- post.1860) auteur d'un Cours élémentaire de chimie, à l'usage des collèges et des autres établissements d'instruction publique (Paris, 1845), réédité 4 fois en moins de 9 ans, ainsi que d'un Cours élémentaire de physique et d'un Précis de mécanique, qui n'eurent pas moins de succès. Dans les années 1840 et 50, ces trois ouvrages furent choisis comme manuels dans la plupart des établissements scolaires non seulement en France mais aussi en Belgique, Suisse, Savoie, Piémont et furent traduites en plusieurs langues. Une enquête biographique sur cet illustre inconnu aidera à préciser le nouveau profil-type de l'auteur à succès.³⁷

Nicolas Deguin, né en 1809 à Autun (Saône et Loire), entre à l'École normale en octobre 1828³⁸. Lorsqu'il fréquente la Faculté des sciences pour passer la licence, Deguin suit les cours de Thenard, à raison de deux heures par semaine. Aussitôt obtenue la licence ès sciences mathématiques et physiques, Deguin est nommé « chargé du cours de physique » au Collège de Rodez. Dans ce premier poste, il prépare conjointement le doctorat ès sciences et l'agrégation de « sciences mathématiques et physiques ». Il est alors nommé professeur de physique et de chimie au Collège royal de Toulouse où il reste 7 ans. Il a 27 ans à peine quand il rédige le Cours élémentaire de physique. D'abord édité à Toulouse, chez Martegoute (1836), ce cours est ensuite publié à Paris par un nouvel éditeur Edouard Belin. Le succès fut immédiat et durable : en 1859, il atteint la 5^e édition et la 3^e fut réimprimée sept fois. Belin publie encore une édition posthume en 1869. Le succès d'un manuel destiné à l'enseignement secondaire semble autoriser l'espoir d'accéder à l'enseignement supérieur. Après sa mutation au Collège royal de Lyon en novembre 1838, Deguin candidate pour un poste à la Faculté de sciences de Lyon. En vain, il restera seize ans professeur dans ce collège. En décembre 1848, il sollicite du Ministre de l'Instruction publique le poste d'inspecteur de l'Académie de Paris et fait valoir dans sa lettre le succès de ses ouvrages. En juillet 1854, au moment où l'on parle de réformer les facultés, il pose sa candidature pour un poste de doyen et professeur de physique à la Faculté de Clermont. Sa lettre de candidature fait encore valoir le succès sans précédent de ses livres. Le rapport sur son dossier, signé Dumas, conclut : « M. Deguin n'a pas suivi la carrière de recherche. Il s'est surtout voué à l'enseignement et à la publication de livres qui lui sont destinés. Sous ce deux rapports, ses succès ont été complets. On peut donc lui confier avec toute sécurité une chaire de physique ».

de faculté. Comme chimiste, il n'aurait pas assez de pratique du laboratoire. »³⁹ Cette décision suggère qu'au milieu du XIX^e siècle, la distinction entre enseignement et recherche importe moins pour faire une carrière de chimiste universitaire que la distinction entre physique et chimie. Deguin obtient cette chaire de physique en décembre 1854 mais il est révoqué par le ministre dix mois plus tard avec un congé de disponibilité sans traitement. Apparemment il avait lui-même sollicité cette démission parce qu'il était déçu de ne pas avoir été nommé chevalier de la Légion d'honneur. Ce titre dont s'enorgueillissaient plusieurs de ses collègues serait-il l'indice que la carrière universitaire était avant tout honorifique ? Deguin est finalement réintégré comme doyen et professeur de physique à la faculté des sciences de Besançon puis remis en disponibilité, cette fois pour maladie, en 1859.

On pourrait aligner des dizaines de biographies d'auteurs de manuels d'enseignement secondaire vers le milieu du XIX^e siècle. Ils présentent un profil assez uniforme⁴⁰. Professeurs du secondaire, après une formation en Ecole normale, ils enseignent bien souvent dans les établissements mêmes où ils furent élèves. Ils ont été formés à la chimie sous « le règne de Thenard » c'est-à-dire par des professeurs qui suivaient le livre modèle et les directives du Conseil d'instruction publique. La plupart d'entre eux sont provinciaux et commencent à publier dès leur jeunesse. Dans leur rédaction, ils sont guidés plus que contraints par les directives des programmes qui leur impose un ordre et des thèmes mais leur laissent une certaine liberté d'interprétation, notamment quant au choix des expériences, et des formules. A la différence des auteurs de manuels pour étudiants de médecine, les auteurs de manuels du secondaire n'ont pas d'activité de recherche. S'ils aspirent à une carrière universitaire c'est exclusivement grâce au succès de leurs manuels. Ceci suggère que pour la génération de Deguin, la différence entre les publications de recherche et d'enseignement n'est pas encore bien nette. C'est précisément durant cette génération que le fossé entre les deux genres d'écrits se creuse par la différence de profil biographique des auteurs.

Encore faut-il ajouter qu'entre enseignement et recherche, subsiste toute une gamme de genres intermédiaires. Ainsi les auteurs de livres pour l'enseignement primaire supérieur et pour les écoles normales primaires, ont des profils de carrière beaucoup plus variables : on trouve certes des professeurs d'enseignement secondaire intéressés par ce nouveau type d'enseignement comme François Georges Binet Sainte-Pruve (1800-1873), ou Eugène Burnouf (n. 1818) mais on trouve également d'anciens polytechniciens, comme Claude Lucien Bergery (1787-1863), Cyprien Prosper Brard (1786-1838) ou Henri Jules Michel Viollette, qui à une étape avancée de leur carrière d'ingénieurs publient un livre d'école. La biographie des auteurs de livres pour l'enseignement technique est aussi diversifiée. On trouve des médecins comme Adolphe Dupasquier (1793-1848), des entrepreneurs sans formation académique comme Anselme Payen (1795-1871) ou même des professeurs de l'enseignement secondaire comme Eugène Jean Claude Peclet (1793-1857)⁴¹. Tous cependant ont en commun une expérience de professeur dans un établissement technique et sont fortement enracinés dans un milieu provincial, comme le montre le cas de l'Ecole de la Martinière, qui fournit une pléiade d'auteurs de manuels.

En résumé, le processus qui différencie le genre « manuel » des autres écrits scientifiques s'accélère et se stabilise vers le milieu du XIX^e siècle. A la dynamique de segmentation du lectorat encouragée par les programmes scolaires correspond une changement de politique

dans l'édition et la montée en puissance d'un nouveau groupe d'auteurs. C'est le moment où se dessine le profil de qui se sent habilité à écrire un manuel. Dans un contexte où l'enseignement accapare l'attention du gouvernement, au détriment de la recherche universitaire, s'invente un nouveau type d'autorité, au sens fort de se sentir autorisé à transmettre le savoir scientifique.

Chapitre X

Controverse sur les classifications

Pourquoi un chapitre sur les classifications ? La question est prioritaire pour qui entreprend la rédaction d'un livre de chimie. Afin d'ordonner les chapitres pour baliser l'apprentissage, faciliter la mémorisation, éviter les redites, un auteur doit composer une classification des substances chimiques. C'est un choix d'auteur car, il importe de le souligner, les programmes officiels n'imposent aucun plan ni aucun système au XIX^e siècle.

La classification étant avant tout la préoccupation des chimistes auteurs et professeurs, fournit un thème privilégié pour examiner si l'écriture d'un livre d'enseignement peut déboucher sur une invention, sur une production de savoir. L'exemple fameux du système périodique découvert par Dimitri Mendeleev au cours de la rédaction de ses Principes de Chimie fournit une splendide illustration du pouvoir créatif des manuels⁴². Mais Mendeleev ne serait-il pas précisément l'exception qui confirme la règle générale de non-creativité des manuels? Dans quelle mesure les auteurs français ont-ils fait avancer la classification des éléments chimiques au XIX^e siècle ?

L'Essai d'Ampère

On a vu qu'au début du XIX^e siècle, l'ordre du simple au complexe consacré par les successeurs de Lavoisier n'avait pas éclipsé dans les manuels la division classique des trois règnes et que l'autonomie de la chimie était loin d'être acquise. Du moins la classification de Thenard faisait l'unanimité. Toutefois, cette classification commence à être attaquée dans les années 1830 lorsque s'engage une controverse qui va cristalliser dans les livres de chimie. L'alternative au modèle Thenard est un autre modèle qui remet en pleine actualité l'essai d'une classification de type naturaliste publié par Louis-Marie Ampère en 1816. Cet essai mérite quelque attention car il aura sur les chimistes de la génération suivante une aussi grande influence que la théorie atomique d'Ampère, seule étudiée jusqu'à présent par les historiens de la chimie.⁴³.

Au temps où il enseignait à l'Ecole centrale de Bourg, en 1802-1803, Ampère utilisait le Traité élémentaire de Lavoisier et le cours de Bouillon-Lagrange ; et il tenait l'oxygène pour le principe de l'acidité. Il travaillait à l'unification de la physique et de la chimie en esquissant des classifications où l'électricité jouait un rôle important. Mais voici qu'en 1816, il suit une autre voie. Il déclare périmées les classifications fondées sur les affinités pour l'oxygène parce qu'elles reposent « sur une partie de la théorie établie par le célèbre

Lavoisier qui a été rectifiée par les découvertes récentes ». De fait, Ampère avait pris ses distances à l'égard du programme lavoisien dès avant que Davy conteste le rôle acidifiant de l'oxygène, lorsqu'il découvre les classifications des naturalistes après son arrivée à Paris en 1804 lors de ses contacts avec le Muséum d'histoire naturelle.⁴⁴ Ce sont, en effet, les naturalistes qui ont introduit la distinction entre classifications naturelle et artificielle dans leur critique de Linné. La classification de Linné, fondée sur un critère unique – le nombre des étamines- a été jugée artificielle et dépassée au profit de classifications fondées sur la considération de plusieurs caractères, dites naturelles.⁴⁵

*Tableau des quinze genres et des quarante-huit espèces
des Corps simples pondérables, rangés dans l'ordre
naturel.*

"Exprimer toutes les analogies, tel est le rêve d'Ampère"

Carbone. Hydrogène.	Bore. Silium.
Azote. Oxygène. Soufre.	Colombium, Molybdène, Chrome, Tungstène.
Chlore. Phlore. Inde.	Titan. Osium.
Tellure. Phosphore. Arsenic.	Rhodium. Iridium. Or. Platine.
Antimoine. Etain. Zinc.	Palladium.
Bismuth. Mercure. Argent. Plomb.	Cuivre. Nickel. Fer. Cobalt. Urgane.
Sodium. Potassium.	Manganèse. Cérium.
Barium. Strontium. Calcium. Magnesium.	Zirconium. Aluminium. Glycynium. Yttrium.

Figure 6. Tableau des quinze genres et des quarante-huit espèces des corps simples pondérables, rangés dans l'ordre naturel AMPERE, Louis-Marie « Essai d'une classification naturelle des corps simples » *Annales de chimie*, 2 (1816), p. 116 (COLL.MHS/CSI)

En 1816, Ampère publie un « Essai d'une classification naturelle pour les corps simples » dans lequel il tente d'élaborer une classification naturelle, reposant sur « l'ensemble des caractères des corps qu'on se propose de classer » et réunissant dans un même groupe les substances qui présentent les analogies plus nombreuses et les plus essentielles⁴⁶. Il dénonce le privilège accordé à l'oxygène par tous les chimistes (à l'exception de Gay-Lussac.⁴⁷) parce qu'il laisse croire que les propriétés attribuées à l'oxygène appartiennent à lui exclusivement. Convaincu qu'il existe « un ordre naturel » que seul peut révéler une « méthode naturelle », Ampère rejette la dichotomie entre corps combustibles et soutiens de la combustion aussi bien que la division entre métaux et non-métaux car elles masquent, à ses yeux, les analogies avec des corps qui se trouvent situés dans des classes éloignées. « Telles sont les analogies des acides chlorique et iodique avec les acides sulfurique et nitrique, des chlorates et des iodates avec les nitrates et surtout celle du chlore et de l'iode avec le soufre, plus grande encore que l'analogie des mêmes corps avec l'oxygène. »⁴⁸.

Exprimer toutes les analogies, tel est le rêve d'Ampère. Il tente d'abord, en vain, une classification circulaire présentant une série unique avec variation continue des propriétés. Après cet échec, Ampère choisit de regrouper les corps simples en trois familles - gazolytes, leucolytes, chroïcolytes - qui se divisent à leur tour en quinze genres lesquels se subdivisent en espèces, de telle sorte que « deux corps placés aux deux extrémités de la chaîne formée par tous les autres se rapprochent et s'unissent mutuellement par des caractères communs ».⁴⁹ Les gazolytes - ainsi nommés parce qu'ils sont « susceptibles de former, avec d'autres substances de la même classe, des gaz permanents qui puissent subsister sans se décomposer lorsqu'ils sont mêlés à l'air atmosphérique »⁵⁰ - regroupent pratiquement les non-métaux plus l'arsenic et le tellure. Les leucolythes (qui forment des sels blancs ou incolores) comprennent les métaux qui fondent au-dessous de 25° au pyromètre. Enfin le troisième groupe des chroïcolytes est formé par les « métaux infusibles à cette température » et « qui forment avec ces acides des dissolutions colorées » (d'où leur nom). Ampère prévient les objections que peut susciter le choix de tels critères en invoquant un impératif d'exclusivité pour chaque groupe :

« On m'objectera sans doute que cette propriété de produire un gaz qui puisse subsister en contact avec l'air semble dépendre d'une circonstance peu importante; mais il ne faut pas perdre de vue que, quand dans une classification naturelle on assigne un caractère distinctif à une classe formée d'après l'ensemble des propriétés des corps qu'elle réunit, ce n'est pas parce qu'ils offrent ce caractère qu'on les range dans cette classe, c'est au contraire le caractère qu'on choisit comme propre à les distinguer de tous les autres, parce que l'observation fait voir qu'il leur appartient exclusivement (...) La couleur, par exemple, qu'ils présentent lorsqu'ils sont purs n'est d'aucune importance relativement à l'ordre naturel que nous cherchons à établir entre eux; mais l'observation fait voir que, lorsqu'il s'agit des métaux, on peut tirer un caractère important de la manière dont les dissolutions de ces corps dans des acides incolores agissent sur la lumière; ce caractère semble lié par une loi de la nature, dont la cause nous est inconnue, avec d'autres propriétés, et surtout avec le degré de fusibilité. »⁵¹.

Voici nettement formulées quelques unes des exigences que doit remplir une classification des substances prenant en compte le maximum d'analogies. Il est clair que cet essai de classification naturelle visait moins à construire un outil pédagogique pour ordonner les chapitres d'un cours ou d'un traité qu'à élaborer un outil d'investigation pour avancer dans la connaissance des lois qui régissent les corps simples. Le programme d'Ampère était

ambitieux, trop ambitieux sans doute. La classification des composés, annoncée dans l'essai de 1816, ne paraîtra jamais.

Cet essai n'eut pas une influence immédiate sur les cours et manuels. Avec sa terminologie un peu pédante et ses nombreuses divisions, la classification d'Ampère n'a pas concurrencé les classifications par dichotomies –combustibles/soutiens de la combustion, métaux /non métaux - plus faciles à mettre en oeuvre. Dans les années 1820, la plupart des auteurs s'alignent sur Thenard. C'est par le biais de la minéralogie que s'amorce le débat sur les classifications.

Classification artificielle vs classification naturelle

L'essai d'Ampère trouve un écho chez François-Sulpice Beudant (1787-1850) qui tente de construire une classification naturelle des minéraux partiellement inspirée des idées d'Ampère dans son *Traité élémentaire de Minéralogie*.⁵² La tentative de Beudant suscite une réaction de Berzelius qui engage la polémique dans les *Annales de Chimie*, en défendant les classifications artificielles, nommément sa propre classification fondée sur la charge électrique des éléments qu'il juge moins artificielle que les prétendues classifications naturelles

« La classification de M. Ampère est très intéressante en ce qu'elle présente un parallèle des corps simples, envisagés sous un certain point de vue; mais elle n'est pas assez indépendante de toute spécialité dans la manière de voir, pour pouvoir être adoptée comme base d'une ordonnance scientifique de ces corps. Il ne faut pas d'ailleurs une grande connaissance de leurs caractères pour trouver que la jonction des extrémités de la série est tout à fait artificielle, en y voyant placés à côté l'un de l'autre, parce qu'ils sont gazeux, trois des corps les plus différents: l'oxygène, l'azote et l'hydrogène. La preuve que ce système est artificiel, c'est qu'on peut en faire plusieurs de ce genre également intéressants par les rapprochements qu'ils présenteront entre les corps; mais où ils seront différemment rangés. »⁵³.

L'essai d'Ampère, en quelque sorte redécouvert par les chimistes lecteurs des *Annales*, devient la référence dans un débat qui oppose les partisans des classifications « naturelles » aux classifications « artificielles ». L'alternative revient à décider de prendre en compte plusieurs caractères dans les classifications naturelles, ou bien un seul caractère – qui peut être l'affinité pour l'oxygène comme chez Thenard ou la charge électrique chez Berzelius – dans les classifications artificielles.

Comme s'ils ripostaient à ces attaques, quelques pharmaciens prennent la défense des classifications naturelles. Nicolas Jean-Baptiste-Gaston Guibourt (1790-1867), pharmacien qui a suivi les cours de Thenard et auteur de plusieurs ouvrages de chimie médicale, ouvre le feu en 1824 au *Journal de Pharmacie*.⁵⁴ Critiquant Berzelius, il propose un système inspiré de la classification d'Ampère qu'il juge « plus philosophique », tout en le modifiant pour intégrer les découvertes récentes. La découverte du sélénium le conduit à transférer le soufre du groupe formé par l'oxygène et l'azote (qu'il rebaptise aérides) vers le groupe des chlorides avec le tellure dont le caractère principal est la propriété d' « acidifier l'hydrogène ». La découverte du lithium potassium et sodium le conduit à réordonner les métaux. Un autre pharmacien, Charles Louis Constant Pauquy (1800-1854), s'engage en faveur des classifications naturelles mais en critiquant celle d'Ampère. Professeur de chimie

et de pharmacie à l'Ecole préparatoire de médecine d'Amiens, il présente à la Société de médecine de cette ville en juin 1827, un essai sur la classification des éléments qu'il inscrit dans un ambitieux projet de formuler les lois générales de la chimie.⁵⁵. Aux yeux de Pauquy, les classifications naturelles offrent bien des avantages : une meilleure connaissance des propriétés, des prévisions d'analogies, des idées d'expériences ; enfin un raccourci remarquable dans l'exposé des connaissances chimiques en ce qu'elles dégagent « des résultats généraux qui peuvent rendre l'étude de cette science beaucoup plus courte ». ⁵⁶ A la différence d'Ampère, il entend fonder sa classification sur des caractères proprement chimiques. D'où trois groupes de corps « acidifiables », « faux-oxydables » et « oxydables ». ⁵⁷ Pauquy maintient néanmoins la distinction entre corps impondérables (électrique, magnétique, lumineux, calorique) et pondérables qu'il divise en « invariables » et « variables ». Il maintient le privilège de l'oxygène qui définit le premier groupe des « Zotides ». ⁵⁸

Bien que les classifications naturelles semblent plus philosophiques que les classifications artificielles, elles ne sont pas au goût de tous les philosophes. Auguste Comte prend nettement parti dans le deuxième volume du Cours de philosophie positive, publié en 1835. Il déclare que la classification d'Ampère « pèche, de la manière la plus sensible, contre le goût et la convenance dans l'art de classer, qui prescrivent, évidemment, de maintenir une certaine harmonie entre le nombre de coupes à établir et celui des objets à ranger ». Par contre, la hiérarchie que Berzelius fondée sur une seule propriété lui paraît très heureuse. « M. Berzelius s'est assuré, dès à présent, l'honneur éternel d'avoir, le premier, dévoilé la vraie nature du problème ». ⁵⁹

La place qu'occupe Ampère dans cette controverse est remarquable : Tous, partisans et adversaires des classifications naturelles, se réfèrent à lui et discutent longuement son essai. Mais alors que pour les premiers il agit comme un ferment, une invitation à chercher une loi générale qui gouverne la multiplicité des substances chimiques, pour les autres, il est la preuve que ce genre de tentative est prématuré étant donné l'état des connaissances en chimie. D'où une attitude caractéristique de renoncement chez les partisans des classifications artificielles. La recherche des analogies naturelles doit être abandonnée car elle conduit à des rapprochements artificiels. Ce reproche, déjà formulé par Berzelius, est développé dans une thèse de médecine en 1833 par Antoine Bussy (1794-1882), professeur de chimie à l'Ecole de Pharmacie de Paris, qui devant le problème inextricable de l'évaluation du degré des analogies, préfère opter pour une classification fondée conjointement sur la charge électrique, comme Berzelius, et sur les réactions avec l'oxygène comme Thenard⁶⁰. Mieux vaut l'artifice que l'arbitraire.

Jouer la carte de l'utilité en renonçant à l'ambition de « naturalité », ce choix n'implique pas cependant un renoncement à l'objectivité. Il faut ici établir une distinction fine entre deux concepts d'objectivité. Pour cerner plus précisément le genre d'épistémologie que cultivent les partisans des classifications artificielles, arrêtons nous un instant sur les positions d'Henri Victor Regnault, auteur de manuels à succès. Dans un article paru aux Annales de Chimie, en 1836, Regnault compare les mérites des classifications rivales⁶¹. La classification naturelle - type Ampère - lui paraît « seule philosophique » mais prématuée. Les classifications artificielles sont beaucoup plus satisfaisantes « si le caractère que l'on a choisi est un des plus importants ». Qu'est-ce qui permet d'évaluer l'importance d'un caractère ? Regnault ne se prononce pas directement mais les critiques qu'il adresse aux classifications

de Berzelius et de Thenard peuvent éclairer sa position. Berzelius est rejeté parce que l'intensité électrique varie suivant une foule de circonstances. Une première exigence sous-jacente est donc la constance du caractère élu. Quant à la classification de Thenard, après les réverences d'usage à l'égard du critère d'affinité pour l'oxygène, Regnault la critique sévèrement. Il juge premièrement que la distinction entre métalloïdes et métaux est « fort difficile à établir, on peut même assurer que, dans l'état actuel de la science, elle est devenue impossible »⁶²; il estime, deuxièmement, que la division des métaux en six classes bafoue quelques analogies et provoque des rapprochements intempestifs. Le terme d'« anomalies » qu'utilise Regnault pour désigner les défauts qu'il énumère montre bien qu'il existe pour lui une norme ou loi générale régissant les analogies constatées dans l'expérience. La préférence pour les classifications artificielles n'exclut pas l'idée d'un ordre naturel. Mais cet ordre global est posé comme inaccessible, au-delà de l'horizon de la science chimique. Ainsi, le débat sur les classifications se ramène finalement à une alternative entre deux stratégies : soit on cherche à découvrir à travers la classification une loi de la nature, de type général, comme la loi de Newton, quitte à tolérer de multiples désaccords locaux avec l'expérience (c'est la voie que suivra résolument Mendeleev en 1869) ; soit on cherche à tisser localement les mailles d'un réseau d'analogies en résorbant une à une les anomalies, en adoptant plusieurs parti-pris successifs afin de les compléter ou corriger l'un par l'autre. Bref, on cherche l'objectivité par localités, par plaques, en repoussant toujours à l'horizon l'intégrale des points de vue. Les partisans des classifications naturelles veulent faire de la chimie une science du général, à l'image de la mécanique, par exemple, qui soumet le multiple à l'unité d'une loi. Les partisans des classifications artificielles plongent résolument la chimie dans le particulier, le multiple et ne trouvent d'ordre que local. Pour les uns, l'objectivité passe par la rationalité et elle implique un engagement de la part du chimiste qui doit, en l'absence d'évidence expérimentale, exercer son jugement pour assigner les éléments à une famille. Pour les autres, l'objectivité passe par la conformité avec les faits et elle implique un engagement du chimiste sur le choix d'un critère.

C'est à ce second genre d'objectivité qu'aspire Regnault quand il se lance dans une campagne de recherches concernant l'action de la vapeur d'eau sur les métaux afin de réduire les anomalies constatées dans la classification des métaux par Thenard. Il la corrige en ajoutant au critère d'affinité pour l'oxygène le critère de la décomposition de l'eau par les métaux. Ainsi amendée la classification de Thenard servira longtemps encore de modèle si bien que ce mémoire de 1836 joue un rôle important dans le triomphe des classifications artificielles.

En 1841, Ferdinand Hoefer aborde la question à la fois en chimiste auteur de manuel et en historien de la chimie. Le fascicule qu'il consacre à cette question - encore peu exploité par les historiens - constitue un document précieux tant du point de vue épistémologique qu'historique⁶³. Hoefer y esquisse une histoire des classifications en chimie. Tout en célébrant Lavoisier fondateur de la chimie, il admet que Lavoisier et les réformateurs de la nomenclature n'ont pas résolu le problème, bien distinct quoique solidaire, de la classification. Pour Hoefer, une bonne classification doit non seulement faciliter l'étude en soulageant la mémoire mais aussi satisfaire l'entendement. Avouant sa préférence pour les classifications naturelles, il annonce la fin du règne de la classification de Thenard, tout en ménageant Berzelius car il a tenté de trouver un moyen d'échapper à la division entre métaux et non-métaux. Or cette frontière, de plus en plus impossible à tracer du fait que les

« nouveaux métaux » (lithium, potassium, magnésium, uranium, etc). ne cadrent plus avec la définition classique des métaux comme « élastiques, sonores, malléables, ductiles », et que certains corps comme l'arsenic ou l'antimoine sont candidats pour les deux catégories, est la cible principale à abattre.⁶⁴ C'est pourquoi Hoefer distingue onze classes en fonction de l'isomorphisme et des propriétés chimiques des corps. Tout en reconnaissant les difficultés que pose une classification naturelle, Hoefer juge l'entreprise valable à trois égards : utile pour l'enseignement, car elle soulage la mémoire et l'attention; profitable pour la recherche, car elle indique d'avance ce qui reste à découvrir ; et enfin intéressante d'un point de vue pratique car une classification naturelle suggère de chercher de possibles substituants des corps dans une même famille.

A nos yeux, la controverse entre classifications naturelle et artificielle rejoue une fois de plus l'identité et l'autonomie de la chimie. Mais elle n'est pas vécue comme telle par les protagonistes. Le livre d'Hoefer montre que pour les auteurs de manuel, la question de la classification se pose en termes essentiellement pragmatiques : comment ordonner les connaissances, faire apprendre la chimie, soulager la mémoire.

A qui revient la victoire ?

L'essai d'Ampère qui n'avait d'autre finalité que d'orienter l'investigation chimique inspire les auteurs de manuels dans les années 1830. César Mathurin Despretz (1791-1863), collaborateur et protégé de Gay-Lussac, « répétiteur » de chimie à l'Ecole Polytechnique, entend faire « en chimie ce qu'on a fait depuis long-temps en botanique et en histoire naturelle ». Au lieu de ranger les corps d'après leur affinité pour l'oxygène, pour l'hydrogène ou pour tel autre corps, dans ses *Eléments de chimie théorique et pratique*, publiés en 1829, Despretz les classe par familles, en fonction des degrés d'analogies. Il justifie ce choix par des motifs pédagogiques. Tout en louant les mérites du plan de Thenard, il explique que « dans l'état actuel de la chimie, où la mémoire la plus heureuse succombe sous la multiplicité des faits, les familles naturelles doivent, à mon avis, être préférées, en ce qu'elles dispensent d'entrer dans le détail de toutes les propriétés de chaque corps ». La classification naturelle facilite la tâche des élèves « en leur donnant des idées générales, en leur faisant connaître des rapports que les classifications artificielles ne sauraient leur montrer. Cette méthode paraît surtout avoir un grand avantage dans l'enseignement élémentaire, où l'on ne peut entrer dans tous les détails, et où l'on se borne à faire connaître les faits principaux, et les lois qui s'en déduisent ».

Présentée comme un raccourci, comme un moyen de surmonter le style descriptif de l'« histoire de chaque substance » au profit de visions d'ensemble, la classification naturelle devient un puissant outil pédagogique. Etant donné que la question de l'enseignement était toujours mise en avant par Thenard et ses continuateurs, la controverse sur les classifications chimiques se déplace ainsi sur le terrain de la didactique. Le choix de telle ou telle classification résulte alors d'un processus de négociation entre des exigences pour le moins hétérogènes, telles que le respect des analogies constatées expérimentalement, et le respect dû aux puissants comme Thenard, le souci de suivre l'actualité de la recherche et le souci de faciliter l'apprentissage de la chimie. Despretz a ainsi constitué quatorze familles pour la chimie minérale : cuproïdes, chloroïdes, sulfuroïdes, carbonoïdes, chromoïdes, etc... . Il

commence par les non-métaux puis admet une classe intermédiaire entre non-métaux et métaux et enfin il distribue les métaux en neuf familles. C'est une tentative assez poussée de classification naturelle des métaux puisque leur organisation interne est fondée sur leur réaction avec l'oxygène et leur action sur l'eau à différentes températures (comme dans les classifications artificielles de Thenard, de Dumas et de Regnault) mais aussi sur leur résistance à la dissolution sous l'action des acides, sur la formation de sels stables, et enfin la précipitation ou la non précipitation des solutions. Dans la partie chimie organique, après avoir distingué des catégories de composés suivant qu'ils contiennent ou non de l'azote, Despretz les subdivise en « corps acides, neutres ou indifférents, et alcalins ». D'où une dizaine de familles de chimie organique (acétoïdes, tatraoïdes, citronoïdes, etc).

Tableau 3
Classification de Despretz

1e famille::	<i>Chloroïdes</i>	Cl, Br, F, I.
2e famille::	<i>Sulfuroïdes</i>	S, Se, Te:
3e famille::	<i>Carbonoïdes</i>	C, B, Si.
4e famille::	<i>Azotoïdes</i>	N, P, As
5e famille::	<i>Chromoïdes</i>	Cr, W, Mo, Columbium; + Ti
6e famille::	<i>Stannoïdes</i>	Sn, Sb, Os.
7e famille::	<i>Auroïdes</i>	Au, Ir.
8e famille::	<i>Platinoïdes</i>	Pt, Rh.
9e famille::	<i>Argyroïdes</i>	Ag, Hg, Pd.
10e famille::	<i>Cuproïdes</i>	Cu, Pb, Cd, Bi.
11e famille:		Fe, Co, Ni, Zn + Mn, U, Ce
12e famille::	<i>Aluminoïdes</i>	Al, Be, Y, Zr
13e famille::	<i>Baroïdes</i>	Mg, Ca, Sr, Ba.
14e famille::	<i>Potassoïdes</i>	Li, Na, K

.Pour chaque famille, il suffira d'étudier à fond le « chef de famille » lequel donne son nom à tout le groupe. Ainsi un élément individuel devient en quelque sorte modèle, comme le souhaitait Ampère. Cette démarche qu'on appellera « typologique » est un levier pour toute tentative de classification naturelle. La notion de type, déjà utilisée par des naturalistes comme Cuvier, sera mise à profit par Alexander Williamson et Charles Gerhardt pour classer les composés organiques. En attendant, elle attire un jeune auteur-professeur très audacieux dans le camp des classifications naturelles. Dès le début de sa carrière, Baudrimont s'est enthousiasmé pour les travaux d'Ampère et s'est donné comme mission de les perfectionner.⁶⁵. Sur la base d'une approche moléculaire cristallographique inspirée d'Ampère, il a ainsi élaboré une théorie qui distingue clairement atome et molécule à une époque où cette distinction était loin d'être acceptée par la communauté des chimistes. Et comme Ampère, il souhaite ardemment développer une classification naturelle en chimie. Il donne un première classification des composés en 1838 lors d'un concours pour une chaire de chimie organique à la Faculté de médecine de Paris, qui revint finalement à Dumas. Baudrimont développe ensuite son esquisse de classification dans deux traités successifs

publiés respectivement en 1839 et 1844-46.⁶⁶ Sa classification se fonde sur la notion de « corps isodynamiques », qu'il définit ainsi : « l'ordre et le type des molécules se trouvant déterminés par le nombre et l'arrangement de leurs parties constituantes, on comprendra facilement que des corps de natures différentes puissent jouer des rôles semblables dans la construction de ces espèces de systèmes mécaniques. C'est à ces corps jouissant d'une même puissance que je donne le nom de corps isodynamiques. »⁶⁷. Puisqu'un même élément peut révéler plusieurs puissances suivant le composé où il est engagé, Baudrimont n'hésite pas à faire figurer certains éléments en plusieurs familles. Il construit ainsi un système à quatorze familles comprenant de nombreuses répétitions et conclut qu'il est encore prématûr d'enseigner la chimie selon une telle méthode.

Cette opinion sur l'opportunité des classifications naturelles pour l'enseignement est assez proche de celle de Dupasquier. Dans le premier volume de son *Traité élémentaire de chimie industrielle* (le second n'étant jamais paru du fait de sa mort soudaine en 1848)⁶⁸, Dupasquier déclare que la classification naturelle est la plus logique mais qu'elle est difficilement praticable car « il y a un passage presque insensible des propriétés d'un corps à celles d'un autre corps, ce qui établit entre tous une liaison générale, et, par suite, l'impossibilité d'un groupement parfait ou satisfaisant de tous points ». Aussi propose-t-il une solution mixte :

« Toutes les tentatives pour établir une bonne méthode naturelle ayant échoué, et l'adoption d'une méthode purement artificielle étant peu convenable pour la classification des corps simples chimiques, nous ne voyons pas qu'il y ait nécessité de changer la division généralement adoptée de ces corps en métalloïdes et métaux, et celle de ces derniers en classes ou sections. Seulement nous établirons aussi des sections parmi les métalloïdes en combinant la méthode naturelle et la méthode artificielle. Nous ne donnerons pas ces divisions comme essentiellement bonnes, mais seulement comme très-convenables pour faciliter l'étude de ces corps. »⁶⁹

Dupasquier adopte une classification naturelle pour les non-métaux et, bien que le volume consacré aux métaux ne soit pas rédigé, on présume qu'il les aurait présentés suivant la classification de Thenard. Favrot, en 1841, adopte une solution mixte du même genre et justifie l'abandon de la classification naturelle dans l'étude des métaux : « Cette classification [d'Ampère] offre l'inconvénient de ne laisser dans l'esprit aucun caractère saillant qui puisse distinguer une famille d'une autre; c'est pour cela qu'on doit préférer celle de M. Thenard, telle qu'elle a été modifiée par M. Regnault; nous sommes même convaincus qu'elle sera généralement adoptée, parce qu'elle est fondée sur des caractères faciles à retenir, et qu'elle indique en même temps l'ordre d'affinité du corps pour l'oxygène. »⁷⁰

A qui donc revient la victoire ? En apparence, les partisans des classifications naturelles, déboutés par trop de difficultés et trop de décisions arbitraires, ont battu en retraite. Leur déroute semble complète si l'on songe qu'ils adoptent finalement la dichotomie entre métaux et non-métaux qui fut précisément l'un des principaux chefs de la critique des classifications inspirées de Thenard.

Une solution bâtarde

Le paradoxe est que cette dichotomie qui ne satisfait ni les partisans des classifications naturelles ni ceux des classifications artificielles est consacrée par le compromis qui

triomphe dans les années 1840. La plupart des auteurs adoptent, en effet, la classification naturelle pour les non-métaux et la classification artificielle pour les métaux. Cette double solution devient la règle dans les livres d'enseignement, surtout après la révision de la classification de Thenard par Regnault. Comment une solution aussi bâtarde a-t-elle pu être consacrée dans l'enseignement de la chimie et y demeurer pendant près d'un demi-siècle? Cela semble incompréhensible. Faut-il invoquer le phénomène bien connu du provisoire qui dure et ajouter à cette pseudo-explication le système mandarinal français qui élève Jean-Baptiste Dumas au rang de « pape » de la chimie française ?

On a vu que durant la longue période où il publie les huit volumes de son traité de 1828 à 1846, Dumas occupe les chaires les plus prestigieuses et il devient peu après le personnage clé du système éducatif. C'est pourquoi les choix qu'il fait dans ce traité font autorité. Quand il met le livre en chantier, Dumas est fermement décidé à s'appuyer sur une classification naturelle. Il introduit, dès l'abord, plusieurs critères : le premier, il propose de considérer le nombre d'atomes qui se combinent avec un atome d'hydrogène et il ajoute d'autres critères tels la formation de composés analogues ou la formation de composés isomorphes. D'où une classification des non-métaux en cinq groupes⁷¹ :

Tableau 4
Classification des non-métaux par Dumas

1 Genre:	Hydrogène
2 Genre:	F, Cl, Br, I
3 Genre:	Se, S, Appendice: O
4 Genre:	P, As, Appendice: N
5 Genre:	B, Si, Appendice: C

Dans le second volume, publié en 1830, Dumas signale que la classification des métaux est une question difficile du fait des propriétés particulières de chacun d'eux : « Ces variations rendent l'étude générale des métaux à la fois plus nécessaire et plus difficile. Il est donc important d'y introduire un ordre sévère qui en simplifie la marche et qui permette d'étudier toutes ces propriétés dans ce qu'elles ont de général. »⁷² Après avoir rappelé leurs propriétés générales - malléabilité, ductilité, conductivité thermique etc. - Dumas considère puis rejette une classification suivant les propriétés électriques, qu'il juge trop mal connues⁷³. Il est manifeste qu'en 1830 Dumas espérait encore parvenir à élaborer une classification naturelle des métaux puisqu'il déclare qu'une classification utile « sous le point de vue chimique »devrait mobiliser l'ensemble de leurs propriétés et non quelques unes seulement. Il ne cache pas son insatisfaction à l'égard de la classification de Thenard : « Ainsi, que l'on classe les métaux selon leurs divers rapports avec l'oxygène, et l'on trouvera cette classification bonne dans toutes les réactions où l'oxygène interviendra; mais elle ne le sera plus pour le cas où ce corps ne fera point partie des matières employées. »⁷⁴.

Tout comme Lavoisier estimait en 1780 qu'il fallait refaire toutes les expériences de chimie pour écrire un traité élémentaire, en 1830, Dumas estime que pour parvenir à une classification correcte, il faudrait analyser les réactions des métaux avec un grand nombre de substances afin de les grouper par analogies. L'objectif serait d'obtenir pour tous les éléments des groupements aussi solidement établis que les triades déjà bien connues :

potassium, sodium, lithium ou encore baryum, strontium, calcium Ces deux groupes satisfont, en effet, plusieurs critères : tous sont capables de décomposer l'eau à froid, ils forment les mêmes oxydes et les mêmes sels, tous isomorphes. Dumas annonce donc qu'il proposera une classification naturelle des métaux : « Dans le troisième volume de cet ouvrage, on trouvera les métaux disposés sous ce point de vue, d'après les faits qui me sont connus et que j'ai essayé de grouper de la manière la plus générale et la plus concise. »⁷⁵.

Mais la promesse ne fut jamais tenue. Dans le troisième volume, paru en 1831, Dumas se contente d'une classification à la manière de Thenard, en dépit des réticences qu'il avait exprimées à son égard. Il emprunte à Thenard la distribution en six classes combinant les trois critères suivants : 1.- « la manière dont ils se comportent relativement à l'oxygène gazeux » 2.- « la facilité plus ou moins grande qu'on éprouve à ramener ces oxydes à l'état métallique » 3.- « par l'action des métaux sur un oxyde déterminé ». ⁷⁶.

Tableau 5
Classification des métaux par Dumas

1e section	Absorbent l'oxygène à toute température et décomposent Ca, Sr, Ba, Li, Na, K l'eau à la température ordinaire
2e section	Absorbent l'oxygène et décomposent l'eau à une Mg, Be, Y, Al, Zr. température supérieure au point d'ébullition et inférieure au rouge:
3e section	Absorbent l'oxygène aux températures les plus élevées mais ne décomposent pas l'eau à la température du rouge : Mn, Fe, Sn, Co, Ni, Cd (avec un léger doute sur les trois derniers, déjà manifesté par Thenard).
4e section	Peuvent absorber l'oxygène à la température la plus élevée mais ne décomposent jamais l'eau :
5e section	Ne peuvent absorber l'oxygène qu'à température élevée et ne décomposent pas l'eau. les oxydes sont réduits à température élevée : Mo, Cr, W, Co, Sb, U, Ce, Ti, Bi, Cu, Te, Pb. Hg, Os.
6e section	N'absorbent pas l'oxygène, ne décomposent pas l'eau et les oxydes sont réduits en dessous de la température du rouge : Ag, Pd, Rh, Pt, Au, Ir.

La seule différence importante par rapport à la classification de Thenard concerne l'arsenic que Dumas range parmi les non-métaux alors que Thenard le rangeait parmi les métaux. Quoique minime en apparence, cette modification révèle un changement d'attitude car le transfert de l'arsenic est une condition nécessaire pour constituer la famille arsenic-tellure. Cette initiative, qui se généralise dans les manuels des années 1840, porte la marque visible de l'essai avorté d'une classification naturelle de tous les éléments chimiques.⁷⁷

On voit donc que la controverse au sujet des classifications en chimie s'est achevée sur une solution bâtarde – une sorte de partition du territoire de la chimie entre les deux camps. L'origine de cette situation se trouve dans la tentative inaboutie d'un chimiste individuel mais suffisamment puissant pour influencer le cours de l'enseignement. De même que le renoncement de Dumas à l'hypothèse d'Avogadro-Ampère en 1836 entraîne un recul général de l'atomisme en France, de même la solution bâtarde à laquelle il parvient en matière de classification semble avoir un effet d'entraînement.

Aussi convaincant que paraisse l'argument de l'autorité mandarinale de Dumas, il est

néanmoins insuffisant pour expliquer le ralliement d'une majorité d'auteurs, en l'absence de directives officielles. Comment un tel compromis entre classification naturelle et artificielle a-t-il pu faire l'objet d'un consensus ?

C'est la nature de ce consensus qu'il faut analyser. Tout d'abord, il n'interdit pas les critiques, ni même la recherche d'une meilleure classification. Dumas et Regnault, par exemple, entreprennent tous deux des campagnes d'expériences sur la classification qu'ils publient dans des journaux de recherche sans les intégrer dans leurs manuels⁷⁸. Plus la quête d'une classification devient pressante, plus le problème est enterré dans les livres. La classification mi-naturelle, mi-artificielle est en quelque sorte « naturalisée » par sa présence dans les livres d'enseignement. Le conflit entre le naturel et l'artificiel n'est même pas mentionné et le lecteur n'en saura rien. La contradiction entre les critères adoptés pour classer les non-métaux et pour classer les métaux est, en effet, dissimulée dans les manuels par l'usage des noms propres : on emprunte la classification des non-métaux à Dumas et celle des métaux à Thenard, revu et corrigé par Regnault. On finit même par oublier que la classification des substances fût un problème toujours ouvert et la solution bâtarde - toute provisoire - se pérennise. Le consensus qui s'établit sur cette formule révèle donc une conséquence majeure de l'évolution des livres de chimie sous l'effet de la segmentation des publics : la séparation des problèmes traités dans la recherche et dans les manuels. La formule bâtarde ne satisfait aucun chimiste mais elle est acceptable dans la mesure où la plupart des analogies entre éléments sont respectées. Elle suffit malgré son inconsistance. Le consensus qui s'établit parmi les auteurs français contribue à diffuser un sentiment profond de l'imperfection de la chimie. Il n'est pas question d'un état de crise mais plutôt d'un scepticisme un peu désabusé.

En général les traités de chimie du milieu du siècle – de Regnault, Pelouze et Frémy, Cahours et d'autres encore - commencent par l'étude des métalloïdes rangés suivant les critères mis en place par Dumas et ne soulèvent explicitement la question de la classification des corps simples qu'au moment d'aborder l'étude des métaux. C'est alors qu'en rappelant les tentatives avortées pour parvenir à une classification naturelle, ils se replient sur une classification artificielle en précisant qu'elle remplit les exigences de l'enseignement même si, du point de vue scientifique, elle est sans fondement. C'est ainsi que la solution bâtarde adoptée par les chimistes a contribué à renforcer et ancrer dans les mentalités l'idée d'un fossé entre la science enseignée et la science en train de se faire.

La solution bâtarde est encore en vigueur dans l'enseignement à la fin du XIXe siècle et ne commencera à être concurrencée par la classification périodique de Mendeleev que dans les années 1880 pour l'enseignement supérieur et dans les années 1890 pour l'enseignement secondaire⁷⁹. Elle n'est pas détrônée pour autant car les premiers chimistes français qui présentent la classification de Mendeleev ne lui consacrent que quelques lignes – au mieux quelques pages- et l'introduisent non pour classer leurs chapitres mais pour confirmer la théorie atomique. Paul Schützenberger, par exemple, évoque la classification périodique dans son Traité de chimie générale en 1880, Edouard Grimaux l'expose dans son cours à Polytechnique en 1882 mais aucun des deux ne la perçoit comme « la » classification naturelle tant recherchée⁸⁰. Même s'ils en soulignent les mérites et les avantages prédictifs, ils y voient une classification parmi d'autres et non l'expression d'une loi naturelle, comme le proclamait Mendeleev. C'est que la rivalité entre classifications naturelle et artificielle est depuis longtemps oubliée quand la classification périodique commence à être diffusée en

France, dans les années 1870. Les chimistes parisiens sont déchirés par une autre controverse, qu'on évoquera plus loin, la controverse entre équivalentistes et atomistes qui oppose Berthelot et Sainte-Claire Deville à Charles Adophe Wurtz et ses élèves. Les partisans des deux bords utilisent aussitôt la classification périodique comme une arme de combat. Dans les critères choisis par Mendeleev – le poids atomique et la valence des éléments – les atomistes, Wurtz, Schutzenberger et Grimaux, voient une confirmation magistrale de l'hypothèse atomique. De son côté, Berthelot voit dans la classification périodique une simple collection de familles fondée sur des relations arithmétiques pour servir les hypothèses sur l'unité de la matière, c'est-à-dire les tentatives de réduction de la pluralité des corps simples à un élément primordial, qu'il condamne comme des résidus de pensée alchimique⁸¹. Encore faut-il ajouter que la division entre métaux et métalloïdes a de beaux jours au XX^e siècle puisque la classification périodique disparaît à nouveau des livres de chimie après 1904.

Ainsi se révèlent deux effets contradictoires des livres de chimie : d'un côté, ils font avancer l'entreprise de classification en relançant dans les années 1830 la quête d'une classification naturelle ; mais en contraste avec ce pouvoir mobilisateur, ils ont par la suite un effet paralysant puisqu'ils enterrent la quête d'une classification générale et cohérente. Les manuels adoptent et propagent une culture du bricolage, au sens que Levi-Strauss donne à ce terme, comme un assemblage d'éléments hétéroclites en un système. Le bricolage taxinomique des manuels est relativement performant ; du moins suffit-il au projet pédagogique une fois que l'on admet que les besoins de l'élève diffèrent de ceux d'un chimiste professionnel.

Chapitre XI

L'unité de la chimie en question

L'identité de la chimie est un problème permanent que tout auteur d'un livre de chimie aborde en introduction. Les livres du début du XIX^e siècle s'employaient sans cesse à redéfinir les rapports entre la chimie et la physique et ceux de chimie médicale négociaient les frontières entre chimie et physiologie. Lors même que la question des frontières disciplinaires reste un point sensible, dans les années 1840, elle s'efface devant la question de l'unité interne de la chimie comme science, soulevée par l'avènement de la chimie organique, au sens moderne du terme, c'est à dire comme étude chimique des composés du carbone..

L'émergence de la chimie organique peut être décrite - elle a parfois été décrite par les historiens -comme une suite naturelle de la révolution lavoisienne et, en particulier, de la réforme de la nomenclature qui avait éliminé les allusions à l'origine naturelle des substances. Il semble logique, en effet, de voir dans la création d'une branche spéciale pour la chimie des composés du carbone, une victoire des critères issus de la composition chimique sur les critères naturalistes qui firent prévaloir la division en chimie minérale, chimie végétale et chimie animale. Plus récemment, Ursula Klein a décrit l'avènement de la chimie organique comme une rupture avec la culture naturaliste dans laquelle s'inscrivait la tradition de chimie végétale ou animale au profit d'une culture expérimentaliste fondée sur de nouvelles pratiques d'analyse et le recours aux « outils de papier » que sont les formules introduites par Berzelius⁸². Ainsi la chimie renforcerait-elle le profil de science expérimentale, quantitative qu'on lui reconnaît depuis Lavoisier.

Or une étude attentive des manuels publiés dans cette période d'émergence de la chimie organique livre une tout autre vision de cette histoire. A cet égard ils alimentent la révision de l'histoire linéaire de la chimie du XIX^e siècle, déjà amorcée par quelques historiens⁸³. Loin de suggérer une continuité, loin d'encourager l'image d'une chimie sûre d'elle-même et de ses moyens, les manuels livrent une image beaucoup plus hésitante et complexe. Quand l'ordonnance traditionnelle des trois chimies correspondant aux trois règnes cède le pas à la dichotomie minéral – organique, les livres tentent désespérément de surmonter ce schisme et de réunifier la science chimique.

De trois chimies...

L'histoire des livres met en relief un aspect qui n'a jusqu'ici guère retenu l'attention des historiens de la chimie : l'improbabilité de la constitution de la chimie organique en un secteur à part. En effet, les substances végétales et animales posent une question vexante : elles sont si difficiles à nommer et à classer que les réformateurs de la nomenclature en 1787 avaient renoncé à les soumettre aux principes qu'ils avaient établis pour les composés chimiques. Or la question se pose à nouveaux frais dans la rédaction d'un livre.

Retournons aux livres du début du XIX^e siècle : on a vu que, loin d'être évincée par la logique du simple au complexe, la division de la chimie en trois règnes en fut renforcée. On définissait les végétaux comme composés formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène et les substances animales comme composés des trois mêmes éléments plus l'azote. La chimie végétale et la chimie animale formaient les degrés supérieurs dans l'ordre de complexité croissante, et trouvaient logiquement place après l'étude de la chimie minérale qui fournit les briques élémentaires de toute construction matérielle. Le concept de « principe immédiat » - qui, on l'a vu, se définissait par opposition avec le « principe ultime » résultat d'une décomposition violente - tenait alors dans les chimies végétale et animale le même rôle que celui de corps simple dans la chimie minérale. En plus de son efficacité pour délimiter le champ des applications de la chimie à la physiologie, signalée à propos de la chimie médicale au début du XIX^e siècle, ce concept fédérait les chimies animale, végétale et minérale. Un rôle que souligne Lassaigne, après avoir introduit la subdivision en trois règnes :

« Bien que les corps organiques diffèrent essentiellement des minéraux ou corps bruts par leur organisation intérieure, leurs fonctions et leurs propriétés générales, ils s'en rapprochent néanmoins par la nature des éléments qui les composent. La chimie va plus loin que l'observation car elle fait découvrir et isoler les substances les plus simples qui composent les parties des végétaux. C'est à ces substances isolées dont la réunion compose le tissu végétal qu'on donne le nom de principes immédiats des végétaux. »⁸⁴.

Après avoir exposé la classification des corps simples, l'auteur d'un manuel de chimie générale s'attaquait à la classification des principes immédiats. A cet égard, Thenard sera encore une fois de modèle pour plusieurs décennies. Fourcroy classait les principes immédiats sur la base de critères divers – tenant compte de la composition chimique, des propriétés physiques, mais aussi dans le cas des acides végétaux de leur origine naturelle ou artificielle. Suite aux travaux de Gay-Lussac et de Thenard, on classe les substances végétales exclusivement sur la base des critères de composition chimique en appliquant toujours le critère de réactivité avec l'oxygène. L'unité de la chimie semblait alors solidement établie. D'autant plus que la démarche de Thenard dans la classification des végétaux est plus assurée que dans la classification des corps simples. Alors que dans l'analyse fine de la classification modèle de Thenard, on a souligné que derrière le critère général de la réactivité avec l'oxygène se cachaient, à chaque étape, de nombreuses décisions, des choix à faire, pour les substances végétales la démarche est plus systématique. Classer n'est plus une affaire de jugement, de choix, d'appréciation, c'est l'application de trois lois :

« Première loi : une substance végétale est toujours acide, toutes les fois que dans cette substance l'oxygène est uni à l'hydrogène dans un rapport plus grand que dans l'eau. Deuxième loi : une substance végétale est toujours résineuse ou huileuse ou alcoolique, etc, toutes les fois que dans cette substance l'oxygène est à l'hydrogène dans un rapport plus petit que dans l'eau. Troisième loi : une substance végétale n'est ni acide, ni résineuse, et est analogue au sucre, à la gomme, à l'amidon, au sucre de lait, à la fibre ligneuse, au principe cristallisant de la manne, toutes les fois que dans cette substance, l'oxygène est à l'hydrogène dans le même rapport que dans l'eau. »⁸⁵

A vrai dire, le concept de principe immédiat fonctionnait mieux dans la chimie végétale que dans la chimie animale. La plupart des traités consacrent la section chimie animale à l'analyse de solides et de fluides produits par le corps humain. L'urine, les calculs urinaires et biliaires, qu'Orfila a longuement étudiés, sont les vedettes de la chimie animale. L'intérêt médical de telles analyses est tel qu'il relègue au deuxième plan les problèmes de classification en fonction de critères chimiques et laisse la prépondérance aux critères physiologiques. Un changement que Lassaigne présente en ces termes :

« Nous avons suivi, à l'égard de la chimie organique animale, une méthode un peu différente de la précédente [chimie végétale]. Après avoir fait connaître les principes immédiats qui forment la base des solides et des fluides qui entrent dans la composition des corps des animaux vertébrés, nous reprenons en particulier l'histoire chimique de chaque fluide et solide de l'organisation, en exposant leur composition dans l'état normal, et les altérations qu'ils sont susceptibles d'éprouver sous diverses influences physiologiques et pathologiques. »⁸⁶

Ainsi tempérée par les intérêts afférant aux usages médicaux, la tripartition de la chimie a triomphé jusqu'aux années 1830 garantissant ainsi l'unité et la cohérence d'une science organisée selon l'ordre de complexité croissante des composés.

A deux chimies ...

Si les critères de composition ont permis une harmonieuse redistribution de la chimie selon les trois règnes de la nature au début du XIX^e siècle, les progrès de l'analyse viennent cependant remettre en question le bien fondé du partage entre ces trois branches. Premièrement, certaines substances végétales comme le gluten et les alcaloïdes contiennent de l'azote. Aussi Despretz souligne-t-il la difficulté, dès 1827.

« Les dénominations de chimie végétale et animale (non azotées et azotées) ne nous paraissent plus fondées aujourd'hui ; car le gluten, les alcalis végétaux appartiennent aux plantes ; les graisses, l'acide formique sont fournis par les animaux : les premiers sont azotés et les autres ne le sont pas. (...) N'est-il pas plus convenable de réunir les corps qui ont une composition semblable quelle que soit leur origine ? C'est ainsi qu'on procède en chimie minérale. »⁸⁷.

Certains auteurs, comme Orfila s'en tirent en créant un groupe intermédiaire de « principes végéto-animaux ». Cette classe devient si importante au fil des ans que, dans la septième édition du traité d'Orfila, elle occupe à peu près un tiers de l'espace alloué aux substances organiques. Devant la multiplication de telles substances, hybrides en quelque sorte, l'expression « chimie organique » déjà utilisée, par Berzelius notamment, pour désigner l'ensemble contenant la chimie végétale et la chimie animale, tend à se substituer aux deux

sous-ensembles précédents dans les livres publiés au cours des années 1830. D'où une nouvelle partition de la chimie en deux branches, inorganique et organique. Cette expression « chimie organique » s'est donc imposée au début comme une solution de repli.

Le caractère un peu bâtarde de cette catégorie n'a pas échappé à l'observation critique de Comte. Dans la 39^e Leçon du Cours de philosophie positive, Comte souligne que, suivant les critères de composition, cette distinction est non fondée : il n'y a qu'une seule chimie avec une hiérarchie d'ordres de complexité croissante. Partout opèrent les mêmes lois de composition et de combinaison. Comte dénonce donc avec vigueur la « vicieuse organisation du travail scientifique » qui se met en place sous ses yeux et prescrit à la chimie organique de se cantonner à l'analyse des produits morts ou des substances végétales⁸⁸. Comte redoute un empiètement des chimistes sur le terrain du vivant et leur reproche de vouloir tout réduire - bile, sang, ou sève - à la morne répétition de quelques éléments uniformes. L'argument n'est sans doute pas original mais il attire l'attention sur le fait qu'en 1835, tant que prévalent les seuls critères de composition, rien ne justifie, à première vue, la création d'une spécialité telle que la chimie organique. C'est la même chimie appliquée aux composés végétaux et animaux ; les mêmes objectifs d'identification et de dosage des constituants. Or ces objectifs sont de mieux en mieux atteints grâce aux appareils d'analyse mis au point par Liebig pour le dosage du carbone et de l'azote par Dumas. Mais précisément, ce qui échappait à l'observation d'un observateur extérieur comme Comte, c'est que grâce à ces techniques fines d'analyse le nombre des composés organiques connus augmentait rapidement et suscitait des espoirs industriels aussi bien que pharmaceutiques. Comment mettre de l'ordre dans une telle jungle, pour en faciliter l'accès aux étudiants et fabricants ?

A cette difficulté interne s'ajoute un problème d'adaptation au public destinataire. Pour les pharmaciens, médecins, vétérinaires, l'origine végétale ou animale des substances est ce qui les conduit à la chimie. La distinction des trois chimies, en fonction des trois règnes, garde donc un sens à leurs yeux, même si, du point de vue de la composition, elle ne se légitime plus. Aussi n'est-il pas étonnant que l'on constate certaines hésitations chez les auteurs de manuels. On a signalé que Thenard substitue le titre « chimie organique » aux deux expressions « chimie végétale » et « chimie animale » dans la dernière édition de son traité. Mais Orfila, qui avait renoncé aux catégories de chimie végétale et animale dans la septième édition de son traité en 1843 y revient dans la huitième et dernière édition en 1853. Les futurs médecins s'y reconnaissent sans doute mieux que dans la jungle dense des composés du carbone. Lassaigne, quant à lui, surajoute le titre « chimie organique » en conservant ses deux sections « chimie végétale » et « chimie animale » jusque dans les années 1850, alors que la chimie organique - redéfinie comme étude des composés carbonés - est déjà constituée en sous-discipline.

Le processus de redéfinition s'opère entre 1835 et 1845 à la faveur d'un glissement du concept de « principe immédiat » qui était le pilier des chimies végétale et animale à celui de « radical ». D'abord conçu en termes d'analyse, comme un résidu de décomposition commun à plusieurs substances, le radical permettait de se représenter la constitution d'un composé sous forme binaire, comme dans la chimie minérale régie par la théorie dualiste électro-chimique de Berzelius – selon laquelle c'est la charge électrique positive ou négative des constituants qui détermine leurs combinaisons chimiques. Mais par la suite le radical devient un invariant par substitutions quand Auguste Laurent et Dumas ont formé la théorie des substitutions. C'est une nouvelle façon d'envisager la constitution des composés du carbon,

fondée sur l'interprétation d'expériences où le chlore prend la place de l'hydrogène dans un composé et forme un nouveau composé - comme l'acide chloracétique par exemple à partir de l'acide acétique. Comme le chlore électronégatif peut remplacer atome par atome l'hydrogène, très électropositif, sans changer radicalement les propriétés du composés, la théorie électrochimique est fortement menacée. D'où une violente controverse entre les trois grands ténors de la chimie : Berzelius, Dumas, et Liebig. Cette querelle entre trois stars internationales est bien connue des historiens de la chimie et on n'y reviendra⁸⁹. Mais comment les protagonistes de la controverse ont-ils présenté la chimie organique aux étudiants durant la bataille? Comment rédiger un livre sur une science en pleine crise, surtout quand on est l'un des protagonistes de la controverse ? Berzelius est alors trop âgé pour entreprendre un traité mais Dumas et Liebig étaient tous deux occupés à la rédaction d'un traité de chimie organique. Aussi fournissent-t-ils un cas intéressant pour discuter la question générale des rapports entre manuels et controverses. On se rappelle que pour Kuhn, le manuel a pour mission d'exposer les bases stables du paradigme, afin de « perpétuer la science normale » ; il occulte systématiquement les révolutions passées et a fortiori celles qui sont en cours. Dumas et Liebig confirment-ils la vision kuhniennne ?

Abordant la chimie organique dans le volume V de sa Chimie appliquée aux arts, en 1835, Dumas exprime son angoisse au moment d'écrire un traité sur des connaissances mouvantes.

« L'objet de ce livre, écrit-il , consiste à faire connaître les substances organiques envisagées sous un point de vue purement chimique. C'est une tâche pénible à remplir que celle qui consiste à tracer l'histoire de ces corps, au moment où chaque jour amène des découvertes ou des modifications sérieuses dans cette branche de nos connaissances.⁹⁰ »

Dumas avance prudemment « dans les replis si obscurs encore de la science », et prétend ne livrer que des classements provisoires. Il s'excuse par avance des rapprochements ou prévisions qu'il ose se permettre à l'occasion : « ce ne peut être qu'à titre de renseignements propres à fixer l'attention des jeunes chimistes qui désirent des sujets de recherche ». De fait, en rédigeant ce livre Dumas s'efforce de définir ce qu'il faut entendre par « substance organique ». Il ne dissimule ni la difficulté d'éviter les empiètements sur la physiologie végétale et animale, ni l'arbitraire de la frontière entre l'inorganique et l'organique. « On entend par substances organiques les matières chimiques définies qui se trouvent toutes formées dans les êtres organisés, ou qui proviennent de celles-ci par des modifications que chaque jour nous apprend à varier davantage »⁹¹. L'organique est toujours défini par l'origine des substances, mais la définition n'est pas absolue et semble un expédient provisoire. « Si je n'ai pas confondu les matières organiques et inorganiques, dans cet ouvrage, ajoute aussitôt Dumas, c'est seulement parce que l'état de la science ne permet pas d'assigner à ces dernières le rang précis qu'elles doivent occuper. Il ne faudrait donc pas, de la séparation que j'ai mise entre elles, tirer la conséquence qu'elles doivent réellement être séparées par leur nature intime. »⁹². Ainsi Dumas n'hésite pas à laisser entrevoir au lecteur le climat de crise et suggérer une remise en question des catégories de base qui structurent la discipline.

Tout autre est l'attitude de Liebig dans le Traité de chimie organique, traduit et commenté par Charles Gerhardt. Liebig redéfinit la chimie organique sur la base de la notion de radical, élaborée par lui-même: « La chimie organique est la chimie des radicaux composés » Il les conçoit comme les équivalents des corps simples pour la chimie organique : ce sont des

entités discrètes, stables dont l'existence est hypothétique mais probable : « En chimie minérale, les corps simples nous fournissent les éléments nécessaires pour constituer les divers groupes de combinaison; en chimie organique, nous sommes forcés de prendre pour point de départ certains composés hypothétiques, en faveur de l'existence desquels parlent un grand nombre d'analogies. »⁹³ Liebig fonde sa présentation sur le parallèle entre chimie organique et inorganique. Tout fonctionne selon l'ordre de complexité croissante : « Les molécules organiques simples sont des combinaisons d'un élément avec certains corps composés appelés radicaux composés, et jouant le rôle de corps simples, (...) les molécules organiques complexes sont formées par la réunion de plusieurs de ces radicaux ou par celle de leurs combinaisons avec d'autres corps. »⁹⁴ Les combinaisons organiques peuvent donc s'écrire de manière binaire avec des formules dualistes, à la manière de Berzelius, et pour renforcer encore le parallèle, Liebig suggère d'utiliser des initiales pour les radicaux comme on le fait pour les corps simples. Bref, du connu à l'inconnu, Liebig avance d'un pas ferme et assuré sur les bases de la tradition. Point de doutes, ni de tourments, chez Liebig. Point d'hésitations apparentes. Liebig « perpétue la science normale » sans laisser soupçonner un climat de crise. On pourrait bien sûr éclairer ce contraste d'attitude en invoquant la différence de personnalité des deux auteurs, mais d'après leurs correspondances et leurs multiples affrontements Dumas et Liebig semblent deux personnages aussi sûrs d'eux-mêmes et aussi puissants l'un que l'autre. C'est plutôt la conception qu'ils se font d'un livre et de ses usages qui semble les opposer. Pour Dumas l'écriture d'un traité est une occasion de réflexion sur l'ensemble de la discipline, un lieu d'interrogation sur les concepts de base. Pour Liebig, ce genre de question se débat ailleurs, dans la correspondance ou le dialogue. Un livre de chimie organique poursuit un autre but : attirer à la chimie les médecins, les vétérinaires et les agriculteurs. C'est un outil d'intéressement plus qu'un espace de réflexion. Puisque l'expression « chimie organique » n'est guère attirante, Liebig s'en tire astucieusement par un recours aux vieilles catégories de chimie appliquée à la physiologie. D'où ses deux livres fameux: *Die Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie* (Braunschweig, 1840) traduit par Charles Gerhardt sous le titre *Chimie organique appliquée à la physiologie végétale et à l'agriculture* (Paris, 1841) et son pendant pour l'autre règne *Die Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie* (Braunschweig, 1841) qui ne fut pas traduit en français. Liebig n'hésite pas à rédiger des introductions aux accents révolutionnaires pour intéresser diverses catégories de public. Comme le souligne justement William Brock, biographe de Liebig, le premier ouvrage traite des transformations chimiques dans les organismes vivants aussi bien végétaux qu'animaux⁹⁵. Mais la référence au public destinataire a primé sur la logique du contenu.

Pour une seule chimie

Il est difficile d'évaluer l'impact des publications de Liebig sur l'ensemble de la communauté des chimistes français, et même sur les choix d'écriture de son traducteur français, Gerhardt. Car ce dernier semble plutôt répondre aux interrogations angoissées de Dumas quand il entreprend à l'occasion d'un premier livre de reconstruire les notions de base de la chimie organique. Issu de son enseignement à la faculté de Montpellier, le *Précis*

de chimie organique est publié en 1844 et ne semble pas avoir eu beaucoup de succès. Gerhardt entreprend une reconstruction de la discipline sur la base de l'exposé de la théorie unitaire de la combinaison chimique.

Afin de redéfinir la chimie organique, Gerhardt brosse une vaste fresque de philosophie naturelle dans l'avant-propos. La nature mise en scène compte cinquante-six éléments mais avec quatre d'entre eux seulement – carbone, hydrogène, oxygène, azote - elle produit toute la variété des êtres organisés. Gerhardt les nomme donc « éléments organiques ». Cette expression nouvelle construit une niche pour la nouvelle chimie et commande sa redéfinition :

« La chimie organique a pour objet étudier les corps qui résultent de la combinaison de ces éléments, sous le rapport de leurs propriétés, de leur composition, ainsi que des lois qui président à leurs transformations. Comme toutes les matières organiques sans exception renferment du carbone, elle est la chimie du carbone. Elle n'envisage les matières organiques que dans leurs relations purement chimiques, sans tenir compte du rôle qu'elles remplissent dans l'organisation vivante. Considérées sous ce dernier point de vue ces matières deviennent du ressort de la chimie physiologique. »⁹⁶

Aux risques d'empiètement signalés par Dumas, succède le partage réglé des territoires. Or, l'espace neuf de la chimie du carbone, Gerhardt le dégage non pas à l'aide d'un nouveau concept mais en réactivant de très vieilles notions héritées de la chimie du XVIII^e siècle. L'équilibre de la nature s'obtient par deux forces : la force vitale et l'affinité chimique qui concourent également aux modifications de la matière ; mais travaillent dans des directions opposées. La force chimique travaille à la mort, l'autre à la vie et de leur équilibre dépend la durée de vie des organismes vivants. Loin donc de renverser la force vitale, comme le voudrait la mythologie construite par certains chimistes et par leurs historiens, la chimie organique naissante la remet en pleine actualité.

Une fois installé le territoire de la chimie du carbone, l'essentiel de l'effort de Gerhardt dans son livre suivant, *Introduction à l'étude de la chimie par le système unitaire*, est de restaurer l'unité de la chimie en partant de la chimie organique. Il étend la théorie unitaire à la chimie inorganique dans un mouvement symétrique inverse de celui des manuels de la génération de Thenard. A cette fin, Gerhardt reprend le principe de la classification artificielle de Thenard qui privilégiait deux corps, l'oxygène et l'hydrogène :

« En rapportant aux deux éléments constituants de l'eau tous les autres éléments, suivant l'analogie qu'ils présentent dans leur activité chimique, soit avec l'oxygène, soit avec l'hydrogène, on peut établir deux grandes classes de corps simples : les éléments semblables à l'hydrogène de l'eau ou les métaux, et les éléments semblables à l'oxygène de l'eau, ou les éléments non métalliques. »⁹⁷

Gerhardt reconnaît certes que cette classification est loin d'être rigoureuse mais il explique pourquoi on ne peut parvenir à classer les éléments d'une manière absolue : « C'est qu'un seul et même élément peut entièrement changer d'activité, suivant les proportions dans lesquelles il est combiné, et suivant la nature des corps auxquels il se trouve associé ; un seul et même élément peut donc suivant les circonstances jouer tantôt le rôle de métal, tantôt le rôle de corps non métallique. »⁹⁸ Ainsi dans toute combinaison chimique, on considérera désormais trois choses : la qualité, la quantité et l'ordre des parties constitutantes. C'est à partir de ces trois notions que Gerhardt élabore sa théorie des types – type hydrogène, type eau, type ammoniaque. La classification qui en découle unifie en un même système

d'écriture les domaines séparés de la chimie inorganique et de la chimie organique. C'est donc par la recherche d'analogies, en étendant à la chimie minérale les principes de classification élaborés pour mettre de l'ordre dans la jungle des composés organiques qu'un chimiste-professeur comme Gerhardt tente de réunifier la chimie. Mouvement en retour symétrique inverse de l'extension des principes analytiques à tous les domaines dans les livres du début du siècle.

Réunifier la chimie, cet espoir anime plus d'un professeur de chimie vers le milieu du XIX^e siècle. Nombreux sont les cours et de traités qui reprennent inlassablement ce projet. Ce thème récurrent deviendra presque obsessionnel dans les livres des années 1860. Wurtz consacrera à « l'alliance de la chimie organique et minérale » l'essentiel de ses leçons en 1863 et tentera la réunification à l'aide de la notion d'atomicité, en classant les corps simples comme les radicaux composés d'après leur valence ou atomicité⁹⁹. Sans pousser plus loin l'étude de cette question au-delà des bornes de la période couverte en cette étude, on mentionnera seulement que la question de l'unité de la chimie reste pressante. En témoigne le Traité de chimie générale élémentaire de Cahours. Il commence le tome III, consacré à la chimie organique, en contestant le bien-fondé de la distinction entre substances minérales et organiques, ces dernières étant formées de quatre éléments, carbone, hydrogène, oxygène et azote. Puis il ajoute :

« Nous sommes encore dans une ignorance absolue sur les moyens que la nature met en jeu pour engendrer, sous l'influence de quelques matières inorganiques, la gomme, le sucre, l'amidon, la fibre ligneuse, la graisse et les matériaux si complexes du sang et de la matière cérébrale. Malgré tous les efforts qu'on a tentés jusqu'à présent, on ne connaît la vie que par ses effets ; quant à la cause, elle nous échappe complètement, et nous échapperont peut-être toujours. (...) Par une harmonie que nous ne saurions trop admirer, tandis qu'à l'aide de cette force inconnue qu'on appelle la vie, les végétaux créent, au moyen de binaires très simples (acide carbonique, eau, ammoniaque) ces grosses molécules qui servent à l'alimentation de l'homme et des animaux, ces mêmes végétaux, lorsque la vie vient à cesser en eux, se dédoublent sous l'influence d'autres forces qui jouent un rôle précisément inverse ».¹⁰⁰

La chimie ne détruit pas la force vitale— il faut le répéter contre les mythes qui ont la vie dure. La synthèse de l'urée par Frierich Wölher en 1828 n'a pas ruiné la croyance en une force vitale, comme on le raconte encore aujourd'hui¹⁰¹i. Les rapports entre chimisme et vitalisme sont autrement plus complexes. Plus diplomatiques, pourrait-on dire, étant donné l'importance des livres de chimie pour médecins et pharmaciens. Si Claude Bernard a pu développer une position nuancée sur la question du vitalisme, c'est parce que les chimistes contemporains avaient redéfini les termes de la controverse séculaire et fait avancer le débat. Et pourtant, c'est semble-t-il à partir d'un manuel écrit par le chimiste allemand Hermann Kolbe, que s'est diffusé le mythe de la ruine de la force vitale par la synthèse de l'urée. Ce mythe, claironné en France par Marcellin Berthelot a servi les ambitions prométhéennes des chimistes de synthèse mais il visait aussi à affirmer l'unité de la chimie, comme l'a souligné Peter Ramberg¹⁰².. Alors même que ces deux objectifs ont perdu de leur pertinence, le mythe repris de manuels en manuels, continue de se propager jusqu'à nos jours

Ce chapitre illustre donc quelques apports spécifiques de l'approche d'une science par l'étude des traités : dans l'histoire maintes fois écrite de l'avènement de la chimie organique, il met en lumière quelques aspects . D'une part, l'antériorité des manuels sur les publications de recherche. La catégorie de « chimie organique » est utilisée comme une rubrique dans les manuels avant d'être établie théoriquement comme une branche à part dans les articles de

recherche. D'autre part, en cette période de crise, de mutation, le livre d'enseignement n'est pas nécessairement voué à « perpétuer la science normale ». Il peut devenir un espace de recherche ou de réflexion : le traité de Dumas illustre l'effort de mise au point qu'occasionne la rédaction d'un livre et les manuels de Gerhardt constituent un cas assez rare, mais non unique, où un livre d'enseignement se présente comme un essai, une sorte de test destiné à prouver la validité d'une théorie.

Au bilan de cette longue partie, on voit que le milieu du XIX^e siècle marque un tournant dans l'histoire du livre de chimie. Scolaire ou non, le livre est avant tout une marchandise, un produit élaboré en fonction d'un certain marché. Cette évolution vers de livres rédigés en fonction d'un lectorat ciblé, suivant une segmentation du public en catégories sociales ou tranches d'âge bien découpées résulte non d'une décision ou d'un événement assignable mais plutôt d'un concours de circonstances variées : les programmes scolaires interfèrent avec des pratiques d'édition de plus en plus industrialisées et à finalité commerciale. Le trait le plus marquant de cette période est l'apparition – à côté des grands auteurs célèbres - d'un groupe d'auteurs coupés de la recherche, de la science en train de se faire qui s'autorisent seulement de leur expérience d'enseignant. Ainsi s'ébauche la rupture entre producteurs et transmetteurs de savoir qui deviendra une évidence vers la fin du siècle.

Il serait trop facile cependant d'établir un contraste entre des traités de chimie avancée, qui seraient créateurs et progressistes et des manuels d'enseignement secondaire ou des livres de chimie populaire qui seraient conformistes voire conservateurs. Bien souvent les auteurs des traités qui enseignent à l'Ecole polytechnique ou dans les facultés parisiennes sont plus conservateurs que ceux des jeunes professeurs des écoles provinciales de chimie industrielle qui font preuve d'une grande originalité dans leur approche de la chimie, comme Dupasquier, Baudrimont, ou Persoz.

Segmentation des publics, industrialisation et mercantilisme, clivage entre livres d'enseignement et de recherche, dans quelle mesure tous ces facteurs conjugués ont-ils contribué à la standardisation des livres de chimie ? La réponse n'est pas simple. Les contenus s'uniformisent en général bien que les éditeurs, dégagés de leur tâche de contrôle grâce aux programmes, jouissent finalement d'une grande liberté. Les contenus s'uniformisent quand le livre devient la réponse à un besoin formulé par un programme au lieu d'être l'expression d'un auteur. Le texte officiel remplaçant les introductions d'auteurs, dispense de fournir des arguments pour éclairer la démarche. Toutefois, les programmes ne contraignent pas les auteurs dans le choix d'une organisation ni dans le détail d'un chapitre. Leur marge d'interprétation reste assez flexible au XIX^e siècle.

Si les contenus s'uniformisent au milieu du XIX^e siècle- notamment dans la classification qui structure les ouvrages - c'est moins par la contrainte des programmes ou d'une autorité extérieure que par libre adhésion des auteurs à un système de classification. Cette solution bâtarde qui enterre le problème, symbolise le renoncement à faire de la chimie une science guidée par des lois générales. Non seulement elle a contribué à développer l'image d'une science peu rationnelle qui manque évidemment de rigueur et verse dans la contradiction. Mais en outre, elle porte atteinte à la dynamique d'évolution de la discipline car l'acceptation d'une solution bâtarde de classification casse la synergie créatrice des livres, celle-là même qui fit émerger la chimie comme une discipline au XVII^e siècle, et qui résulte du frottement entre des résultats d'expériences et l'effort pour organiser, mettre en ordre les connaissances.

Heureusement cette dynamique créatrice est relancée par la chimie organique : non seulement parce qu'elle oblige à reconsidérer le problème des classifications mais aussi parce que l'écriture d'un livre fournit aux acteurs de la recherche – engagés dans les controverses – une occasion de faire le point sur les concepts de base et de mettre leurs théories à l'épreuve. .

QUATRIEME PARTIE

UN STYLE MANUEL

Au lieu de poursuivre plus avant l'évolution des manuels de chimie, on arrêtera vers le milieu du XIX^e siècle cette rétrospective car la forme du livre scolaire, régi par un programme, publié par quelques éditeurs spécialisés, est alors quasiment stabilisée. C'est le moment opportun pour reprendre la question soulevée en introduction concernant la science des manuels. Les livres d'enseignement constituent-ils un genre littéraire à part qui produit sa propre science ?

La question initiale se complique à cause de la diversification des écrits en fonction des publics. On peut, en effet, se demander dans quelle mesure les livres adressés aux élèves de l'école primaire, de l'enseignement secondaire, présentent des points communs avec les livres destinés aux élèves des grandes écoles, aux écoles industrielles ou aux futurs médecins. La diversification des publics affecte-t-elle les styles d'exposé, voire les contenus des livres de chimie ?

Pour aborder la question de l'existence d'un « style manuel » nous avons sélectionné trois points de vue. Trois thèmes choisis dans l'intention de soumettre enfin à l'examen quelques unes des idées reçues. La science des manuels est réputée dogmatique, a-théorique et anhistorique. Soit donc à examiner de plus près la place et la fonction des récits d'expériences ; puis on tentera de faire le point sur le rôle que tient ou ne tient pas la théorie ; enfin on s'interrogera sur la place et le statut de l'histoire de la discipline.

Chapitre XII

Les récits d'expérience

Suite à un déplacement d'attention historiographique au cours des vingt dernières années, l'étude des « technologies littéraires » mises en œuvre dans les comptes-rendus d'expérience scientifique s'est considérablement enrichie¹. Les textes y apparaissent non plus comme des comptes-rendus neutres mais comme des constructions littéraires destinées à établir des « faits scientifiques » et convaincre le lecteur. L'étude des livres scolaires est particulièrement riche de ce point de vue car les récits d'expérience n'ont pas tout à fait les mêmes fonctions que dans d'autres formes de littérature scientifique. Par-delà la volonté de transmettre une information et de convaincre, ils visent aussi à transmettre une manière scientifique de raisonner et une vision scientifique du monde. C'est donc comme discours porteurs de sens qu'on analysera ces récits d'expérience. En s'inspirant d'une étude antérieure, on a sélectionné comme terrain d'étude et de comparaison le chapitre consacré à l'eau dans plusieurs livres couvrant la période 1800-1870 afin de repérer les fonctions de l'expérience et une éventuelle évolution de style².

Une science inductive ?

La chimie est une science expérimentale, c'est une affaire entendue. Tous les auteurs de traités et de manuels sans exception rappellent en introduction leur ferme volonté de s'en tenir aux faits. Mais entre les déclarations de principe sur l'autorité de l'expérience et les pratiques effectives d'écriture d'un manuel, il y a parfois un décalage que n'ont pas perçu les épistémologues et historiens répétant à tout venant que la science des manuels est une science inductive, étroitement positiviste.

D'abord, pour clarifier l'analyse, il faut préciser que la pratique expérimentale mise en scène dans les livres de chimie est étrangère à la plupart des lecteurs. Rappelons, en effet, que dans la première moitié du XIX^e siècle, il n'y avait pratiquement aucune expérience faite en cours - ni démonstrations ni travaux pratiques. La pratique expérimentale n'était même pas familière à tous les auteurs qui décrivent les expériences. Alors qu'au XVIII^e siècle, un auteur refaisait par lui-même toutes les expériences qu'il décrivait et ne manquait pas de mentionner les tours de mains et les astuces qui devaient aider le lecteur dans ses manipulations, les auteurs-professeurs du milieu du XIX^e siècle pouvaient fort bien n'avoir jamais manipulé, vu qu'il n'y avait d'épreuves pratiques ni à la licence ni à l'agrégation.³ Thenard, qui modèle toute une génération de livres, et plus tard Dumas, se sont battus pour

que les établissements d'enseignement soient dotés d'instruments et que les travaux de laboratoires soient instaurés dans la formation des professeurs et des élèves. Au terme de leurs efforts et campagnes, les cabinets de physique dans les lycées et collèges furent équipés d'appareils de démonstration, mais ces appareils souvent copiés d'appareils historiques étaient simplement montrés et soigneusement décrits aux élèves sans que l'expérience fût effectuée⁴. C'est dire que les élèves et les étudiants n'accédaient à la pratique expérimentale qu'au travers des vitrines de cabinet où les appareils étaient bien rangés ou en lisant les expériences décrites dans les livres. Les lecteurs devaient donc se représenter la scène expérimentale d'après le récit proposé.

La situation change quelque peu avec la réforme Fortoul qui instaure la bifurcation entre le baccalauréat ès sciences et le baccalauréat ès lettres en 1852. Dumas fait campagne pour que dans tous les collèges on institue des manipulations. Les programmes officiels publiés en 1852 insistent sur la dimension inductive des sciences physiques⁵. Mais ces instructions ne seront vraiment appliquées que dans l'enseignement spécial grâce à l'acharnement de Victor Duruy, ministre de 1863 à 1869. « Diriger constamment l'attention des élèves sur les réalités de la vie ; les habituer à ne jamais regarder sans voir ; les obliger à se rendre compte des phénomènes qui s'accomplissent dans le milieu où ils sont placés », tel est le leitmotiv des instructions ministérielles pour chaque année depuis le cours préparatoire jusqu'à la dernière année de l'enseignement spécial⁶. Dans l'enseignement secondaire, en revanche, la démarche inductive n'est pas mise en œuvre, en dépit des déclarations de principe. En fait, l'impératif d'induction « prendre l'expérience pour base de tout raisonnement » est en contradiction avec deux autres impératifs qui régissent l'écriture des livres de chimie : procéder du simple au complexe et du connu à l'inconnu, sans jamais parler de substances qui n'ont pas déjà été étudiées. Dès lors quelles expériences pourraient servir de point de départ pour la démarche inductive ?

Depuis Macquer, les livres de chimie théorique commencent par présenter les corps simples puis leurs composés. Or les corps simples ne sont pas tous des objets d'expérience sensible. Les corps simples et purs dont on définit les propriétés sont toujours des produits d'opérations menées en laboratoire. C'est dire que la démarche imposée par le principe sacro-saint de procéder du simple au complexe rend éminemment difficile une approche empiriste, du type leçon de choses, qui partirait de l'expérience familiale, quotidienne. Si l'on procède à partir des substances simples et qu'on veut décrire les expériences permettant de les obtenir, il faut parler des composés qu'on n'a pas le droit d'évoquer en vertu du respect de l'ordre du simple au composé. La contradiction entre les deux impératifs – procéder du simple au complexe, et « prendre l'expérience pour base de tout raisonnement » – est encore plus flagrante dans les livres destinés aux médecins, pharmaciens ou aux écoles industrielles. Car ces lecteurs attendent surtout des modes de préparation des substances et tous les détails de manipulation sont bienvenus. On ne peut sortir d'un tel dilemme qu'en faisant des entorses à l'un ou à l'autre des deux principes fermement énoncés en préface.

Pratiquement, un lecteur ne découvrira jamais une substance simple par simple induction car la structure du livre prédétermine le résultat même de l'expérimentation qui la présentera. Qu'elle soit naturelle ou artificielle, la classification adoptée dans l'ouvrage situe un corps dans une catégorie – métal ou métalloïde, par exemple – et c'est dans cet espace taxonomique pré-établi que l'élève le découvre pour la première fois. Mieux, la nomenclature elle-même colle une étiquette sur chaque individu chimique avant qu'on puisse

lire sa description phénoménologique. Ainsi l'eau apparaît au tome II du traité de Thenard dans la rubrique « des oxydes binaires non-métalliques » sous l'étiquette» protoxyde d'hydrogène ». Dans le Cours élémentaire de Regnault le chapitre est intitulé « Protoxyde d'hydrogène ou Eau - HO ». Aucun effort n'est consenti pour ménager une voie de passage depuis l'expérience quotidienne que chacun a d'un corps aussi familier que l'eau jusqu'à sa connaissance scientifique. Contrairement à la plupart des ouvrages de science populaire qui partent du vécu familier pour s'élever jusqu'à l'univers de pensée des savants, le manuel n'offre pas un parcours initiatique. Il superpose simplement l'identité scientifique de l'eau sur la notion commune de l'eau.

Le manuel se situe dans un monde où le seul accès à l'évidence expérimentale se fait à travers la parole orale, écrite ou encore graphique, lors même que les cours s'efforcent de suivre une démarche inductive. D'où une situation assez paradoxale. D'un côté, la chose écrite, la formule de l'eau doit supplanter la connaissance sensible que chacun a de l'eau mais, d'un autre côté, il faut convaincre le lecteur que l'autorité de la chose écrite est fondée sur des évidences factuelles. L'évidence sensible, effacée dans l'univers du discours, doit être néanmoins toujours là. Comment rendre omniprésente cette éternelle absente ?

Pour comprendre les stratégies déployées par les auteurs du XIX^e siècle, il faut d'abord repérer les fonctions que doivent remplir les récits d'expérience dans l'exposé de la discipline et pour cela observer en quels lieux ils interviennent. Dans l'économie d'un chapitre, l'expérience prend place en deux lieux précis : dans la rubrique « méthode d'obtention » de la ou des substances étudiées dans ce chapitre ainsi que dans la rubrique « propriétés physiques et comportement chimique ». Suivant sa localisation, le récit expérimental a des finalités différentes : dans un cas, il doit permettre au lecteur de répéter les opérations décrites afin de préparer la substance ; dans l'autre, il doit établir les propriétés de manière démonstrative. Dans un cas, il énonce des protocoles, donne des instructions (faire ceci, puis faire cela) ; dans l'autre, il administre une preuve, il remplit une fonction argumentative. Bien que la distinction ne soit jamais explicitée dans les livres, il faut traiter séparément ces deux modes de présence de l'expérience et s'interroger sur leurs relations.

Le récit-recette

Indiquer les méthodes de préparation des substances est une visée essentielle dans les livres du début du XIX^e siècle. Et curieusement cette priorité demeure malgré la diversification des écrits. Deux types d'ouvrages se répandent au cours du XIX^e siècle qui sont exclusivement destinés à livrer des recettes : d'une part, des livres (parfois de simples brochures) donnant des « instructions » ou des protocoles pour faire des synthèses. Aux ouvriers, manufacturiers, pharmaciens ou aux agriculteurs, ils indiquent comment préparer des produits ou médicaments ; d'autre part, des livres d'analyse chimique indiquant comment identifier des substances composées par des techniques qualitatives et, de plus en plus, quantitatives de dosage. Une étude de ces deux genres de livres prenant en compte les conditions scientifiques, techniques et institutionnelles de l'émergence de cette tradition enrichirait beaucoup la compréhension des rapports entre l'écrit et la chimie. Du point de vue historique, elle serait un élément essentiel dans le processus de professionnalisation de la chimie et elle permettrait d'examiner les relations entre chimistes appartenant à diverses

cultures ; du point de vue épistémologique, une analyse des énoncés linguistiques mis en œuvre dans ce genre d’ouvrages permettrait de mieux cerner un type un peu oublié de langue scientifique, le langage-action, orienté vers la pratique, qu’on trouve également dans le dessin d’architecte ou dans le dessin industriel. Mais déjà, si l’on s’en tient au livre d’enseignement qui fait l’objet de la présente étude, on constate que comme l’écrit de recherche il prétend – au moins en principe – donner au lecteur les moyens de refaire l’expérience à partir du récit proposé. En témoigne le livre modèle : Thenard déclare dans le prologue qu’il a voulu exposer soigneusement les faits qui sont connus. « J’ai même été quelques fois minutieux dans la description des expériences, parce que j’ai voulu mettre les élèves dans le cas de les répéter toutes. »⁷ Et cette déclaration n’est pas de pure rhétorique. On trouve en moyenne cinq ou six expériences par chapitre. Pour chaque substance, une rubrique est consacrée aux modes de préparation, donnant les détails des manipulations. Dans certains cas, au fil des éditions successives, Thenard distingue deux niveaux de lecture, rejetant en notes de bas de page les procédés les plus complexes et réservant le texte principal à la description des modes de préparation accessibles au plus grand nombre. La narration est complétée par les gravures d’instruments réunies dans les tables à la fin du livre et par une sorte de dictionnaire en appendice décrivant les instruments du laboratoire. Cette « description par ordre alphabétique des ustensiles et en général de tous les agents mécaniques que l’on doit se procurer dans un laboratoire de chimie, accompagnée de leurs usages et de la manière de s’en servir » occupe soixante-huit pages dans la première édition et s’enrichit d’un grand nombre d’appareils nouveaux dans la sixième et dernière édition. Thenard donne parfois les instructions pour construire les appareils et des « trucs » pour s’en sortir même quand on ne dispose pas du matériel adéquat. Par exemple, pour fabriquer une cloche graduée si l’on n’arrive pas à se procurer un récipient d’un décilitre de capacité, Thenard conseille (p. 17) d’en prendre un plus grand et « d’y couler un peu de cire ou de résine afin de rendre la capacité plus petite ».

Bien que le récit-recette tende à s’affacer au profit du récit argumentatif cette tradition est encore illustrée vers le milieu du XIX^e siècle dans le « best-seller » de Regnault. Le chapitre sur l’eau consacre vingt pages à la description des expériences. Tout comme Thenard ménageait différents niveaux de lecture en utilisant les notes de bas de pages pour des lecteurs expérimentés, Regnault propose deux voies : lorsqu’il s’agit, par exemple, de mesurer des volumes lors de la décomposition de l’eau, il indique qu’on peut utiliser des cloches graduées qu’on trouve dans le commerce. Mais, pour des lecteurs équipés d’un laboratoire, il ajoute une description sur deux pages de la technique à utiliser pour calibrer soi-même sa cloche afin d’éviter les erreurs.⁸

L’intention de permettre aux élèves de reproduire les expériences reste une finalité essentielle dans les livres destinés aux facultés de science et de médecine ou aux écoles industrielles. Elle est particulièrement affirmée dans les livres à l’usage l’enseignement spécial, au point que Fabre et Malaguti mettent en garde les lecteurs étourdis qui voudraient répéter les expériences sans suivre toutes les précautions indiquées dans le livre.⁹ Ainsi durant toute la période étudiée se maintient le récit-recette malgré la diversification des écrits. Cette volonté transcende la variété des publics, même si le récit tente de s’adapter à différentes catégories de lecteurs. Le style récit-recette contribuant à uniformiser tous les écrits de chimie signe vraiment une identité de la chimie comme science empirique à vocation productive autant que cognitive.

Le récit argumentatif

Dans les sections consacrées aux propriétés des substances, le récit expérimental prend une autre allure. Il vient à l'appui d'un énoncé, dont il doit établir la véracité. Par exemple, Thenard introduit ainsi le chapitre sur le calorique : « Pour procéder avec ordre à l'étude du calorique, nous en énoncerons d'abord les principales propriétés, et nous reprendrons ensuite chacune d'elles pour les développer convenablement, et les prouver autant que possible par l'expérience. »¹⁰ Subordonné à un énoncé de discours, le récit expérimental est nettement orienté vers un objectif bien précis : convaincre le lecteur. Mais comment convaincre quelqu'un qui n'a probablement jamais mis les pieds dans un laboratoire, jamais manipulé ? Seule la parole de l'auteur fait foi. Chaque expérience est ainsi introduite par des formules telles que « on peut facilement s'en convaincre de la manière suivante », ou « pour le démontrer », « pour constater ces importants résultats », « c'est, en effet, ce que l'expérience prouve ». De tous les usages habituels de l'expérimentation scientifique – mesure, exploration, vérification, etc.. – le manuel ne retient ici que la fonction de preuve. Plus encore que démonstrative, l'expérience de manuel est « monstrative », car elle montre quelque chose qui est déjà admis comme démontré. L'expérience sert à illustrer une régularité ou une loi générale déjà énoncée. Prenons les chapitres sur l'eau : Thenard et Despretz, par exemple, commencent par une brève description : « L'eau est transparente, sans couleur, sans odeur, sans saveur, compressible, élastique, capable de transmettre les sons et de mouiller la plupart des corps... ». On note, dès l'abord, un mélange de qualités qui relèvent de l'expérience commune (l'eau mouille) et de propriétés qui relèvent d'une expérience quantitative (compressibilité). Loin de chercher à fonder l'autorité du savant sur une distinction épistémologique entre expérience commune et expérimentation de laboratoire, on les suppose indistinctes comme si l'expérimentation n'était au fond que l'expérience commune des savants. Ainsi à propos de la compressibilité, Thenard écrit : « La propriété de se comprimer a longtemps été révoquée en doute, mais l'expérience de Canton et Perkins (*Annales de chimie et de physique*, t.xvi, p. 321) et d'Oersted (*idem*, T. 22, p. 192) démontrent évidemment sa compressibilité et par conséquent celle de tous les liquides ».¹¹ L'argument ne peut fonctionner qu'à la condition d'admettre 1) l'autorité de la chose imprimée dans un journal scientifique réputé comme les Annales ; 2) que le comportement de l'eau est le modèle que suivent tous les liquides. C'est une induction généralisante, assez problématique fondée exclusivement sur l'expérience familiale et la connaissance commune. Dans le manuel de Despretz, la référence à cette expérience est tout aussi allusive mais l'autorité dérive de la magie des nombres : « Des expériences de Cantor et d'autres physiciens ont mis la compressibilité de l'eau au rang des vérités incontestables. Un volume d'eau égal à l'unité se laisse comprimer de 0,000046^e de son volume primitif pour une atmosphère. On attribue à la compressibilité de l'eau la propriété de transmettre le son. »¹²

Pour établir la composition de l'eau, on trouve invariablement deux expériences de décomposition de l'eau : l'une avec la pile et l'autre au moyen du fer chauffé au rouge. La composition de l'eau est établie en proportions volumétriques puis en proportions pondérales ou inversement. Jumelin, par exemple, commence son récit de l'expérience du canon de fusil en ces termes : » Pour rendre la décomposition de l'eau sensible, on se sert de l'appareil suivant »¹³. L'appareillage décrit est en général une copie d'instrument historique – de

Lavoisier, Gay-Lussac ou Volta dans le cas de l'eau – qui n'a guère de rapport avec les instruments effectivement utilisés dans la recherche contemporaine.

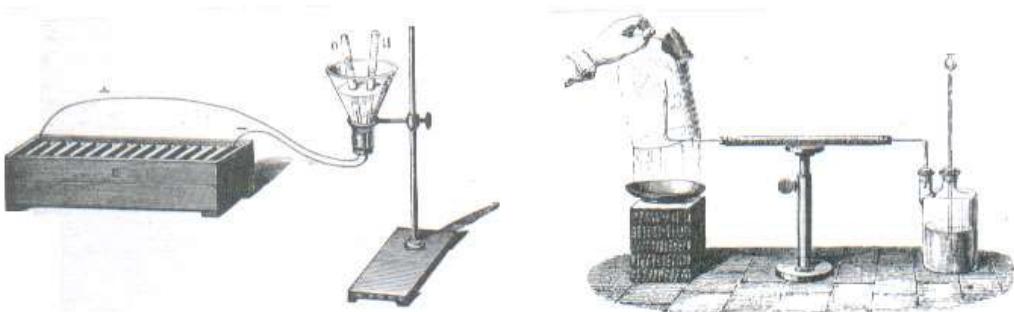


Figure 7. Appareil pour décomposer l'eau à l'aide d'un courant électrique (Malaguti, M.J., *Leçons élémentaires de chimie*, 1868, p. 77) et appareil pour la production de l'eau par la combustion de l'hydrogène (Deherain, *Notions préliminaires de chimie..., 1867*, p. 80 (COLL.MHS/CSI)

Pelouze et Frémy sont les champions dans le genre récit d'expérience assertorique. Ils n'ont qu'un souci, qu'un objectif : démontrer, établir des vérités incontestables. « On prouve que l'eau est formée d'oxygène et d'hydrogène » en 3 expériences. Ou encore: « Des expériences eudiométriques faites avec le plus grand soin par MM. Gay-Lussac et de Humboldt démontrent que l'eau est formée de deux volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène ».14 Même si les lignes qui suivent justifient le propos en décrivant leur expérience, cette façon d'affirmer d'abord une conclusion comme incontestable contribue à rabattre la fonction démonstrative sur une simple légitimation. Les expériences décrites sont toujours prédéterminées par la connaissance de ce qu'il faut démontrer. Pour établir la composition de l'eau, on prend comme par hasard un volume d'oxygène et deux volumes d'hydrogène et on suit la même règle de prédétermination pour la composition pondérale. Si bien qu'au bout du compte, la quantité d'information acquise par l'expérience est réduite au minimum. Ainsi, le manuel évacue le monde de la recherche, et du même coup transgresse la règle de procéder du connu à l'inconnu. Les récits d'expérience construisent une image idéalisée de la recherche où les problèmes se posent d'eux-mêmes et où les chercheurs n'ont qu'à fournir une solution. Contrairement aux récits d'expérience indiquant les modes d'extraction ou de préparation, qui envisagent toujours des faiblesses, voire des erreurs et livrent des astuces pour limiter les risques, de tels récits ne font pas place à l'erreur, ni même aux tâtonnements. Lorsqu'un nom de chercheur est évoqué pour personnaliser une expérience, c'est invariablement pour produire des résultats concluants, toujours clairs et univoques. On va droit au but sans se donner la peine de refaire ou même de décrire l'expérience. Chez Pelouze et Frémy, on ne trouve aucun dessin d'expériences sur l'eau mais une avalanche de tableaux donnant les valeurs de la densité et de la force élastique de la vapeur d'eau en fonction de la température. Les expériences ne sont jamais décrites dans leur détails, mais les noms propres de ceux qui les ont réalisées sont invariablement mentionnés. Seuls importent les résultats que l'élève doit enregistrer et retenir. La précision numérique des résultats -

parfois donnés jusqu'à la troisième décimale, alors qu'une valeur arrondie aiderait davantage les élèves à se représenter des ordres de grandeur – joue un rôle de premier plan dans la mise en scène d'un univers de science inventé tout exprès pour le public captif et supposé réceptif des manuels.

Les procédés narratifs

Comment s'y prendre pour faire appel à l'autorité de la chose vue ou mesurée quand le destinataire n'a rien dans les mains qu'une page imprimée ? Une manière classique consiste à personnaliser les récits expérimentaux en invoquant l'autorité des grands auteurs, comme ci-dessus. Telle est la stratégie adoptée par Bouchardat dans le chapitre sur l'eau de son manuel pour élèves des classes de philosophie. « Pour bien faire saisir à nos jeunes lecteurs les détails de ces expériences fondamentales, nous ne pouvons mieux faire que de transcrire le passage de l'ouvrage de Lavoisier où elles sont consignées ». Bouchardat consacre cinq pages complètes à la transcription des expériences de composition et de décomposition de l'eau par Lavoisier. Dans l'édition de 1842, il fait référence aux expériences de Dumas sur la détermination des proportions volumétriques d'hydrogène et d'oxygène et dans l'édition de 1845, il n'hésite pas à donner un extrait de 4 pages du mémoire de Dumas.

Un autre procédé, mis en œuvre par Despretz, consiste à recourir au style direct. L'auteur s'identifie à un « nous » collectif expérimentateur impersonnel qui renvoie à la communauté scientifique dans son ensemble et donne des consignes à un lecteur inconnu à qui il dit « vous » :

« La composition de l'eau peut être connue par la synthèse ou l'analyse. Pour la trouver par la synthèse, mettez dans un eudiomètre 100 parties d'oxygène et 200 parties d'hydrogène en volume ; faites passer l'étincelle électrique à travers le mélange, tout disparaîtra, et si vous répétez cette expérience un certain nombre de fois sur le mercure, vous verrez une couche d'eau parfaitement pure au-dessus de ce métal. »
15

Le style direct, si fréquent dans les livres de science populaire qui mettent volontiers en scène un dialogue, est plus rare dans les manuels mais n'est pas totalement exclu. Dans les années 1860, lors même qu'on pourrait croire le style des manuels complètement figé, standardisé, le style personnel peut être utilisé. Dans son *Traité de chimie générale élémentaire*, Auguste Cahours parle en première personne et s'adresse à son lecteur en usant du « vous » exactement comme un professeur s'adressant à des personnes physiquement présentes.

Cependant le style impersonnel devient dominant à la suite du Thenard. Le sujet de l'expérimentation est un « on » sans identité et l'expérience n'est située dans aucun lieu. Ce « on » abstrait, universel, délocalisé, intemporel, transforme la scène expérimentale en pure fiction, en simulacre d'expérimentation. D'où l'emploi fréquent d'une construction syntaxique caractéristique de la déduction, dans une science qu'on voudrait inductive : « Si on fait ceci ou cela... alors on voit ». On trouve même chez Thenard une formule encore plus hypothético-déductive : « Supposons que ... il est évident qu'il y aura »¹⁶.

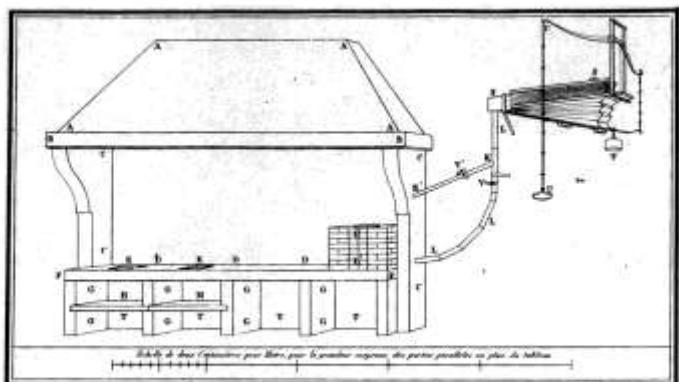
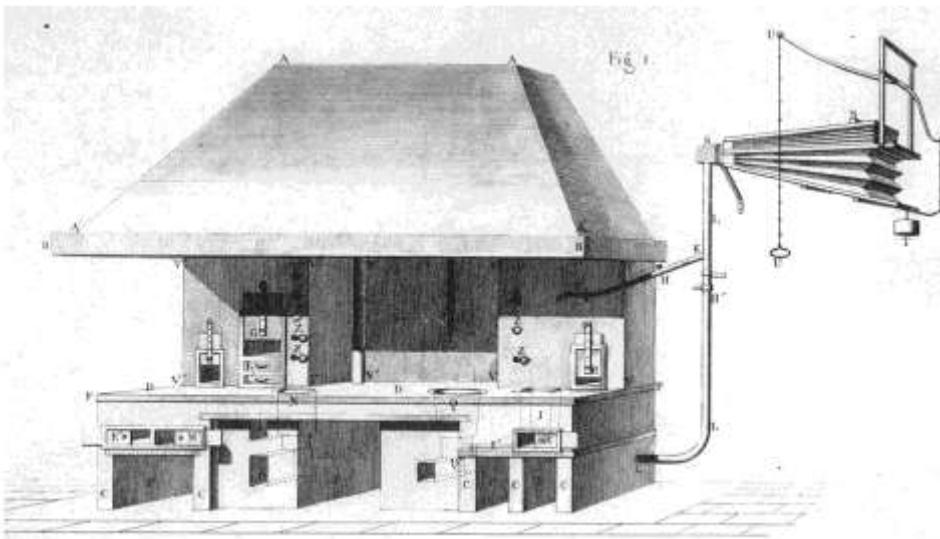
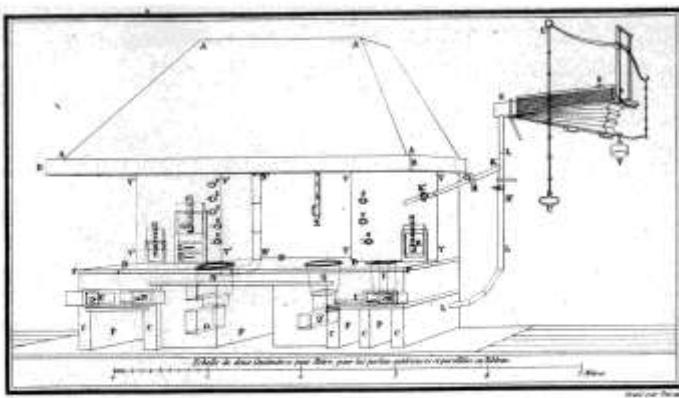


Figure 8. Trois versions du laboratoire de chimie représenté dans les planches de la 1^e, 5^e et 6^e éditions du *Traité élémentaire de chimie* de L.J. Thenard. On observe une évolution vers un réalisme pictural
(COLL.MHS/CSI)



Ce « on » laisse néanmoins une marge de liberté à l'auteur d'un manuel. Il peut choisir d'en faire un sujet purement grammatical, hors lieu, hors temps, qui pourrait sans inconvénient être remplacé par une formule passive, comme le font Pelouze et Frémy : « En enflammant un jet d'hydrogène sec au dessous d'une cloche ; on la voit se recouvrir d'une couche d'humidité qui augmente à mesure que s'opère la combustion. »¹⁷. Certains auteurs, comme Thenard, réussissent même l'exploit de gommer tout à fait les organes des sens de l'expérimentateur, lequel devient un sujet purement mécanique qui pourrait aussi bien être une machine.

« Que l'on mette quelques kilogrammes de limaille de fer bien décapé dans un pot, qu'on l'humecte et qu'on le remue de temps en temps, le fer s'oxydera peu à peu, et bientôt il se dégagera du gaz hydrogène. En portant le mélange de 20° à 25°, l'action augmentera, au point qu'il y aura production de chaleur. Alors, dans un vase fermé, la limaille continuera toujours de dégager de l'hydrogène mais la température diminuera et s'abaissera successivement à celle de l'atmosphère. d'où il suit que la chaleur produite ne provient que de l'absorption de l'oxygène de l'air par le fer. »¹⁸

Ce procédé suggère une forme d'objectivité bien définie : l'objectivité d'un phénomène directement enregistré et retranscrit sur la feuille, que Lorraine Daston appelle l'« objectivité mécanique »¹⁹. Alors que Thenard s'efforçait d'évacuer la présence de l'expérimentateur pour suggérer une sorte d'objectivité nue, sans regard, sans sujet, Cahours met en scène un sujet collectif²⁰. Dans son traité, le « je » narrateur n'empêche pas l'usage du « on » et du « nous » pour l'expérimentateur. Ce nous, émaillé de quelques noms propres (toujours français) travaillerait plutôt à construire ce que Daston appelle une « objectivité communale » une objectivité garantie par le consensus d'une communauté de savants. Ainsi, lors même que le récit impersonnel est devenu une convention quasi incontournable dans un manuel, l'auteur peut personnaliser son style. A la limite, les contraintes du standard sont telles que toute décision, tout choix narratif devient éminemment lourd de sens.

Il est particulièrement frappant de trouver, au fil des récits qui construisent ce monde lisse, aseptisé sans sujet, quelques fantaisies qui accrochent l'attention. Thenard, par exemple, décrit longuement en note une expérience singulière qui consiste à faire subir à un volume d'eau un choc suffisamment fort pour lui faire produire une vive lumière. Même si Thenard adopte le ton docte de qui connaît la clé du mystère – « il se dégage une portion du calorique probablement » - le récit de cette expérience réalisée par Dessaaignes semble emprunté à la tradition de la science spectacle du XVIII^e siècle ou de la science amusante qui se développe au XIX^e siècle. Et de fait, rares sont les manuels entièrement vidés de personnalité, sinon d'émotions

Le poids des images

Dans cet univers de discours, le seul appel aux sens concerne la vue. L'appareil ou le montage expérimental est présent, non pas certes physiquement mais graphiquement. L'augmentation considérable du nombre des illustrations signalée au chapitre XI et surtout leur incorporation au texte modifient profondément les récits d'expérience. Tous les auteurs vantent les mérites de l'intégration texte-image. Elle permet, dit Grosourdy, de « fixer l'attention », ou de « faciliter la compréhension des réactions chimiques compliquées »,

selon Lassaigne. Et pourtant on mesure aujourd’hui la perte qui accompagne ce progrès technique. En effet, avec la disparition des planches, disparaissent les descriptions minutieuses du laboratoire, avec tout leur équipement depuis les appareils les plus modestes et les plus ordinaires jusqu’aux plus sophistiqués. Le dictionnaire des outils de laboratoire et les planches qui l’accompagnaient dans le traité de Thenard laissaient au lecteur la possibilité d’envisager de répéter les expériences décrites.(Voir Figure 5) En revanche, les gravures incorporées dans le texte ne donnent aucune idée de l’équipement nécessaire à un apprenti chimiste. C’est pourquoi le changement de technique iconographique accompagne une évolution des objectifs didactiques des récits d’expérience : de l’expérience à reproduire à l’expérience à comprendre.

Certes cette évolution est compensée par une évolution vers un style pictural plus réaliste et figuratif grâce aux nouvelles techniques de gravure. Cette évolution vers le réalisme pictural est déjà sensible dans les planches des éditions successives du Thenard (voir Figure 13) Dans les années 1840, les livres s’ornent de gravures avec ombrages et perspective ; le montage expérimental est présenté sur fond d’un décor ; parfois le graveur ajoute même des décors sur les poteries, dans le Cours élémentaire de Regnault, par exemple. L’expérimentateur est parfois représenté, soit en entier, soit réduit à une main.

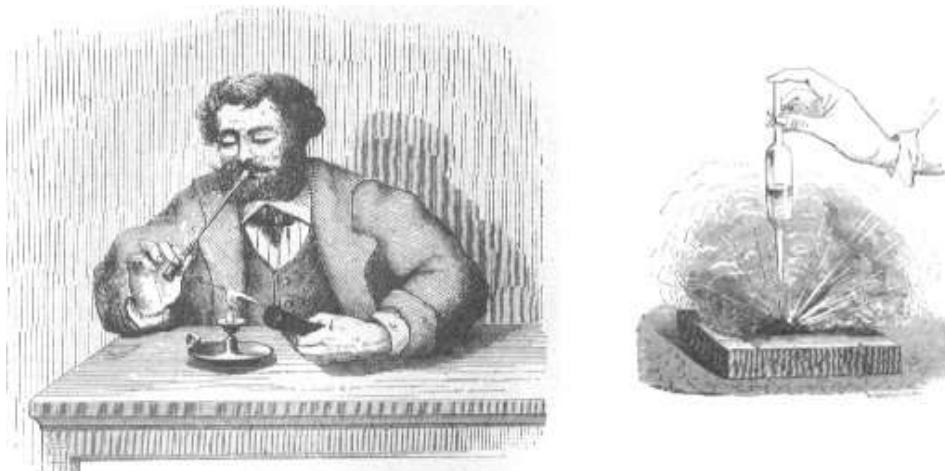
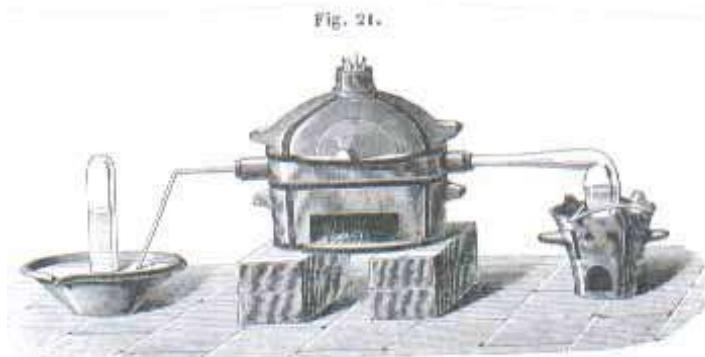


Figure 9. Emploi du chalumeau (gauche) ; action de l’acide sulfurique sur la baryte (droite) Deherain, *Notions préliminaires de chimie*, L. Hachette, Paris, 1867, p. 18 et 115.COLL.MHS/CSI

Le changement le plus saisissant qui résulte de cette nouvelle esthétique est le transfert d’information du texte vers l’image. Le récit tend à se dépouiller des détails au profit du dessin. A la gravure est confié le soin de décrire sous forme visuelle le processus de réaction, de montrer la formation de cristaux ou le dégagement gazeux. Au texte revient la charge d’associer une interprétation abstraite de ce qui se voit sur le dessin. Il paraphrase le dessin et

lui superpose une équation. Par exemple, l'analyse de l'eau par le fer dans le manuel de Debray :

« On met (fig 21) dans un fourneau long à réverbère un tube de fer ou de porcelaine contenant quelques paquets de fils de fer fins. On adapte une cornue de verre, à moitié remplie d'eau, à l'une des extrémités



de l'appareil, et à l'autre un tube abducteur qui se rend dans la cuve à eau. Le tube étant porté au rouge, on fait bouillir l'eau; elle passe à l'état de vapeur et arrive au contact du fer incandescent, où elle est décomposée en oxygène, qui s'unite au fer, et en hydrogène, qui se dégage. On remarque que l'oxyde de fer formé dans cette circonstance est identique à celui qui se produit dans l'expérience d'Ingenhouz. La formule qui exprime la réaction est donc la suivante:

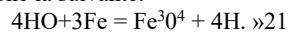


Figure 10. Texte, image, formule, tels sont les trois éléments qui caractérisent les récits d'expérience dans les manuels. Debray, H; *Cours élémentaire de chimie*, Dunod, Paris, 1853, p. 58 (COLL.MHS/CSI)

Le manuel invite ainsi le lecteur à passer d'une image visuelle d'apparence réaliste à une interprétation théorique, abstraite et quantifiée. On ne soupçonne en aucune manière les difficultés pédagogiques que peut induire le saut du concret à l'abstrait. Seuls quelques auteurs prennent soin de distinguer des paliers avec des intertitres : montage, résultat, théorie ... De fait, la difficulté est en partie contournée par le dessin lui-même. Car le style figuratif de rigueur n'est qu'en apparence réaliste et concret. Certes, un lecteur averti retiendra qu'il faut tenir la pipette de telle manière ou introduire un tube à telle hauteur. Mais les gravures plus ou moins standardisées que l'on trouve dans les manuels véhiculent une représentation stéréotypée et très conventionnelle du laboratoire et des montages qu'on y effectue : mur de briques, monde fermé, intervention purement mécanique du manipulateur. Ces gravures, comme l'interprétation qui les accompagne, offrent une visualisation des processus chimiques qui, d'une certaine manière, dispense le lecteur de refaire l'expérience par lui-même. Plus qu'elles n'invitent à la pratique expérimentale, ces images visent à transmettre une image de la science expérimentale. En jouant sur les qualités de la gravure sur bois, le dessin crée une ambiance de laboratoire et renforce l'impression d'objectivité mécanique déjà suggérée par le « on » impersonnel.

La nature dans le lointain

La gravure permet cependant de faire une place à la nature dans l'univers du texte. Dans certains livres – pour l'enseignement primaire et secondaire, en particulier – la nature est présente dans les rubriques consacrées à l'extraction, ou à l'état naturel des substances. Par exemple, une des illustrations classiques qui se rencontre dans les manuels est la récolte de gaz des marais – que l'on s'empresse de renommer « protocarburé d'hydrogène » ou « hydrogène protocarboné » .



Figure 11. Collecte des gaz des marais (hydrogène percarboné) , TROOST, J.,*Précis de chimie*, G. Masson, Paris, 1865, p. 74 . (COLL.MHS/CSI)

La nature est ce à partir de quoi opère le chimiste et jamais ce sur quoi il travaille. Il transforme le monde familier, les substances que l'on boit ou que l'on respire par des procédés de purification au laboratoire et par leur inscription dans la nomenclature. L'évocation des paysages naturels sert avant tout à marquer la distance avec l'univers du chimiste. L'eau jaillissant des sources, l'eau telle qu'on la trouve dans les divers paysages, est parfois évoquée en fin de chapitre, chez Pelouze et Frémy ou simplement ignorée chez Regnault. Et elle a peu de rapport avec l'eau HO décrite et analysée par le chimiste. Les eaux, au pluriel, sont autre chose que l'eau. Regnault souligne la distance en distinguant nettement une qualité sensible comme la limpidité et la pureté au sens chimique : « L'eau la plus limpide, des rivières et des sources n'est pas de l'eau pure ; on s'en assure facilement en évaporant dans une campane une petite quantité de ces eaux, on reconnaît qu'il reste toujours un résidu sensible. »²² Loin d'être une remarque faite en passant, cette phrase introduit une longue description des divers alambics et dispositifs de purification.

Epurée par le passage au laboratoire, la nature des manuels de chimie est un ensemble ordonné. Dans la mesure où une intentionnalité se dégage de ces pages de description, qui se voudraient vidées de toute subjectivité, le projet est clairement de suggérer une régularité sans surprise. La nature est rigoureusement déterminée et entièrement sous contrôle des savants qui l'étudient. Même si demeurent des zones d'ombre, même si l'on ne connaît pas bien la nature de chaque métal, de chaque substance, comme le reconnaissent volontiers les auteurs, il n'y pas d'énigme, pas de mystère.

Néanmoins cette vision commune laisse place à quelques variantes qu'il importe de noter pour nuancer l'effet de standardisation des récits. On peut individualiser la vision du monde des auteurs de manuels. Pour introduire l'idée d'un déterminisme dans les combinaisons chimiques, en l'occurrence la notion de proportions fixes, Despretz dévoile involontairement le trucage des expériences de manuels : « Nous avons pris l'oxygène et l'hydrogène dans le

rapport de 1 à 2, parce que nous savons maintenant que telle est la composition de l'eau ; mais si nous employons ces deux gaz dans un mélange contenant un rapport différent, toujours ils s'uniront dans le rapport de un à deux d'hydrogène à moins que l'un des deux gaz ne soit en trop grand excès, ne fasse par exemple 8 à 9 fois le volume de l'autre (MM. Humboldt, Gay-Lussac). »²³ Tandis que Despretz laisse encore une petite marge d'imprévu quant au résultat des expériences, Thenard construit un monde lisse où la nature répond docilement aux sollicitations de l'expérimentation. Sa construction syntaxique favorite « Que l'on fasse ceci ou celaet la température s'abaissera, l'eau gèlera, etc. » suggère que tous les paramètres sont sous contrôle. Rien n'est laissé à l'aventure mais Thenard ne fait aucun effort pour expliciter le mécanisme qui régit toute cette machine. Il ne cherche que très rarement à formuler des lois générales et laisse une certaine opacité comme s'il était convaincu que le chimiste n'accède qu'à la surface du système. Regnault, en revanche, s'efforce d'expliquer les lois générales au fil de ses descriptions monographiques sur les éléments. Ainsi profite-t-il de l'eau pour introduire la loi de Gay-Lussac qu'il présente de manière anonyme sans nom d'auteur:

« Il convient d'appeler l'attention sur la simplicité des rapports que nous présentent les volumes des deux gaz qui se combinent et celui de la vapeur d'eau qui résulte de leur combinaison, au lieu des rapports compliqués et variables à l'infini qui auraient pu se présenter. Ce n'est pas une circonstance fortuite et particulière qui nous occupe. Nous reconnaîtrons également des rapports dans les combinaisons des autres gaz élémentaires. L'étude de ces combinaisons a fait découvrir cette loi de la nature : lorsque deux gaz élémentaires se combinent, ils ont entre eux des rapports numériques très-simples, et le volume du composé qui en résulte, considéré à l'état de gaz, présente aussi un rapport simple avec la somme des volumes de gaz qui sont entrés en combinaison. »²⁴

Les manuels de chimie ont donc le projet de transmettre une vision positive de la nature comme un ensemble ordonné, régi par des lois constantes. Et pourtant, une fois encore, il faut nuancer cette conclusion car ils ne chassent pas tout à fait le merveilleux. Thenard – on l'a vu - ne résiste à la tentation de faire jaillir la lumière de l'eau et Regnault se plaît à mentionner des exceptions aux régularités, des phénomènes inattendus. La nature produit donc de l'extraordinaire mais celui-ci diffère du merveilleux des contes d'enfants en ce qu'il est destiné à renforcer la conviction qu'il existe un ordre et une régularité d'ensemble plus qu'à favoriser la fantaisie.

En résumé, les grandes déclarations de principe sur la nécessité de raisonner à partir de l'expérience ne doivent pas nous abuser. Il est faux de prétendre que les manuels véhiculent une conception empiriste de la science car l'expérience n'est pas vraiment présentée comme une source de connaissance. Ils ne suggèrent pas davantage une conception inductiviste de la science dans la mesure où la démarche inductive cadre mal avec le principe qui est à la base de la construction même des manuels de chimie : à savoir procéder du simple au complexe. Et pourtant les textes de chimie sont saturés de références à l'expérience. On a vu que deux types d'expériences bien distinctes sont présents : d'une part, des expériences pour faire, extraire, préparer, purifier ; d'autre part, des expériences pour établir, démontrer, prouver. Il est significatif, à nos yeux, que des ouvrages à intention didactique ne précisent jamais la différence de finalité de ces récits. Peut-être la confusion entretenue entre les deux genres a-t-elle une efficacité irremplaçable ? On a vu, en effet, que les récits-recettes invitent le

lecteur à refaire les expériences à partir du texte tandis que le récit argumentatif, au contraire, propose une expérience virtuelle dispensant le lecteur de la refaire pratiquement. En maintenant le flou, on dissimule un peu que l'appel à l'expérience dans le récit argumentatif a simplement un rôle de légitimation, qu'il égaye ou parasite un discours de part en part assertorique.

La conjonction de ces deux types de récits expérimentaux est-elle un trait distinctif des manuels de chimie ? Il serait intéressant de chercher s'il y a quelque équivalent de ce double registre dans les manuels de physique, ou de sciences naturelles. Il importe, en tous cas, de souligner que la dimension pratique de la chimie n'est pas limitée aux livres destinés aux pharmaciens, médecins, industriels ou agriculteurs, que des caractères communs à tous les livres de chimie existent, quel que soit le type de public auquel s'adresse le livre. Les variantes et nuances que nous avons relevées semblent, en effet, tenir davantage à des choix d'auteurs qu'à des choix de publics.

S'ils prêtent à l'expérience deux fonctions - instructive et démonstrative - les manuels de chimie présentent ces deux là à l'exclusion de tout autre. Rien ne permet au lecteur de soupçonner la variété des usages de l'expérience dans la pratique des sciences : exploration, mesure, contrôles, etc. Cet appauvrissement des pratiques expérimentales contribue-t-il à creuser un fossé entre le style des écrits de recherche et le style des écrits pédagogiques ? Certes, les manuels et traités de chimie se distinguent en ce que bien des récits d'expérience visent moins à permettre la reproduction des expériences qu'à transmettre des représentations globales de la nature et une certaine idée de la science. Mais on observerait peut-être un phénomène analogue de réduction de l'éventail des pratiques expérimentales dans les mémoires de recherche à la même époque. Il faudrait examiner si cela constitue un trait général de l'évolution des textes scientifiques ou bien s'il s'agit d'un facteur de leur diversification. En tous cas, le style impersonnel, qui devient de rigueur vers le milieu du XIX^e siècle, n'est pas spécifique aux livres d'enseignement. Il s'impose aussi dans les journaux de recherche et constitue un rouage essentiel dans la construction de l'objectivité mécanique à laquelle aspirent les chercheurs à grand renfort d'instruments et d'appareils d'enregistrement.

La représentation de la nature et la volonté de distanciation semble un caractère plus spécifique à l'écriture des manuels. Le manuel installe et martèle une distance entre science et sens commun, laquelle peut contribuer à l'émergence d'un genre distinct aussi bien du livre d'école élémentaire que des livres populaires présentant la chimie pour les usages de la vie ou de la famille. Tandis que la vulgarisation scientifique naissante se fonde le plus souvent sur le postulat d'une continuité entre science et sens commun, le manuel annonce et prépare les réflexions de Bachelard sur la rupture épistémologique. Le monde construit dans les livres de chimie est en rupture avec le monde familier de l'expérience quotidienne mais le manuel du XIX^e siècle ne pose jamais la question des obstacles à surmonter pour aider l'élève à passer d'une représentation à l'autre.

Chapitre XIII

Place à la théorie

C'est une idée reçue parmi les historiens des sciences que les manuels – particulièrement ceux du XIX^e siècle – véhiculent une image positiviste de la science, fondée sur des faits préfabriqués et amputée de toute théorie. Cette image est construite à partir des déclarations de plusieurs auteurs de manuels qui affichent dans l'introduction une volonté d'écartier les hypothèses, les spéculations et de taire les controverses. Mais ne nous laissons pas abuser par ces déclarations liminaires : elles campent une épistémologie de façade qui n'est pas toujours en rapport avec la pratique d'écriture. Elles ont souvent une fonction rhétorique et sont plutôt à lire comme précaution oratoire. A la limite même, dans certains cas, on peut les considérer comme un indice des risques théoriques que prend l'auteur par rapport aux modèles de l'époque. Le recours aux formules d'un positivisme frileux espérant dissimuler la hardiesse des propos.

Par ailleurs, dans ces déclarations d'intention il faut bien distinguer théorie et spéulation. La plupart des auteurs veulent éviter la spéulation mais point la théorie. Par exemple, L'introduction à l'étude de la chimie moléculaire (1839) de Jean-François Persoz est un ouvrage engagé qui avance une théorie très personnelle des combinaisons, en rupture avec les théories alors dominantes – aussi bien la théorie électrochimique de Berzelius que la théorie des substitutions de Dumas. Or c'est précisément par un couplet contre les spéculations que Persoz légitime sa théorie : « J'ose attacher quelque importance à ce nouveau point de vue ; car je crois qu'on fait avancer la science toutes les fois qu'on la fait sortir des voies spéculatives, pour la ramener à des évaluations de mesure, à des appréciations mathématiques. »²⁵ Les refrains bien pensants contre les spéculations n'expriment en rien la volonté d'éliminer la théorie. Au contraire, les auteurs de manuels prétendent tous rassembler les faits épars pour dégager les principes fondamentaux et les lois générales qui font de la chimie une science. Loin de frapper par leur neutralité théorique, les manuels même les plus élémentaires ou introductifs frappent par leur ambition extrême. Par exemple, dans un petit volume qui se veut modeste, Emile Rousseau présente ainsi son propos :

« En publiant ce petit volume, je n'ai point eu la prétention de créer une de ces œuvres originales qui, par des spéculations de l'esprit trop souvent hasardées et trop souvent spécieuses, surgissent au milieu des discussions scientifiques, comme pour tout aplanir, tout arranger et même tout expliquer. Mon but est plus humble, quoique difficile. Je cherche aujourd'hui à grouper autour d'une philosophie naturelle et simple les faits les plus généraux de la science, puisés dans les travaux les plus consciencieux de toutes les époques et de tous les maîtres. J'ai voulu seulement réunir à une unité commune tous les faits dont les

rapports, simples entre eux et toujours constants dans les mêmes circonstances, ont été spécialisés sous le nom de lois, et relier entre elles, sous l'empire du même principe, celui de la nature, toutes les divisions qui semblent éparses et isolées, que la science est forcée d'admettre. »²⁶

Il faut donc inverser les idées reçues sur le caractère a-théorique des manuels. C'est au contraire la volonté de faire théorie qui caractérise la chimie qu'on apprend par les livres et la distingue de la chimie qu'on apprend au laboratoire. Edouard Robin, auteur d'un *Précis élémentaire de chimie* souligne la spécificité du livre dans sa préface :

« Ainsi, une quantité innombrable de faits, sans explication, sans lien entre eux, voilà donc la chimie. Pour les apprendre en général, aucune loi ; quand on en sait beaucoup, encore absence de loi pour se diriger et prévoir ce qu'on ignore. Par un apprentissage manuel, par de longs travaux, un infatigable ouvrier ne parvient à savoir qu'une très minime portion des faits constatés. Ces faits incohérents sont les matériaux d'une science, la science est à faire. Une science n'est pas une collection de faits bruts, c'est un ensemble de connaissances se déduisant des lois générales. »²⁷

Cette déclaration aidera à préciser l'option théorique qui guide l'écriture des manuels. Il ne s'agit pas d'une théorie destinée à expliquer les phénomènes, à remonter aux causes mais d'un ensemble de lois générales qui lient les phénomènes. Cette conception est si proche de celle d'Auguste Comte que l'on peut à juste titre parler du positivisme des manuels au sens strict de fidélité à l'épistémologie du fondateur du positivisme.

Cependant on trouve aussi parfois une autre forme de positivisme bien différent de celui d'Auguste Comte et qui semble justifier les idées reçues sur les manuels, comme par exemple cette déclaration dans la préface du *Cours de chimie générale* de Pelouze et Frémy :

« C'est surtout un livre d'enseignement que nous avons voulu rédiger. On conçoit donc que nous n'ayons dû n'admettre que ce que l'on peut appeler la partie positive et avérée de la science, c'est-à-dire les faits, et rejeter tout ce qui n'est encore que conjecture. Ce n'est pas que nous voulions blâmer les efforts déjà tentés ou qui pourront l'être à l'avenir, pour introduire des principes généraux dans la vaste série de phénomènes et d'observations dont se compose la chimie. Mais la nature de notre livre ne nous permettait guère de mêler des hypothèses à nos démonstrations. Nos indications toutes pratiques, les détails dans lesquels nous sommes entrés sur les propriétés et la préparation de chaque corps, témoignent assez qu'en chimie, nous croyons avant tout et surtout au laboratoire. Nous sommes convaincus que la science s'élabore là bien plutôt que dans le cabinet, où se sont formés tant d'abstractions et de systèmes qui ne valent pas aujourd'hui le moindre des faits positifs acquis par l'expérience. »²⁸

Voici une épistémologie bien plus radicale. Elle repose sur la fiction qu'il existe des faits établis indépendamment de toute théorie et elle postule que ces faits sont la nourriture qui convient aux jeunes élèves. C'est pourquoi on appellera « positivisme scolaire » cette variante épistémologique propre à certains manuels en précisant qu'elle n'a aucun rapport avec la doctrine positiviste élaborée par Auguste Comte, lequel n'a cessé d'écrire qu'on ne peut observer – encore moins expérimenter – sans disposer au préalable d'une théorie. Or ce positivisme scolaire commence à se développer dans les années 1840 et se banalise dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, en liaison avec les controverses sur la théorie atomique. Le statut et la fonction de la théorie dans les manuels de chimie est, en effet, étroitement solidaire du sort de l'atomisme au XIX^e siècle.²⁹

Rappelons brièvement que l'hypothèse atomique introduite par John Dalton en 1808 était suggérée par l'existence des lois de combinaison chimique : la loi des proportions définies énoncée par Joseph Proust et celle des proportions multiples, énoncée par Dalton lui-même.

Peu après, Gay-Lussac formulait une loi similaire de proportions volumétriques dans les combinaisons gazeuses. Pour expliquer que les corps se combinent en quantités discrètes, Dalton supposait que les combinaisons se font atome par atome selon des règles simples – et d'ailleurs fausses – qui permettaient d'écrire la formule des corps composés. Dalton déterminait le poids atomique des éléments constituants d'après les proportions de chacun qui entrent en combinaison. Bref son atome était une unité minimale de combinaison et non une unité minimale de composition de la matière. Quant aux poids atomiques attribués à chaque élément, ils étaient relatifs les uns aux autres. Dalton choisit arbitrairement H=1 attribuant ainsi 8 à l'oxygène d'après l'idée qu'il se fait de la formule de l'eau, constituée d'un atome d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. En 1811, Amedeo Avogadro se fondant sur la loi de Gay-Lussac concernant les volumes et sur la loi de Dalton concernant les poids, avançait deux hypothèses sur les combinaisons gazeuses : « dans les mêmes conditions de température et de pression, des volumes égaux de gaz différents contiennent le même nombre de molécules » et, deuvièmement, ces molécules se partagent au moment de leur entrée en combinaison. Bien qu'une hypothèse semblable fût indépendamment formulée par Ampère en 1814, la plupart des chimistes renâclent à admettre l'hypothèse du partage, laquelle presuppose l'existence de molécules gazeuses formées par l'union de deux atomes de même nature, alors que, d'après la théorie électrochimique dominante, seuls des éléments avec des charges électriques opposées peuvent s'unir. C'est pourquoi, à la suite de Berzelius, la plupart des chimistes limitent l'hypothèse d'Avogadro aux gaz simples et déterminent les poids atomiques au coup par coup, en exploitant d'autres lois ou bien à partir des poids ou volumes équivalents de combinaisons. Mais des divergences surgissent dans les valeurs de poids atomiques déterminées d'après ces diverses méthodes et, du coup, les formules attribuées aux composés varient. Face à ces dissensions, Dumas déclare en 1836 : « Si j'en étais le maître, j'effacerais le mot atome de la science, persuadé qu'il va plus loin que l'expérience... ». Comme lui, la plupart des chimistes européens renoncent à utiliser l'hypothèse d'Avogadro, renoncent même pour certains à parler de poids atomiques pour se replier sur les équivalents. Mais dans les années 1840, l'essor de la chimie organique et la théorie unitaire des combinaisons avancée par Laurent et Gerhardt conduisent à réactiver l'hypothèse d'Avogadro, en particulier l'idée de molécules formées de deux ou plusieurs atomes, qui peuvent, le cas échéant, être formées d'atomes de même nature. D'où suit une querelle entre équivalentistes (qui écrivent leurs formules d'après les équivalents de combinaison) et atomistes (partisans d'utiliser l'hypothèse d'Avogadro). Un congrès international de chimistes (le premier) fut réuni à Karlsruhe en 1860 dans le but de prendre une décision collective en faveur de l'un ou l'autre camp. Bien que rien ne fût officiellement décidé, une majorité de chimistes européens opte pour la notation atomiste. Mais en France quelques adversaires farouches de l'hypothèse d'Avogadro, comme Marcellin Berthelot et Henri Sainte-Claire Deville poursuivent la bataille avec les chimistes atomistes disciples d'Adolphe Wurtz.

Telle est sommairement résumée et simplifiée l'histoire de l'atomisme chimique au XIX^e siècle. Dans quelle mesure la théorie dans les manuels est-elle le miroir de cette histoire? En ce domaine, où l'image convenue des manuels de science nous laissait attendre un retard maximal sur les avancées théoriques de la science de pointe et les controverses qu'elles occasionnent, on est surpris d'observer une courbe analogue à celle de la théorie atomique dans l'histoire de la chimie : une introduction rapide au début du siècle, une retraite dans les

années 1840 et un regain, chez certains chimistes seulement, dans les années 1860.

Une chimie a-théorique ?

Les livres d'enseignement ne peuvent rester neutres à l'égard des controverses sur l'atome dans la mesure où l'hypothèse atomique fournit les concepts de base de la discipline et détermine l'écriture des formules des corps. Mais les auteurs de manuels des années 1820 ne pouvaient suspecter que les concepts et les lois qu'ils exposaient allaient déclencher, quelques années plus tard, des controverses qui déchireraient durablement la communauté chimique française en deux camps : atomistes contre équivalentistes. C'est pourquoi il faut éviter de projeter sur les manuels du début du siècle les concepts et les options épistémologiques qui seront construits ultérieurement au cœur de la dispute. Pour tenter de comprendre les fonctions de la théorie et son évolution, on considérera donc à chaque époque non seulement les concepts introduits dans les manuels mais aussi le lieu où ils sont introduits.

Pour suivre la marche de l'atome dans les livres de 1814 à 1834, il est commode d'ouvrir – une fois de plus, les éditions successives du traité de Thenard. Dans la première édition, on ne trouve pas de référence à l'atome bien que Thenard ait déjà pris connaissance de la théorie de John Dalton par sa lecture du Système de chimie de Thomson à laquelle il faisait référence, dès 1813, dans un article publié aux Annales de Chimie³⁰. La première référence apparaît dans une addition au tome IV intitulée « Sur une échelle synoptique des équivalents chimiques » par M. Wollaston³¹. Thenard donne de larges extraits de l'article de Wollaston et souligne l'intérêt des équivalents pour connaître la proportion des réactifs nécessaires à la formation d'un composé comme pour la détermination de sa composition. Bref, l'équivalent et non le poids atomique est introduit en premier sans aucun enjeu théorique, comme un outil au service de l'analyse.

Le contraste est saisissant avec la deuxième édition qui présente l'atome parmi les notions de base de la chimie. Dès le début du premier volume, Thenard introduit une addition sur les « lois suivant lesquelles les corps se combinent » à la fin du chapitre consacré aux « notions sur la nature des corps et sur la force qui unit leurs parties constitutantes ». Les lois de proportions définies et la loi de Gay Lussac « appuient fortement », écrit Thenard, un système que M. Dalton avait imaginé avant qu'elles ne fussent découvertes³². Bien qu'il juge « absolument hypothétique » la méthode employée par Dalton, Thenard souligne que les lois de combinaison « ne s'expliquent bien qu'en admettant les combinaisons d'atome à atome, comme le fait M. Dalton ». ³³ Le Thenard offre un intérêt particulier pour préciser les rapports entre l'atomisme chimique du XIX^e siècle et la tradition corpusculariste issue du newtonianisme. En effet, pour Thenard, qui fut disciple du programme newtonien de la Société d'Arcueil, l'atome daltonien se confond avec le concept traditionnel de corpuscule hérité de la philosophie naturelle newtonienne : « M. Dalton, écrit Thenard, admet d'abord avec tous les chimistes que les combinaisons n'ont lieu qu'entre les dernières particules ou les atomes des corps ». ³⁴ On ne saurait donc opposer à l'atomisme chimique britannique un molécularisme physicaliste français. On observe au contraire que les deux courants fusionnent assez vite dans les manuels français. Le vocabulaire s'uniformise peu à peu. Atome et molécule sont considérés comme synonymes par la plupart des auteurs mais la

distinction entre le corpuscule et l'atome chimique se joue au niveau des adjectifs : « intégrants », les atomes ou molécules assurent la cohésion des corps et « constituants », ils sont les sujets de la force d'affinité ou les acteurs des combinaisons chimiques³⁵. Pour les chimistes professeurs du début du XIX^e siècle, l'existence des atomes ou molécules est une évidence indiscutable, presque un axiome. La nouveauté qui les intéresse et qu'ils veulent faire connaître à leurs lecteurs, c'est la possibilité d'interpréter les analyses chimiques en termes d'atomes. Aussi, après les quelques pages consacrées à la théorie atomique dans la présentation des notions de base de la discipline, Thenard revient-il sur l'atome dans la partie consacrée à l'analyse chimique. Et à partir de 1819, suite à la publication de l'Essai sur les proportions chimiques, Berzelius éclipse Dalton, dont le système était toujours qualifié d'hypothétique. Berzelius apparaît de plus en plus comme le véritable fondateur de la théorie atomique dans les manuels français³⁶.

Le syncrétisme théorique qui mêle la tradition newtonienne de la Société d'Arcueil avec l'atome chimique britannique, la chimie suédoise et l'hypothèse d'Avogadro (des volumes égaux de gaz contiennent un nombre égal de molécules) n'est pas réservé aux grands traités. Les atomes-molécules sont aussi admis dans les livres d'enseignement secondaire, quoique avec un léger retard. On ne trouve guère d'atome dans les rares livres d'enseignement secondaire publiés dans les années 1820 . Mais les atomes et molécules indistincts peuplent la plupart des livres du secondaire des années 1830 jusqu'au début des années 1840 même si la terminologie n'est pas uniformisée. Tyrat, (1837) et Burnouf (1840) parlent d'atomes ou de molécules ; tandis que Grosourdy, (1838-1839), Guérin (1840) et Favrot (1841) emploient seulement les expressions « atomes intégrants» et « atomes constituants ». Le livre de Colin pour l'école militaire de Saint-Cyr se distingue plus encore par une volonté de créer sa propre terminologie : il propose de remplacer les trois termes « équivalent », « atome » et « nombre proportionnel » par l'expression « nombre d'un corps ».

Quant à l'hypothèse d'Avogadro, dont le rejet a suscité maints débats, elle n'est pas du tout négligée dans les livres jusqu'aux années 1840³⁷. Thenard la présente comme « très probable » dans la quatrième édition de 1824, tout en soulignant son caractère hypothétique, mais il la trouve au fond moins arbitraire que les règles de Dalton pour déterminer le nombre d'atomes qui entrent en combinaison. Sans distinguer entre atome et molécule, Thenard déclare que les gaz contiennent le même nombre d'atomes³⁸. A ses yeux, l'hypothèse d'Avogadro a valeur instrumentale, comme outil pour déterminer les poids atomiques par la méthode des densités gazeuses. Si Thenard ne valorise pas davantage l'hypothèse d'Avogadro, ce n'est point à cause de son caractère hypothétique mais parce, en tant qu'instrument, elle est d'un usage limité aux gaz et l'état gazeux n'est pas le plus fréquent pour les réactions chimiques.

Un tournant est pris dans la théorie atomique en 1827 qui est le principal motif de la transformation du traité de Thenard dans la cinquième édition. L'introduction précise la nature du changement :

« Ce qui distingue surtout cette nouvelle édition des précédentes, c'est le soin que l'on a mis à développer la théorie des atomes et celle des nombres proportionnels, lesquelles découlent du même principe. Une idée précise en a d'abord été donnée dans le premier volume ; de fréquentes applications en ont été faites ensuite dans tout le cours de l'ouvrage ; enfin dans le dernier volume, après avoir discuté la valeur des poids atomiques, on les a réunis sous forme de table, en même temps que les nombres proportionnels »³⁹ .

La théorie atomique - assimilée à sa version suédoise (les nombres proportionnels de Berzelius) – est intégrée dans le corps des notions préliminaires de la science enseignée. Tout au long de l’ouvrage, Thenard utilise le double système des proportions et des « atomes » (c'est-à-dire des poids atomiques), et pour ces derniers, il recourt aux symboles de Berzelius. Epaulé sur un arsenal de lois, l’atomisme est généralement présenté dans les livres comme outil commode, indispensable, pour atteindre les objectifs de la chimie analytique : déterminer la nature et la proportion des constituants d’un composé. Dans le premier volume de sa Chimie appliquée aux arts, publié en 1828, Dumas déclare d’entrée de jeu que « la théorie atomique, telle qu’elle est admise aujourd’hui par le plus grand nombre des chimistes, repose sur des bases tellement simples, qu’on peut exposer d’une manière générale en peu de mots ».40 Dans la foulée de Thenard puis Dumas, plusieurs auteurs – Orfila, Lassaigne, Guérin - développent leurs considérations sur l’atome et généralisent l’usage des symboles de Berzelius.

Mieux, au début des années 1830, commencent à paraître des essais de refondation de l’enseignement sur la base de la théorie atomique. Jusqu’alors, la plupart des manuels considéraient que la théorie atomique ne pouvait être vraiment entendue qu’une fois acquises de solides connaissances empiriques si bien qu’il l’exposaient préférentiellement dans les derniers chapitres consacrés à l’analyse chimique. Baudrimont prétend, au contraire, que la théorie atomique peut servir d’introduction à la chimie. Il divise donc son ouvrage en deux parties : la première, adoptant la « méthode synthétique » présente les différentes lois de combinaison comme conséquences nécessaires de l’existence même des atomes ; dans la seconde, Baudrimont annonce « nous partirons de la connaissance des faits pour remonter à l’existence des atomes », suivant l’ordre classique adopté dans les manuels.41

L’atome en philosophie chimique

Le livre de Baudrimont aurait pu ouvrir une ère nouvelle, en faisant de la chimie une science plus ou moins déductive. Mais c’est précisément le moment où le destin de la théorie atomique bascule : elle déserte les articles de journaux et devient essentiellement un objet de « philosophie chimique », matière en vogue au Collège de France dans les années 1830. On connaît la conclusion que Dumas tirait de son « excursion au pays des atomes » dans la septième de ses Leçons de philosophie chimique prononcées au Collège de France en 1836 : « Si j’en étais le maître j’effacerais le mot atome de la science, persuadé qu'il va plus loin que l’expérience; et jamais en chimie nous ne devons aller plus loin que l’expérience. »42. Cette trop célèbre déclaration est généralement considérée comme l’arrêt condamnant la progression de l’atomisme et inaugurant les beaux-jours de l’équivalentisme. Le déclin de l’atomisme dans les livres de chimie est cependant un phénomène plus complexe.

Tandis que Dumas remplace Thenard au Collège de France pour les leçons de philosophie chimique, ce dernier publie en appendice au dernier volume de la sixième édition de son traité son propre « Essai de philosophie chimique ». Plus de la moitié de cet essai est consacrée à la théorie atomique ; la suite traitant des changements d’état; des combinaisons isomériques ; de l’état des éléments dans les corps composés ; enfin de l’action chimique et de la théorie électro-chimique de Berzelius. L’atome est donc l’objet privilégié de la philosophie chimique. Or de condamnation de la théorie atomique, il n’est pas question dans

cet essai. Certes Thenard souligne combien la chimie est éloignée d'une science déductive. Loin de se rallier à une approche du genre de celle qu'esquisse Baudrimont, il commence son Essai en marquant l'écart qui sépare la chimie de l'idéal déductif des géomètres :

« Si nous possédions des notions précises sur la constitution des molécules et sur leurs affections ; si nous connaissions d'une certaine manière la nature de la force qui préside à leurs combinaisons, les géomètres pourraient soumettre au calcul les divers phénomènes dont la chimie s'occupe, et nous aurions à développer ici une véritable philosophie chimique. Mais dans l'ignorance où nous sommes aujourd'hui de tout ce qui concerne les propriétés intimes des molécules, et de la nature de l'affinité, comment pourrions-nous remonter aux principes généraux de la science ? »⁴³

C'est donc l'ignorance qui fixe le statut de la théorie en chimie : incapable de remonter aux principes premiers, aux lois générales, elle ne parvient qu'à du plus ou moins probable à travers les tâtonnements de l'expérience. Mais Thenard ne choisit pas pour autant l'équivalentisme contre l'atomisme. A ses yeux, « les équivalents et les atomes sont le même chose », la seule différence étant que pour les poids atomiques il faut fixer le nombre de molécules que chaque équivalent représente au prix d'un certain nombre de suppositions.⁴⁴ L'atome présente les mêmes avantages que l'équivalent pour les besoins de l'analyse, dit en substance Thenard, mais il est plus avantageux pour repérer les analogies de formules et de propriétés des substances. Thenard passe en revue les différents moyens à disposition pour déterminer le nombre d'atomes existant dans chaque équivalent. Il souligne les contradictions qui surgissent entre les lois d'isomorphisme et d'Avogadro pour certaines substances. Au lieu de rejeter dans un geste dramatique toute la théorie à cause de ces quelques anomalies, comme le fait Dumas, Thenard espère la résolution prochaine de ces conflits. Cet optimisme peut être fondé sur les nouvelles perspectives qu'entrevoit Thenard. Il conserve, en effet, une fonction instrumentale à la théorie atomique mais il en change la destination. La théorie atomique, qui était surtout jusqu'ici un outil au service de l'analyse, devient un outil au service d'un nouvel enjeu : la découverte de classifications naturelles. A cet égard, dit Thenard, on prendra pour guide l'isomorphisme et on ne se fiera aux lois physiques – c'est-à-dire aux chaleurs spécifiques de Dulong et Petit et à la méthode des densités gazeuses d'Avogadro – que pour autant qu'elles ne sont pas en contradiction avec la chimie. Moyennant cette décision, Thenard conclut :

« Ainsi, quelle que soit celle des propriétés de la matière que l'on envisage, les notions qu'on s'en forme sont singulièrement simplifiées, dès qu'on y fait entrer, non-seulement l'idée d'atome, mais encore la valeur pondérale des atomes admis par les chimistes. Il faut conclure de cet ensemble de faits que ceux-ci sont dans la vérité, quand ils admettent l'existence des atomes, et qu'ils leur attribuent un poids égal, ou du moins proportionnel à celui qu'on a énoncé. »⁴⁵

Bref, Thenard semble ouvrir une nouvelle carrière à l'atomisme au moment même où Dumas l'enterre. Et pourtant – ironie de l'histoire ! - c'est Thenard qui a fourbi les armes du triomphe des équivalents car il suggère, au début de son Essai de philosophie chimique, un argument que les équivalentistes sauront utiliser : « Comme après tout l'existence de ces atomes est hypothétique, et que chacun, aujourd'hui du moins, se les représente à sa guise et d'une manière arbitraire, il est nécessaire de ne pas perdre de vue les équivalents sous cette nouvelle forme (combinaisons selon des multiples entiers), véritables représentants des faits, dégagés de toute idée spéculative. »⁴⁶ Le contraste entre l'atome qui serait une notion

chargée de théorie et l'équivalent qui en serait dégagé est un mythe que propageront tous les équivalentistes. Le paradoxe est que les lecteurs de Thenard ont retenu cette formule alors que toute la suite de l'essai de Thenard suggère qu'il renonce à un tel contraste, comme l'a montré de manière convaincante Catherine Kounelis⁴⁷. Il souligne, en effet, plus loin que les équivalents sont fondés sur une convention : l'équivalent d'un corps simple représentant la quantité de ce corps qui, en se combinant avec 100 d'oxygène, donne naissance à un protoxyde. Mais la fiction d'un équivalent libre de tout arbitraire, vierge de théorie – fait rapidement son chemin dans la littérature chimique en même temps que se répand l'utilisation exclusive des poids équivalents.

Certains auteurs, suivant le mouvement général, font retraite entre 1840 et 1845. Guérin, par exemple, justifie son repli en reprenant l'argument suggéré par Thenard : « La détermination des équivalents reposant sur des expériences positives, et le calcul des poids atomiques n'étant fondé que sur des bases peu stables, on ne doit pas hésiter à remplacer les atomes par les équivalents; et par suite les signes atomiques par ceux des équivalents. Aussi toutes les formules écrites dans ma première édition en atomes, le seront en équivalents dans celle-ci. »⁴⁸. Alors se répand à grande vitesse la croyance en l'existence de faits libres de toute théorie et la conviction qu'ils répondent mieux aux nécessités pédagogiques que les autres.⁴⁹ Cette fiction constitue véritablement une invention épistémologique des chimistes du milieu du XIX^e siècle et non pas, comme le prétendent certains historiens, la marque du positivisme ambiant sur la chimie française.⁵⁰ Le comble est que l'idée des équivalents vierges de toute théorie est reprise même par les défenseurs des théories atomistes et moléculaires comme Persoz, par exemple, qui déclare : « Les équivalents des corps sont, comme nous avons pu le voir, indépendants de toute espèce d'hypothèse, tandis que les poids relatifs des atomes ne s'établissent que d'après des considérations plus ou moins spécieuses (...). Malgré cela, les équivalents des corps se confondant, à peu d'exceptions près, avec les poids relatifs des atomes admis dernièrement par M. Berzelius, nous n'hésitons pas à adopter ces derniers. »⁵¹. Toutefois on ne saurait conclure de ces quelques exemples à un repli massif des auteurs-professeurs sur l'équivalentisme. D'abord on aurait tort de croire que ce repli sur les équivalents comme faits libres de théorie exprime une véritable adhésion. Tout comme Thenard, la plupart des auteurs de livres ne remettent jamais en question l'existence même des atomes qui sont régulièrement invoqués dans la description des substances et de leurs réactions. Ainsi, dans la deuxième édition où il abandonne les poids atomiques, Guérin n'en continue pas moins de distinguer les « atomes constituants » pour expliquer la cohésion et les « atomes intégrants ou particules » pour expliquer l'affinité. « L'eau étant composée d'oxygène et d'hydrogène, les atomes constituants sont ceux de l'oxygène et ceux de l'hydrogène. Chaque atome intégrant est formé d'un atome d'oxygène uni à deux atomes d'hydrogène. »⁵² De plus, le repli sur les équivalents n'interdit pas les critiques de ce système. Orfila vante certes les équivalents dans l'édition de 1843 mais il abandonne l'explication des calculs de poids d'équivalents. Lorsqu'il les réintroduit en 1851, il signale les incertitudes que cause ce système. Nicolas Deguin qui adopte l'équivalentisme dans son livre pour l'enseignement secondaire souligne néanmoins que la définition des équivalents comme la quantité qui réagit avec 8 d'oxygène pour H=1 ne peut s'appliquer partout car elle détruit trop d'analogies bien établies.⁵³ Dupasquier souligne aussi les exceptions après avoir déclaré que les équivalents chimiques conviennent mieux à la chimie industrielle car ils résultent immédiatement de l'expérience, et qu'ils sont purs de toute supposition ou

hypothèse.⁵⁴ On voit ainsi que pour les auteurs de manuels les systèmes rivaux de poids atomiques et de poids équivalents étaient jaugés en fonction de leur aptitude à exprimer les analogies chimiques. Sous couvert du slogan des faits libres de toute hypothèse, c'est la préoccupation maîtresse qui sous-tend leurs choix et leurs jugements. Enfin et surtout l'atomisme survit dans les livres.

Un espace de liberté

Encore faut-il préciser que cette ligne épistémologique ne constitue en rien une idéologie officielle des manuels. Certes en 1837, peut-être à la suite des déclarations de Dumas au Collège de France, la théorie atomique disparaît du programme du baccalauréat ès sciences. Celui-ci prescrit d'étudier les « lois suivant lesquelles les corps se combinent ; nombres proportionnels », ce qui permet d'unifier l'écriture des formules dans les manuels français. Alors que dans les années 1820 et 30 les auteurs pouvaient hésiter entre plusieurs systèmes de notations – Dalton, Wollaston, Berzelius – dans les années 1840 tout le monde écrit en équivalents et adopte la formule HO pour l'eau. Cette écriture en usage dans les manuels du secondaire est maintenue dans les livres pour les étudiants de médecine et les étudiants avancés. Au point que Charles Gerhardt l'utilise lui aussi dans son Traité de chimie organique, publié dans les années 1850, alors qu'il a lui-même défendu un autre système de notation fondé sur l'hypothèse d'Avogadro. Toutefois les historiens ont parfois surestimé le poids du conformisme imposé par le système. Il faut, premièrement, rappeler que le triomphe de l'équivalentisme ne remet pas en question l'existence des atomes comme acteurs de la combinaison chimique ni même la distinction entre atome et molécule, laquelle est le plus souvent retraduite en atomes intégrants et constituants. Deuxièmement, le repli sur les poids équivalents –assez général, et souvent non discuté - n'empêche pas certains auteurs de pratiquer la double langue. Regnault, par exemple, soutient une position épistémologique assez complexe. Après avoir expressément déclaré : « nous adopterons exclusivement dans cet ouvrage la notation des équivalents , il ne se prive pas, dans le chapitre sur l'eau, par exemple, de donner en plus de la formule HO consacrée par l'équivalentisme, la formule H²O tirée de la méthode des densités gazeuses « qui mérite d'être indiquée parce qu'elle est adoptée par un grand nombre de chimistes »⁵⁵. De manière systématique, Regnault s'applique à offrir une pluralité d'options de formules et d'écriture sans mentionner sa préférence, ni la nécessité de faire un choix. Usant d'un ton qui se veut neutre, purement informatif, il semble obéir à une règle épistémologique proche de l'équivalence des hypothèses dans l'histoire de l'astronomie.

Le double langage n'est pas réservé aux livres d'enseignement supérieur. Il est aussi pratiqué par quelques auteurs de livres d'enseignement secondaire. Certains comme Tyrat (1837) ou Saigey (1837) glissent quelques références à la théorie atomique dans la description des substances. Plus provocateur, le manuel de Burnouf, paru en 1840, maintient ouvertement une section « théorie atomique » dans le chapitre liminaire sur les « lois de combinaison » où il présente la loi d'Avogadro, celle de Dulong et Petit et de Mitscherlich. Il justifie le libre usage qu'il fait des formules atomiques au nom de l'intérêt des élèves : pour « abréger le temps et l'espace sans devenir obscurs pour cela, puisque les élèves traduiront les formules facilement et sans hésitation »et « pour suivre et embrasser d'un seul coup d'œil ce qui se

pas dans ces combinaisons et se le graver plus facilement dans la mémoire »⁵⁶ Kaeppelin, un autre adepte de la double langue atomiste/équivalentiste, invente une nouvelle écriture de compromis en utilisant les symboles de Berzelius en minuscules.⁵⁷ Bien d'autres manuels attestent des libertés que les auteurs prenaient à l'égard des savants en vue et des programmes officiels. Bouchardat, par exemple, maintient une section « théorie atomique » en 1840 et précise qu'il est nécessaire de dépasser l'expérience, de « se laisser conduire par des considérations d'un ordre moins certain » pour aborder la question fondamentale : « combien une combinaison donnée renferme-t-elle d'atomes des éléments qu'elle contient ». ⁵⁸

Cette attitude de résistance plus ou moins active se manifeste quel que soit le public destinataire des livres. Nul n'ose prétendre que les jeunes élèves ou les pharmaciens ont besoin d'un science moins hypothétique. Parmi les auteurs de manuels pour les métiers de la santé, Lassaigne qui avait été l'un des premiers à introduire l'hypothèse d'Avogadro dans les années 1820, renforce l'importance de l'hypothèse atomique dans l'édition de 1842. Non seulement il conserve les symboles de Berzelius mais il introduit une représentation graphique des réactions chimiques fondée sur la théorie atomique. Il rassemble les atomes des réactifs dans la partie de gauche et montre ensuite ce qu'ils deviennent dans la partie de droite. Par cette méthode, qu'il dit avoir éprouvée depuis plusieurs années dans ses cours à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, l'élève est censé visualiser ce qui passe dans la réaction chimique⁵⁹. Dans l'édition de 1846 Lassaigne insiste encore : « Pour mieux faire comprendre aux commençants les réactions plus ou moins compliquées qui se passent entre les divers éléments des corps mis en présence, nous avons représenté par des tracés graphiques, dans ce premier volume, le jeu des affinités différentes qui s'exercent entre les molécules élémentaires, et par conséquent les produits qui en sont le résultat. »⁶⁰

Dans les écoles militaires, on cultive un « atomisme maison », fondé sur la distinction entre atomes et molécules. Colin publie en 1841 des Considérations élémentaires sur les proportions chimiques, les équivalents et les atomes pour servir d'introduction à l'étude de la chimie. Ce titre définit un programme : placer l'atome au rang des notions fondamentales de la science chimique « d'une manière plus conforme à nos idées françaises ». Il utilise les formules atomiques mais il évite l'usage du mot « atome » et il emploie des formules écrites en notation atomiste et en notation équivalentiste. Par exemple, il écrit la formule des oxydes d'azote Az^2O , Az^2O^2 , Az^2O^3 ,de façon que pour convertir en notation équivalentiste on n'ait qu'à remplacer Az^2 par Az ⁶¹. Cet atomisme à la française, maintient la tradition atomiste face à la déroute générale de l'atomisme dans les années 1840 si bien que les élèves-officiers de Saint-Cyr ou d'autres écoles militaires furent alors quasiment les seuls Français instruits dans la notation atomique.

Si nombreuses sont les entorses au triomphe absolu de l'équivalentisme dans les manuels qu'on peut légitimement conclure, en reprenant une suggestion de Nicolas Fischer, que dans les années 1840, quand la notation et les idées atomistes sont censurées dans la plupart des journaux, les livres offrent un espace de liberté pour véhiculer l'atomisme⁶². Il faut résolument inverser le cliché selon lequel la recherche serait toujours à l'avant-garde de la science et l'enseignement à la traîne.

Littérature de combat

Le congrès de Karlsruhe, réuni en 1860, confirme et consacre la fonction militante des livres d'enseignement. Plus que les exposés et débats, c'est la distribution du résumé d'un livre d'enseignement fondé sur les poids atomiques d'Avogadro et Gerhardt écrit par le chimiste italien Stanislao Cannizzaro qui a convaincu quelques participants d'adopter ces poids atomiques.⁶³ Après ce congrès, les livres d'enseignement deviennent de précieux moyens d'action, fréquemment utilisés par les militants de la cause atomiste en France lors de la controverse qui les oppose aux équivalentistes comme Berthelot et Sainte-Claire Deville. Un petit volume de *Leçons de chimie* publié en 1863 rassemble les leçons de Wurtz, et de deux autres membres de la Société chimique de Paris, récemment fondée⁶⁴. Les leçons de Wurtz, intitulées « Sur quelques points de philosophie chimique », sont un plaidoyer pour la théorie de l'atomicité. En 1866, Wurtz publie ses propres *Leçons élémentaires de chimie moderne* et ne cache pas l'intention qui l'inspire dans l'avertissement de la deuxième édition, parue en 1871 :

« En publiant la première édition de cet ouvrage, j'ai voulu prouver que les théories qui ont transformé la chimie se plient sans effort à l'enseignement élémentaire de cette science. Mon but a été atteint s'il m'est permis d'en juger par l'accueil qu'a reçu ce petit livre. C'est donc avec confiance que j'en publie aujourd'hui la seconde édition, bien persuadé qu'il est urgent d'introduire dans les programmes de nos écoles les réformes que comporte l'état actuel de la science. »⁶⁵

Les disciples de Wurtz ne sont pas en reste. Alfred Naquet publie presqu'en même temps que Wurtz des *Principes de chimie* fondée sur les théories modernes qui, d'après l'éditeur – visiblement sympathisant avec la cause de ses auteurs – fut épousé en dix-huit mois, traduit en anglais, en allemand avec une contrefaçon en langue russe⁶⁶. Après avoir publié une *Chimie inorganique élémentaire*, en 1874, Edouard Grimaux publie les leçons introductives de son cours à l'Ecole polytechnique, entièrement consacrées à la théorie et à la notation atomique⁶⁷. Enfin le monumental *Traité de chimie générale* de Paul Schützenberger, un autre élève de Wurtz, professeur au Collège de France et futur directeur de l'Ecole municipale de chimie industrielle de la ville de Paris, se présente ouvertement comme une revanche sur la célèbre condamnation prononcée par Dumas en 1836. Ce dernier estimait que si peu qu'on parle d'atome, on en disait toujours trop. Schützenberger veut prendre le risque « d'en dire trop » sur la théorie atomique, tout en précisant que, dans le corps de l'ouvrage, il s'abstiendra de toute spéulation. Schützenberger introduit son ouvrage par de longues considérations épistémologiques sur l'utilité et la nécessité de la théorie en science. « C'est le phare qui guide vers l'inconnu » et il illustre ce plaidoyer à l'aide d'exemples historiques en évoquant la théorie du phlogistique et son renversement par Lavoisier. Afin de défendre la théorie atomique, il dénoue la vieille alliance qui avait facilité son insertion dans le monumental traité de Thenard, soixante ans plus tôt. « La théorie atomique et la notation qu'elle a adoptée procèdent, au contraire, uniquement de l'expérience (...) Elle est indépendante de l'hypothèse des atomes et ne s'y rattache que par un langage figuré et une nomenclature dont il y aurait peut-être avantage à se débarrasser. »⁶⁸ Par le biais du livre de Schützenberger s'est répandue la conception d'une théorie sans implications ontologiques, voisine de celle que défendra Pierre Duhem quelques années plus tard. Pour Schützenberger, « la théorie est une idée d'ensemble (...) née de la comparaison d'une série étendue de

données du même ordre et appuyée sur elles avec logique ».69. Inspirée par une intention classificatrice, la théorie n'a pas vocation explicative mais plutôt taxonomique. Or, il a échappé à bien des philosophes que ce genre d'épistémologie, assignant aux théories des fonctions de classification et de mise en ordre des phénomènes, pourrait tirer son origine historique des problèmes affrontés par les auteurs de manuels au cours du XIX^e siècle.

En résumé, l'examen de la théorie atomique dans les traités du XIX^e siècle vient sérieusement limiter l'impact de la diversification des écrits décrite au chapitre XI. Quelle que soit la destination des écrits – recherche, enseignement secondaire ou professionnel, les auteurs adoptent à peu près les mêmes positions. Certes l'idée qu'on ne doit pas enseigner des hypothèses comme l'atome est une invention d'auteur de manuels. Mais c'est un argument inventé dans un contexte précis de recul général de l'atomisme vers l'équivalentisme qui ne singularise donc pas le genre manuel du reste de la littérature chimique. Dans les livres, comme dans les articles de journaux, la théorie atomique fut adoptée très rapidement dès les années 1810. Cette rapidité semble tenir à deux raisons principales : d'une part, l'atome daltonien assimilé au corpuscule newtonien, s'intègre facilement dans les doctrines établies et enseignées ; d'autre part, l'atome est présenté comme un instrument d'analyse, un outil commode, précieux en particulier pour un public de médecins et pharmaciens. On ne note pas davantage de fossé entre les activités de recherche et d'écriture de livres quant à l'hypothèse d'Avogadro. Elle est largement diffusée dans les manuels en même temps que les lois de Dulong et Petit et de Mitscherlich si bien que, vers la fin des années 1820, la théorie atomique organise le discours de chimie et tend à pénétrer tout le territoire. Exposée dès les chapitres introductifs, elle est utilisée tout au long des ouvrages dans la description des substances individuelles. Ce processus culmine dans la dernière édition du traité de Thenard en 1834-36. Les manuels des années 1840 ne se contentent pas de répercuter le repli massif sur l'équivalentisme mais y contribuent activement au nom de la fiction des faits libres de théorie, et d'un besoin pédagogique supposé de tels faits pour les élèves. Néanmoins ce mouvement de retraite ne doit pas masquer que le livre fonctionne comme une poche de résistance à l'équivalentisme puis comme une arme de lutte à partir des années 1860.

Ce chapitre montre donc, une nouvelle fois, que le livre d'enseignement n'est pas toujours un ouvrage conformiste aligné sur la « science normale ». Il peut fournir un espace de liberté, un moyen d'expression face à la science officielle. Il peut servir de moyen de pression pour faire évoluer les programmes. Enfin, il peut être la source d'une épistémologie bien particulière, caractéristique de la fin du XIX^e siècle : une instrumentalisation de la théorie conçue comme une représentation symbolique des phénomènes sans portée réaliste ou ontologique.

Chapitre XIV

Présences de l'histoire

« Ce n'est ni l'histoire de la science, ni celle de l'esprit humain que l'on doit faire dans un traité élémentaire: on ne doit y chercher que la facilité, la clarté on en doit soigneusement écarter tout ce qui pourrait tendre à détourner l'attention. C'est un chemin qu'il faut continuellement aplanir, dans lequel il ne faut laisser subsister aucun obstacle qui puisse apporter le moindre retard. Les sciences présentent déjà par elles-mêmes assez de difficultés sans en appeler encore qui leur sont étrangères.»⁷⁰

Ainsi Lavoisier excluait-il l'histoire de son Traité élémentaire de chimie. Au nom d'un impératif pédagogique prescrivant un parcours initiatique lisse, sans relief ni aspérités, sont éliminés comme ingrédients étrangers, indésirables parasites, les travaux et les peines, les choix et les batailles qui ont façonné la chimie. La science des livres est depuis lors amputée de son passé. Aliénée de son histoire, elle est livrée hors du temps et se conjugue comme un éternel présent.

Périodiquement, depuis deux siècles, renaît le débat sur l'opportunité de l'histoire dans les livres de science. L'histoire est-elle un obstacle ou un auxiliaire pédagogique? Fait-elle partie intégrante du discours de science ou n'est-elle qu'un ornement extérieur? Lors de la réforme des programmes d'enseignement secondaire de 1902, les conseils généraux qui accompagnent les nouveaux programmes renouvellent le verdict de Lavoisier : ne pas se préoccuper de l'ordre historique.⁷¹ Et les avocats de l'histoire comme Paul Langevin partent au combat et parent l'histoire de mille vertus. L'histoire donne « une confiance prudente et réfléchie »; en manifestant les limites du champ de validité d'une loi, elle prévient les extensions illégitimes⁷².

En réalité, tous ces débats sur l'histoire sont piégés car le terme « historique » change de sens au cours du XIX^e siècle en même temps que changent les pratiques de l'histoire dans les exposés de science. Cette évolution est révélée par le glissement sémantique du terme « dogmatique » que l'on oppose toujours à « historique ». Lavoisier présentait l'histoire comme une forme de dogmatisme, un argument d'autorité faisant obstacle à l'exercice de l'entendement. Un siècle après, Langevin voit dans l'histoire un remède à tout dogmatisme. Assurément, ils ne s'entendent pas sur le sens des mots. Dogmatique, pour Langevin, est l'exposé d'une science qui assène des lois comme des vérités transcendantes et ne ménage aucune place pour le libre examen par les lecteurs des connaissances exposées⁷³. La position de Lavoisier est dogmatique non au sens que Langevin donne à ce terme mais au sens que lui donne Auguste Comte en 1830, dans la deuxième leçon du Cours de philosophie positive. On peut, écrivait Comte, apprendre une science soit en suivant l'ordre chronologique de la découverte - c'est l'ordre historique - soit comme un système de connaissances - c'est l'ordre

dogmatique. Le terme dogmatique ne signifie pas qu'on impose les vérités par autorité mais suggère un enchaînement logique de propositions.

Ce disant Comte ne fait que thématiser l'opinion dominante à son époque : auteurs et professeurs de science choisissent un exposé dogmatique : soit du général au particulier, du simple au complexe dans une présentation déductive ou du connu à l'inconnu, du complexe au simple dans une présentation inductive. Cependant Comte fait plus que refléter les tendances des scientifiques contemporains dans la mesure où il met en garde contre des usages qui vont se répandre dans les manuels du milieu du XIX^e siècle. Tout en considérant que l'approche historique est de la plus haute importance - « Je pense même, écrit-il, qu'on ne pas complètement une science tant qu'on n'en sait pas l'histoire » - , Comte voit clairement les problèmes que pose son introduction dans l'enseignement.⁷⁴ En droit, l'histoire des sciences est la voie optimale pour faciliter la « compréhension » d'une science. En fait, c'est une voie impraticable d'apprentissage : non seulement parce qu'elle est trop lente mais aussi parce que les sciences se développent en relations mutuelles et qu'il est artificiel d'isoler une discipline du contexte encyclopédique dans lequel elle se constitue.

« Le prétendu ordre historique d'exposition, même quand il pourrait être suivi rigoureusement pour les détails de chaque science en particulier, serait déjà purement hypothétique et abstrait sous le rapport le plus important en ce qu'il considérerait le développement de cette science comme isolé. Bien loin de mettre en évidence la véritable histoire de la science, il tendrait à en faire concevoir une opinion fausse. »⁷⁵

En quelques lignes Comte permet de clarifier le problème. Il ne se pose pas sous la forme d'une alternative entre une exposition dogmatique et une exposition historique de la chimie – cette dernière étant reconnue impraticable. Le débat porte, en réalité sur le genre d'histoire que l'on convoque dans les livres et la place qu'on lui accorde.

La saga d'une discipline

Au XVIII^e siècle, la plupart des livres de science s'ouvraient sur une longue introduction pouvant atteindre plusieurs dizaines, voire une centaine de pages, consacrées à l'histoire de la discipline exposée dans l'ouvrage. Cette tradition avec laquelle rompit le Traité élémentaire de Lavoisier, faisait de l'histoire une partie intégrante de l'exposition d'une science. Cela ne signifie pas que les auteurs du XVIII^e siècle exposaient les connaissances de la chimie suivant l'ordre historique en commençant par les acquis des alchimistes pour progresser jusqu'aux résultats les plus récents. L'histoire était une dimension de la science mais pas sur le même plan que les autres ; elle n'était pas à confondre avec les autres attributs que sont les concepts de base ou les instruments dont elle se sert. L'histoire est la voie d'entrée dans une science, une introduction au sens strict. Une science se présente comme une histoire en marche avant d'être exposée comme un système de connaissances.

L'histoire des traités du XVII^e siècle n'est pas l'histoire des objets de la science, ni même des connaissances sur ces objets mais la geste d'une discipline. C'est une histoire humaine, façonnée par des individus laborieux ou ambitieux. Telle une chanson de geste, elle a ses héros mythiques ou réels, vainqueurs d'épreuves ou égarés dans les ténèbres. Et cette histoire héroïque a des vertus pédagogiques que souligne Macquer :

« L'histoire des Sciences est en même-tems celle des travaux, des succès, et des écarts de ceux qui les ont cultivées; elle indique les obstacles qu'ils ont eu à surmonter, et les fausses routes dans lesquelles ils se sont égarés: elle ne peut dès lors manquer d'être très-utile à ceux qui veulent s'engager dans la même carrière. C'est sans doute la principale raison qui a introduit l'usage de mettre à la tête des Traités ou des Cours de Chymie un Discours historique sur cette Science » 76.

Il serait inopportun de présenter cette histoire comme un auxiliaire pédagogique. Elle était beaucoup plus que cela : l'histoire a une fonction éducative au sens fort où elle conduit le débutant parce qu'elle déploie devant lui, dans toute son étendue, la carrière dans laquelle il se prépare à entrer. Elle trace la voie, fixe les objectifs, définit un code de conduite, comme le souligne Fourcroy : « Il n'est pas permis d'ignorer les principaux traits de l'histoire d'une science à l'étude de laquelle on désire de se livrer. Cette histoire, en traçant le tableau des faits, fixe les époques des découvertes, fait éviter les erreurs dans lesquelles sont tombés ceux qui nous ont précédés, et conduit à la route qu'il faut tenir pour y faire des progrès » 77. Placée au seuil des livres de chimie, l'histoire fonctionnait donc un peu comme un rite d'initiation dans une société. Et cette dimension anthropologique n'a pas échappé aux chimistes du XVIII^e siècle comme Venel, par exemple, qui s'inquiétait au début de l'article « chymie » de l'Encyclopédie de ce que « les chimistes forment encore un peuple distinct, très-peu nombreux, ayant sa langue, ses lois, ses mystères & vivant presque isolé au milieu d'un grand peuple peu curieux de son commerce n'attendant presque rien de son industrie » 78.

Si l'histoire reste présente dans les traités de chimie jusqu'à la fin du siècle – celui de Lavoisier faisant exception – le contenu de cette histoire est profondément modifié par la révolution chimique. Au milieu du XVIII^e siècle, les historiques de la chimie discutaient essentiellement deux questions : où faut-il situer les origines de la chimie - dans la Bible ou chez les Egyptiens? - et comment définir les rapports entre l'alchimie et la chimie. La position adoptée sur ces deux questions permettait de fixer l'identité de la chimie. En soulignant la distance entre des arts chimiques antiques et la chimie moderne, les chimistes du XVIII^e siècle marquaient la distance entre une tradition orale de savoir-faire qu'ils plongeaient dans l'obscurité, les fables et les merveilles, et une science écrite constituée en corps de doctrine. Macquer, plus que tout autre, présentait l'alchimie comme une fausse-route, une sorte d'épisode pathologique « une manie qui a attaqué la tête des chimistes », mettant en valeur par contraste le caractère scientifique de la science qu'il exposait. Il utilisait déjà le terme « révolution » pour décrire l'émergence de la chimie moderne mais toujours au pluriel. Au lieu d'un événement ponctuel, c'est un processus que Macquer désigne comme « renouvellement des sciences ». Après une ébauche de coordination des phénomènes au XVII^e siècle, Becher embrasse d'un coup d'œil la multitude des faits chimiques puis son disciple Stahl constitue une théorie générale qui guide toutes les recherches ultérieures et il y a encore une place pour « l'immortel Boerhaave » 79. Tandis que, pour Macquer, le renouvellement de la chimie est l'œuvre collective de plusieurs générations, pour Venel, qui veut lutter contre les tentatives d'annexion de la chimie au mécanisme, domine la figure de Stahl. Son Specimen beccarianum est présenté comme l'équivalent pour la chimie des Principia mathematica de Stahl.

Après Lavoisier, Stahl n'est pas éclipsé, ni discrépant, même par les partisans de la doctrine lavoisienne. Mais l'œuvre de Lavoisier produit un effet immédiat sur l'écriture de l'histoire par les auteurs témoins de cette transformation : elle crée un déséquilibre dans la perception

du passé qui noie les siècles antérieurs sous l'avalanche du passé récent. Cet effet de bascule au profit de la science d'hier est particulièrement visible dans l'œuvre de Fourcroy. Alors que dans les éditions successives de ses *Eléments d'histoire naturelle*, Fourcroy divisait l'histoire en six périodes méritant un traitement à peu près égal, dans le *Système des connaissances chimiques*, publié en 1800, les dernières dix années occupent plus de la moitié des pages consacrées à l'histoire de la chimie. Lavoisier est présenté non pas comme un génie découvreur solitaire mais comme le grand esprit qui prenant du recul, de la hauteur est en mesure de proposer une synthèse des résultats empiriques :

« Il fallait en quelque sorte arrêter ce torrent expérimental dans sa course trop rapide (...) En un mot au lieu d'aller toujours en avant, sans examiner avec le grand soin la valeur réelle de chaque découverte, il était temps de revenir et de s'arrêter à chacune d'elles, d'en bien saisir le rapport avec les précédentes, d'en apprécier toute l'influence et surtout d'en prouver avec assez de soin et de précision la vérité et l'exactitude. » 80.

Cette présentation montre que la révolution n'est pas d'abord pensée comme un geste de rupture mais plutôt de retour, conformément au sens primitif de ce terme en astronomie. La démarche de Lavoisier, prudente, mesurée, consiste à refaire le travail des autres, refaire les expériences, contrôler, expliquer jusqu'à atteindre la certitude. Fourcroy détaille les contributions des chimistes étrangers – Bergman, Scheele, Priestley – en soulignant qu'ils ouvraient diverses routes dans la même carrière⁸¹. Ce théâtre d'opinions divergentes, générateur de désordre, est mis en contraste avec l'ordre qui règne dans la tête de Lavoisier. Enfin, évoquant la controverse suscitée par la théorie antiphlogistique de Lavoisier, Fourcroy présente les objections des perdants de l'histoire, mais sans aucun effort de symétrie. Il mentionne quatre groupes d'opposants mais ne détaille pas leurs arguments. A une exception près cependant, pour les chimistes suédois : Bergman est « le premier qui ait écrit avec la méthode et dans l'esprit des géomètres »⁸². Fourcroy recommande la lecture de ces mémoires, pourtant attachés au phlogistique, et en donne une analyse détaillée sur vingt pages. Scheele a droit à dix-sept pages que Fourcroy conclut par ces mots :

« Telles sont les théories proposées dans le Nord par deux hommes de génie, dont l'ascendant & les lumières auraient infailliblement entraîné tous les esprits, sans la révolution qui s'opérait en même temps en France et qui attira bientôt tous les esprits d'abord pour la connaître et ensuite pour la contredire ou la combattre, enfin pur l'adopter et en accroître la force par la masse des expériences qui y furent successivement ajoutées, autant que par la vitesse avec laquelle les découvertes se sont succédées. » 83

La révolution chimique est donc décrite comme une mutation dans l'espace de la carte géographique : du pôle attracteur qu'était la Suède vers la France. D'où découle un mouvement d'accélération de l'histoire par expériences accumulées. Une septième période est ajoutée sur la « Consolidation de la théorie pneumatique, réunion des chimistes français travaillant en commun au progrès de cette théorie, établissement de la nomenclature méthodique ». Les acteurs sont les géomètres, les physiciens, les réformateurs de la nomenclature, exclusivement des Français.

Au bilan, la révolution lavoisienne déclenche une réécriture de l'histoire plutôt que la disparition de l'histoire que prônait Lavoisier. La révolution se traduit par un double mouvement de bascule : spatiale - de la Suède vers la France - et temporelle - contraction du passé et inflation du présent. La révolution est personnalisée mais aussi profondément

nationalisée, Lavoisier étant en position de chef avec tout le pays derrière lui. La chimie est une science française.

Toutefois, le récit de la révolution chimique par Fourcroy, proche de Lavoisier, diffère sensiblement de celui que donne Chaptal - pourtant lui aussi partisan de la doctrine lavoisienne. Chaptal est plus critique que Fourcroy sur la chimie qui vient d'être renversée : « L'opinion presque religieuse qui asservissoit tous les chymistes à Stahl, a nui sans doute aux progrès de la chymie: mais la fureur de réduire tout en principes, et d'établir une théorie sur des expériences incomplètes ou sur des faits mal vus, ne lui a pas présenté de moindres obstacles »⁸⁴. Mais la marche de la chimie n'est pas réglée par les forces ou les faiblesses d'une théorie. Chaptal rapporte le « renouvellement » de la chimie à des facteurs sociaux - au rôle du gouvernement et au goût du public pour la chimie – plus qu'à des individus. Lavoisier n'est pas le grand héros de la révolution, comme chez Fourcroy, et la réforme de la nomenclature est le moment crucial. On voit donc qu'à la fin du XVIII^e siècle le récit de la révolution chimique n'est en rien standardisé. Si on s'est attardé davantage à celui de Fourcroy qu'à d'autres c'est parce qu'il a été la source de bien des récits ultérieurs façonnés par les chimistes du XIX^e siècle. Repris dès 1812 par Bouillon-Lagrange lors d'une réédition de son traité, le schéma de Fourcroy est déjà raidi par simplification. Bientôt on ne parle plus des origines de la chimie, Becher et Stahl n'ont joué aucun rôle positif et la dimension collective de la science est effacée au profit d'une galerie d'hommes illustres. Plus significatif encore est le changement concernant la place accordée aux informations historiques qui sont livrées pour la plus grande partie dans le corps des chapitres successifs consacrés aux différentes substances.

Disparition de l'histoire?

La première impression quand on ouvre un manuel de la génération suivant la révolution chimique est que l'histoire en est absente. Le geste d'exclusion de Lavoisier semble avoir convaincu la plupart des auteurs de livres d'enseignement, car les longues introductions historiques ont disparu. Pas d'histoire dans les livres destinés aux écoles primaires où le style anecdotique est réservé aux références à la vie quotidienne ou aux applications pratiques. Pas ou peu d'histoire dans les livres destinés aux écoles centrales et aux lycées. Mis à part Brisson qui fut témoin de la révolution lavoisienne et qui évoque ses souvenirs en première personne, et Novario qui donne un bref résumé de l'introduction historique du Système de Thomson, les livres d'Adet, d'Izarn et de Jumelin ignorent totalement l'histoire de leur discipline. Cette pratique sera avalisée quand les programmes scolaires sont instaurés : aucune mention de l'histoire dans les programmes de 1828, de 1840, de 1852.

Connaissant le rôle essentiel des introductions historiques pour asseoir l'identité et l'autonomie de la discipline chimique, on peut conjecturer que la réunion de la physique et de la chimie en une seule matière scolaire fut la cause principale de cette éviction de l'histoire. L'union de la physique et de la chimie par décret républicain rendait, en effet, caducs les récits héroïques destinés à convaincre le lecteur que la chimie est une entreprise collective, utile, digne d'attention et de respect. Les références au noble combat de la chimie contre l'impérialisme des physiciens – dans le style Venel- seraient mal venues quand la chimie se trouve comprimée sous l'étiquette « sciences physiques ».

Toutefois le mariage de la physique et de la chimie n'est pas une raison suffisante pour justifier la disparition des introductions sur l'histoire de la discipline. On aurait pu mobiliser l'histoire pour légitimer ce mariage républicain, en reprenant par exemple les propos de Macquer sur la « saine physique » libérant la chimie de l'emprise de l'alchimie. N'est-ce pas d'ailleurs le genre d'histoire que construiront plus tard les historiens des sciences autour du thème de la révolution scientifique? De plus, dans les livres qui échappent au mariage des disciplines imposé dans l'enseignement secondaire, dans les livres de chimie à l'usage des étudiants de médecine ou de pharmacie ou dans les grands traités comme ceux de Thenard et de Dumas, les préliminaires historiques sont aussi absents. L'élimination de l'histoire au début du XIX^e est un phénomène trop général pour que la politique scolaire française suffise à en rendre compte. Il déborde les frontières de l'hexagone. Que l'on regarde du côté de l'Allemagne, l'étude des manuels par Betina Haupt souligne que la présence de l'histoire décroît au tournant du XVIII^e et du XIX^e siècle⁸⁵. Du côté de la Suède, Berzelius exclut aussi l'histoire de son traité même s'il prend la peine de s'en excuser : « L'histoire de la science, quelque intéressante qu'elle soit, ne fait cependant pas partie essentielle de la science elle-même. C'est ce qui m'a déterminé à ne pas lui donner place dans mon livre. »⁸⁶. Un regard du côté de la Grande Bretagne, aide à préciser l'analyse. Dans son System of Chemistry, Thomas Thomson consacrait une longue introduction de cinquante pages à l'histoire de la discipline en arguant que la combinaison d'histoire et de science aide à mémoriser les faits. Mais par la suite il développe ces remarques historiques en un livre autonome d'histoire de la chimie en deux volumes⁸⁷. En 1819, William Henry exclut l'histoire de ses Elements of Experimental Chemistry en invoquant des raisons pédagogiques⁸⁸. Ces quelques livres célèbres suggèrent qu'au début du XIX^e siècle, le divorce entre l'exposé dogmatique d'une science et l'exposé historique n'allait pas de soi et devait encore être justifié à l'étranger.

En France, ce divorce, en pleine conformité avec les arguments développés par Lavoisier puis par Comte dans son Cours de philosophie positive, n'a pas besoin d'être justifié. Mais le résultat est le même : l'histoire évacuée des traités doit être cultivée à part, en des publications séparées. Par exemple, Dumas ne glisse pas un mot d'histoire dans son Traité de chimie appliquée aux arts mais il lui consacre l'essentiel de Leçons sur la philosophie chimique. « La philosophie chimique (à peine si j'ose la définir), a pour objet de remonter aux principes généraux de la science, de montrer non seulement en quoi ils consistent aujourd'hui, mais encore quelles sont les diverses phases par lesquelles ils ont passé, de donner l'explication la plus générale des phénomènes chimiques, d'établir la liaison qui existe entre les faits observés et la cause même de ces faits. »⁸⁹ Avec dix leçons sur onze consacrées à l'histoire des théories chimiques, la philosophie chimique de Dumas décrit le présent à la lumière d'un long passé. Traitant de la question des origines lointaines de la chimie, Dumas en profite pour souligner la préséance de la pratique sur la théorie. Il précise, grâce au passé, les relations de la chimie et de la physique. Si la chimie, la physique et les mathématiques ne peuvent guère être séparés maintenant, « n'allez pas croire, proclame Dumas, que la mécanique et la physique nous aient toujours été fort utiles ». ⁹⁰ L'héroïsme de la résistance des chimistes aux spéculations sur les atomes crochus lui fournit un prétexte pour rappeler l'autonomie de la discipline. « C'est qu'il existe entre les chimistes actuels et les anciens chimistes quelque chose de commun; c'est la méthode. Et quelle est cette méthode, vieille comme notre science elle-même, et qui se caractérise dès son berceau? C'est

la foi la plus complète dans le témoignage des sens; c'est une confiance sans bornes accordée à l'expérience ; c'est une aveugle soumission à la puissance des faits ».91 Voilà donc les chimistes « inventeurs de l'art d'expérimenter ». Les ouvrages du passé étant examinés sous le point de vue de la méthode, Dumas construit un discours qui se donne comme philosophique et recouvre en partie ce que l'on nommerait aujourd'hui l'histoire épistémologique d'une discipline. Ce type d'exposé d'une discipline - bien distinct de l'exposé didactique – se construit sur le deuil de la « philosophie naturelle » dont la philosophie chimique était un sous-ensemble.

Cela ne supprime pas les interférences entre les deux discours scientifique et philosophique. Au contraire, la philosophie chimique de Dumas, comme celle de Thenard, suggèrent que la philosophie devient un complément indispensable de l'enseignement d'une science, un lieu de réflexion théorique pour les chercheurs, spécialement pour les jeunes recrues. Reprenant les fonctions des anciens discours préliminaires, la philosophie chimique se donne comme un « supplément d'âme » mais sert très concrètement de force d'appoint pour justifier des engagements théoriques ou méthodologiques. La vigueur de l'histoire de Dumas tient à son talent de conteur. Leçon après leçon, défilent des portraits plus ou moins héroïques ponctués de considérations sur la méthode. Le propos est manifestement de tirer leçon du passé dans une situation délicate de controverse où Dumas se trouve pris entre deux feux : d'un côté, le dualisme électrochimique de Berzelius auquel il n'adhère plus; de l'autre, les hypothèses hardies des jeunes chimistes, comme Auguste Laurent, qui se livrent à des spéculations sur la forme des molécules à partir de la notion de substitution introduite par Dumas lui-même. Une leçon pathétique consacrée à Lavoisier et prononcée le jour anniversaire de sa mort se termine sur cette solennelle résolution : « Oui, je doterai les chimistes de leur Evangile ». Dumas tiendra effectivement sa promesse puisque c'est lui qui a commencé l'édition des œuvres de Lavoisier. Cette leçon, largement inspirée du compte-rendu de Fourcroy, est à l'origine du culte de Lavoisier comme héros positif qui ne se fie qu'à la balance et se méfie des hypothèses. L'histoire déployée dans la philosophie chimique est une mine de leçons au sens où elle livre des instructions épistémologiques – par exemple à la célèbre mise en garde contre les atomes - que l'exposé dogmatique aseptisé n'est plus en mesure de fournir. On voit donc comment l'histoire, enrolée dans la controverse où Dumas se trouve plongé, est mise au service de ses engagements personnels.

Mais ce recours à l'histoire est assez exceptionnel dans les années 1830. On ne peut même pas dire que la philosophie chimique constituerait un genre nouveau d'exposé de la chimie présentée dans l'ordre historique plutôt que dogmatique car l'essai de Thenard n'est guère historique. Dumas est une exception : dans l'ensemble, la chimie écrite au début du XIX^e siècle est une science sans histoire.

L'histoire en pièces détachées

Pourtant l'histoire n'est pas totalement évacuée des manuels. Réduite à peu de choses, à quelques informations anecdotiques sur le nom et la découverte des substances étudiées, elle est présente mais subordonnée à l'ordre dogmatique. L'histoire a perdu la position privilégiée d'initiatrice au seuil de l'ouvrage pour diffuser dans le local des chapitres, en se pliant au découpage taxinomique du monde . Chez Thenard, chaque chapitre comprend une rubrique

historique sur la substance étudiée. Placée à la fin dans la première édition, puis au début dans les éditions ultérieures, elle se borne à donner, s'il y a lieu, le nom ancien de la substance en question, la date de sa découverte et le nom de l'inventeur. Chez Bouchardat (1835) c'est la nomenclature qui donne lieu à ces petites enclaves historiques. Quant à Regnault (1845), il marque leur caractère périphérique par leur rejet dans les notes en bas de page. Ainsi marginalisée, l'histoire est transmutée. Ces informations parcellaires et décousues n'ont plus rien de commun avec un récit autonome cohérent. L'aventure humaine et sociale qui façonna la discipline a disparu au profit d'une histoire des substances. Le terme « histoire » garde encore, au début du XIX^e siècle, le sens premier de relation ou description de faits et d'événements qui est en usage dans l'expression histoire naturelle. Désormais l'historique fait partie de l'histoire naturelle des substances étudiées.

En quoi consistent ces fragments d'histoires? On ne trouve plus de récit qu'on pourrait conter mais une vignette destinée, le plus souvent, à fixer le nom d'un découvreur. L'historique se distingue précisément de l'histoire par cette fonction essentielle : payer tribut aux savants pour leur contribution. C'est la seule dimension que Berzelius accepte de garder dans son traité quand, après avoir chassé l'histoire, il précise : « Cependant j'ai signalé les vicissitudes des théories remarquables; j'ai dit quand et par qui furent découverts les corps qui ne sont pas connus de toute antiquité, et j'ai cherché à rendre justice aux grands talents qui ont contribué à changer la face de la science ou à agrandir le domaine, de même qu'à ceux dont les travaux l'enrichissent encore tous les jours. »⁹² Réduite à cette fonction d'hommage, l'histoire sélectionne seulement quelques références, toujours les mêmes. Si l'on évoque quelques noms du passé lointain – Leucippe, Démocrite, Epicure pour l'atome – c'est juste pour accuser le contraste et la distance avec la science moderne. Les chapitres sur l'air, l'eau et le feu sont des lieux privilégiés pour mettre en scène une opposition manichéenne entre la science positive, fondée sur des faits, et les savoirs fantaisistes d'autan. Par exemple, Izarn concluait quelques lignes sur les conceptions anciennes du feu élémentaire avec cette remarque : « Tel était l'ingénieux roman que les hommes avaient su créer sur le phénomène de la combustion avant qu'il leur fût permis d'en connaître l'histoire. Hâtons-nous d'en faire le sacrifice à ce que l'observation leur a montré plus exact, à des notions fondées sur des faits qui n'ont rien d'imaginaire ». ⁹³ Non seulement cette pratique sélective de l'histoire refoule dans la préhistoire et dans l'oubli les œuvres lointaines, mais elle induit aussi une vision biaisée de la recherche scientifique. En réduisant une découverte, une loi ou une formule à un nom propre, elle invite aux querelles de priorité et aux revendications exacerbées de propriété intellectuelle. Pire, elle favorise les querelles nationalistes. Il est frappant par exemple, que dans le chapitre sur l'air, Thenard ne mentionne que des Français : Jean Rey, Guyton de Morveau, et Lavoisier. Dans le chapitre sur l'eau, il reconnaît que Cavendish eut le premier l'idée de sa composition mais attribue à Lavoisier la démonstration et cette version est reprise, à quelques variantes près, par Tyrat, par Guérin et d'autres comme Bouchardat qui fait état d'une querelle nationaliste:

« Cette découverte (la composition de l'eau) est encore due au génie de Lavoisier. L'Angleterre a voulu revendiquer pour ses enfants la gloire de cette découverte à jamais mémorable; mais un arbitre aussi élevé qu'impartial, M. Berzelius, a prononcé dans ce grand débat; il s'exprime ainsi: "On peut dire avec toute justice que Watt et Cavendish s'étaient approchés bien près du but, mais que Lavoisier, seul l'a atteint". Watt, Cavendish et Priestley envisageaient l'oxygène, l'hydrogène et l'eau comme des états différents d'un

seul et même corps pondérable; Lavoisier prouva que l'eau est composée de deux corps pondérables particuliers, et c'est précisément en cela que consiste la découverte. »⁹⁴

Plus lourdes encore que les consonnances nationalistes, sont les implications épistémologiques d'une telle pratique de l'histoire. Elle fait accroire que la découverte scientifique se réduit à un événement , au fameux eurêka, dont on peut fixer la date. Se trouve ainsi occulté le long parcours de recherches parfois errantes et sinuueuses qui peut prendre des années, voire des générations et qui implique, en tous les cas un collectif en chaque découverte. Se trouve aussi gommé tout le contexte à la fois intellectuel, institutionnel et social qui permet une découverte et lui donne sens. D'où la fascination qu'exercent sur les auteurs de manuels les précurseurs; d'où la renommée de Jean Rey, ce médecin périgourdin qui, au XVII^e siècle, avait conjecturé que l'augmentation de poids des métaux calcinés pouvait être due à une « absorption d'air ». Parce qu'elle coupe les découvertes scientifiques de leurs racines historiques et culturelle, pour dresser une galerie de portraits empaillés situés dans un monde fictif sans rapport avec la société, cette pratique de l'histoire est dite naturalisée. Elle a tué la tradition historiographique qui s'était développée au XVIII^e siècle et surtout engendré quelques mythes tenaces concernant la marche des sciences. Cette vision biaisée pesait encore lourdement au début du XX^e siècle quand Hélène Metzger entreprit d'écrire une histoire des doctrines chimiques :

« La plupart de nos prédécesseurs en effet ont réduit leur travail à établir quels ont été les artisans des découvertes dont la science peut s'enorgueillir [...]; ils ont surtout voulu savoir quelle part revient à chaque savant dans l'explication ou même dans la constatation de quelque réaction chimique qui était autrefois méconnue! Ils ont implicitement supposé que là s'arrêtait leur rôle. Ils n'ont donc accompli qu'une partie de la tâche que l'historien doit remplir. En limitant ainsi le plan de leurs recherches ces historiens ont été, par l'effet même de leur méthode, amenés à négliger les théories anciennes, à les amoindrir de plus en plus, à leur refuser toute valeur. »⁹⁵.

Il faut, en effet, souligner qu'il y a plus qu'un simple aplatissement de l'histoire. Cette histoire en pièces détachées, en vignettes faciles à mémoriser ou à coller à tout propos, n'est qu'en apparence une histoire événementielle, tissée de faits et de dates. Elle opère une reconstruction de la science où la vérité d'une formule est garantie par un nom propre célèbre. Cette méthode d'authentification qui supplée au manque de véritable démonstration expérimentale permet de convaincre le lecteur et conforte l'autorité de la science enseignée. Ainsi paradoxalement c'est l'histoire qui alimente le dogmatisme des manuels.

Chimistes historiens

Cependant la vogue des vignettes historiques fut elle-même rapidement dépassée. Dès les années 1840, on observe un retour de l'histoire. D'abord dans le local des chapitres, les enclaves historiques se font plus disertes, plus narratives aussi. Cette progression est sensible dans les dernières éditions du traité d'Orfila en 1843 et 1851, comme chez Bouchardat qui inclut de larges extraits de mémoires de Lavoisier sur l'analyse de l'air et de l'eau. Dans sa chimie industrielle, Dupasquier consacre de longs développements à l'histoire du concept de gaz, à l'histoire des réactifs, à la théorie de la combustion comme à la théorie atomique. Pour

justifier ces digressions, Dupasquier invoque l'intérêt pédagogique et l'appel du grand homme :

« L'histoire de l'observation scientifique et des découvertes qui en ont été le résultat, n'est pas d'ailleurs aussi futile qu'on pourrait le croire, et possède en réalité plus de valeur qu'on ne le pense généralement: indépendamment de ce qu'elle rend moins aride une lecture nécessairement sèche par elle-même, elle fixe dans l'esprit des faits qui peut-être n'y seraient pas restés, donne des notions précieuses sur l'art d'observer et de faire des expériences, et pousse nécessairement au goût de l'étude et du travail, par l'ardent désir qu'elle fait naître d'imiter les grands hommes que leur pratique a illustrés. La relation de leurs travaux et l'aspect de la célébrité qu'ils ont acquise enflamme les esprits généreux, et les passionnent pour une carrière qui offre la renommée en perspective [...] Que de fois, en effet, n'a-t-on pas vu le seul récit d'une découverte devenir l'origine et la cause immédiate d'une découverte nouvelle! »⁹⁶

Peu à peu quelques auteurs comme Kaeppelin (1838) puis Baudrimont (1844) hasardent de petites introductions historiques traitant des méthodes ou des théories. Mais c'est Ferdinand Hoefer qui reprend le flambeau de la tradition d'histoire d'une discipline. Dans son traité de 1841, il consacre vingt quatre pages à l'histoire de la discipline ; l'année suivante il publie une Histoire de la chimie, en deux volumes, très populaire et maintes fois rééditée. Hoefer n'innove pas seulement par l'extension qu'il donne à l'histoire mais aussi par le genre d'histoire qu'il pratique. Ce chimiste, qui a fréquenté Ampère et Thenard avant d'être secrétaire du philosophe Victor Cousin, construit son récit à partir de documents originaux et d'archives. Remontant jusqu'aux temps les plus reculés, il reprend la question des origines de la chimie et fait naître les premiers arts des besoins, ce qui inscrit l'histoire de la chimie au cœur de l'évolution de l'humanité. Bien que critique à l'égard des philosophes anciens et des alchimistes, il cherche à mettre en valeur leur contribution. Pour cela, il s'efforce moins de recomposer leur univers mental ou technique que de sélectionner et souligner ce qui est positif dans leur œuvre. Le message que martèle Hoefer est analogue à celui des chimistes du XVIII^e siècle. La distance entre les anciens et les modernes réside dans le traitement de l'expérience, plus exactement dans l'accord entre expérience et théorie. « Une théorie est, si je puis m'exprimer ainsi, une commission rogatoire : la raison est le juge et la nature le témoin qu'elle interroge. C'est sur cet accord de la raison avec l'expérience que repose la science. Voilà ce que les anciens ne savaient pas ou ce qu'ils feignaient d'ignorer »⁹⁷. Pour la suite, Hoefer s'inspire également de l'historiographie du XVIII^e siècle : Stahl « fut le fondateur du premier système de chimie connu sous le nom de système phlogistique ».⁹⁸ Suit une galerie de portraits – Geoffroy, Hales, Margraaff, Black, Bergman, Scheele, Cavendish. Aux yeux d'un chimiste du XIX^e siècle comme Hoefer,, la chimie du XVIII^e siècle n'a aucune consistance, aucune unité de doctrine ; elle est comme en attente d'un heureux événement. Selon Hoefer, il survient en 1774, année cruciale. « C'est de l'année 1774 que date la naissance de la chimie considérée comme science. »⁹⁹. Hoefer consacre trois pages sur vingt quatre à la découverte presque simultanée de l'oxygène en France, en Angleterre et en Suède par Lavoisier, Priestley et Scheele. Et se pose en arbitre d'une querelle de priorité en distinguant la contribution de chacun, à la manière d'un Comité Nobel: ¹⁰⁰. Après cet acte fondateur, une page remplie de noms illustres - Berthollet, Fourcroy, Vauquelin, Galvani, Volta, Berzelius, Davy, Dalton - suffit pour évoquer le XIX^e siècle. Il n'y a plus vraiment d'histoire, plus de récit, mais des appels à l'autorité de quelques savants. Comme si le but était de rassurer le lecteur sur l'état de la chimie, Hoefer conclut :» Enfin, en voyant aujourd'hui l'avenir de la chimie entre les mains des savants aussi éminents

que le sont MM. Dumas, Pelouze, Biot, Orfila, Liebig, Mitscherlich, Rose, etc. , n'est-il pas permis de croire que les grandes espérances qu'on a fondées sur cette science seront un jour réalisées?101.

L'ouvrage de Hoefer marque un tournant important dans l'histoire des sciences. Car pour ce chimiste, comme pour bien d'autres à sa suite, l'histoire est plus qu'un passe-temps, une activité quasi professionnelle. Après avoir publié une Histoire de la chimie en 1842, Hoefer est chargé de diriger La nouvelle biographie générale¹⁰². Et devient alors un auteur prolix d'histoire des sciences puisqu'il rédige successivement une Histoire de la botanique, de la minéralogie, et de la géologie, une Histoire de la zoologie, une Histoire des mathématiques, puis une Histoire de la physique et de la chimie pour la grande collection d'« Histoire universelle » dirigée par Victor Duruy chez Hachette¹⁰³.

L'évolution de Hoefer participe d'un mouvement de renouveau de l'histoire encouragé par Victor Duruy et la création de l'Ecole pratique des hautes études. Il sera poursuivi par Edouard Grimaux, premier biographe de Lavoisier, et Marcellin Berthelot, historien de l'alchimie comme de la révolution chimique.¹⁰⁴ ; en Allemagne, deux grandes histoires de la chimie, celle de Albert Ladenburg et celle de Hermann Kopp illustrent le même mouvement¹⁰⁵. Dans tous les cas, l'histoire disciplinaire devient érudite et savante, avec étude des manuscrits alexandrins, travail sur les mémoires originaux et, de plus en plus, sur les fonds d'archives. Les chimistes-historiens cristallisent sur deux thèmes privilégiés : l'alchimie et la révolution chimique - avec la grande entreprise de publication des Oeuvres de Lavoisier par Dumas puis Grimaux puis le dépôt des archives familiales à l'Académie des sciences.

Erudits, les chimistes-historiens n'en sont pas moins des écrivains engagés. L'histoire est partie prenante dans les controverses qui agitent les chimistes français à partir des années 1860. Elle est mobilisée par le chef de file des atomistes, Adolphe Wurtz, dans la controverse qui l'oppose aux équivalentistes¹⁰⁶. Pour exposer son point de vue sur l'atome, Wurtz se fait historien du concept d'atome et reconstruit l'histoire sans vraiment chercher la neutralité. Wurtz historien attise une autre dispute, nationaliste cette fois, entre chimistes allemands et français par suite de la phrase provocatrice qui ouvre son Dictionnaire de chimie: « La chimie est une science française. Elle fut créée par Lavoisier, d'immortelle mémoire »¹⁰⁷. A la veille de la guerre franco-prussienne, cette phrase retentit comme une déclaration de guerre qui durera près de trente ans et dont l'enjeu est de déterminer qui de Stahl ou Lavoisier, est le fondateur de la chimie.¹⁰⁸ Sans entrer dans l'analyse de ces controverses entre chimistes-historiens qui débordent notre période, on signalera simplement que le renouveau d'intérêt pour l'histoire parmi les chimistes est à l'origine de quelques clichés fortement ancrés dans la mémoire des chimistes, qui tous contribuent à sauter directement de l'alchimie à Lavoisier. Comme s'il ne s'était rien passé pendant des siècles, comme si les chimistes immobiles attendaient leur sauveur.

On soulignera donc en conclusion que l'image d'une science anhistorique s'est construite au cours du XIX^e siècle, moins par une amputation de l'histoire dans l'exposé des connaissances que par une série de réductions successives de l'histoire. Ce rapide survol de plusieurs générations de livres de chimie montre d'abord un contraste frappant entre le XVIII^e siècle, qui inclut l'histoire de la discipline dans l'exposé d'une science, et le XIX^e siècle qui met l'histoire à la porte pour des raisons pédagogiques. Mais alors même qu'elle est officiellement congédiée, l'histoire reste présente dans les manuels du XIX^e siècle. Elle

est traitée sous forme de parenthèses, fragmentée, saupoudrée, et surtout réduite à une série de dates et de noms. Enfin, on observe un regain de l'attention à l'histoire parmi les chimistes de la deuxième du XIX^e siècle : les écrits d'histoire, désormais bien distincts des écrits de science, ne sont pas pour autant détachés de la science en train de se faire. L'histoire sert bien des causes – atomistes, nationalistes, ou autres - grâce à une lecture sélective et orientée du passé.

A cet égard l'enquête historique confirme pleinement ce propos de Kuhn sur les manuels. « Les manuels commencent ainsi par tronquer le sentiment qu'a l'homme de science de l'histoire de sa discipline, puis ils fournissent un substitut de ce qu'ils ont éliminé. »¹⁰⁹ Mais au lieu de l'image d'une série linéaire et continue que suggère Kuhn, le substitut fabriqué par les chimistes du XIX^e siècle offre une série discrète de vignettes stéréotypées. De plus cette enquête historique permet de déployer un large éventail de fonctions de l'histoire dans les livres de science: construction d'une identité disciplinaire au XVIII^e siècle ; palliatif aux défaillances de la démonstration expérimentale qui authentifie les vérités par l'autorité de quelques grands noms au XIX^e siècle.

Ainsi cette analyse peut-elle aider à préciser les enjeux dans le débat sans cesse réouvert sur la place de l'histoire dans l'enseignement des sciences. Car trop d'apôtres de l'histoire croient qu'il suffirait d'introduire l'histoire dans les programmes pour mettre un terme au dogmatisme de la science enseignée et faire comprendre comment la science se fabrique réellement. Il serait naïf de croire que l'histoire est la panacée. Le problème, répétons le, n'est pas d'injecter de l'histoire dans l'enseignement des sciences mais de savoir quelle histoire on veut présenter aux lecteurs ou aux élèves.¹¹⁰

Conclusions

Ce parcours dans le monde des livres de chimie du XIX^e siècle nous a obligés à ouvrir bien des fenêtres : sur l'histoire de la chimie, sur l'histoire de l'enseignement, sur l'histoire sociale et politique de la France. Le livre de science s'impose comme un objet-carrefour qui croise toutes ces histoires trop souvent cloisonnées. Il dessine le profil d'un discipline dans un espace de frottement entre une pensée scientifique abstraite et des contraintes sociales, éducatives, économiques.

Dans une telle approche, la constitution du manuel en un genre littéraire autonome, distinct des autres publications de science, n'apparaît plus comme une nécessité inscrite dans la nature même des sciences modernes mais comme un processus historique, fortement conditionné par le contexte national aussi bien que par l'évolution globale des formes de communication scientifique.

L'émergence du genre manuel décrite dans ce livre sur un cas particulier, est à mettre en parallèle avec l'évolution des journaux de science. De même que la revue scientifique spécialisée s'est développée à la fin du XVIII^e siècle en renouvelant une tradition antérieure de publications périodiques générales par les établissements scientifiques académiques, de même un genre littéraire « science de manuels » se développe graduellement sur la base d'une longue tradition d'écriture de traités. Les livres examinés dans la première partie partageaient encore bien des points communs avec les publications de recherche. Tout en organisant les connaissances en un corps de doctrine cohérent, où les propositions s'enchaînent logiquement, du simple au complexe, les auteurs de la fin du XVIII^e siècle racontaient l'histoire de leur discipline ; ils refaisaient les expériences décrites dans l'ouvrage, présentaient les débats en cours, les hypothèses mises à l'épreuve par les chercheurs. Bref, les livres d'enseignement présentaient un moment, une coupe de savoir inscrite dans une geste séculaire, à laquelle l'auteur participait de plain pied.

Parmi les circonstances qui contribuèrent au divorce entre la production du savoir et sa diffusion par les livres d'enseignement, le contexte national fut déterminant. Les réformes éducatives consécutives à la Révolution française donnent l'impulsion de départ du mouvement qui conduira à l'autonomisation du genre manuel.. Le genre manuel commence à se différencier, au début du XIX^e siècle, en réponse au défi que pose la création de cours de chimie obligatoire dans les écoles centrales et dans les études médicales, puis du développement de l'enseignement technique industriel. Sous la pression du système éducatif, le livre de chimie se métamorphose graduellement en un objet finalisé en fonction d'un usage précis, bien différent des traités antérieurs. Il devient un produit commercial de consommation courante et d'un prix modique, conçu et adapté pour répondre à la demande d'un public bien ciblé et généralement captif. Il vise moins à exposer une discipline dans son état d'avancement qu'à transmettre des connaissances requises pour certaines formations ou

pour l'obtention de certains diplômes.

Ce changement de finalité exerce en retour une profonde influence sur les conditions d'écriture d'un livre, sur le profil biographique des auteurs comme sur le profil de la discipline. Paradoxalement, plus le livre de science pénètre au cœur de la vie du pays et sert au contrôle social, plus la discipline qu'il présente est isolée, détachée du temps social collectif. La génération des connaissances devient un processus abstrait, sans référence aux pratiques effectives de recherche et d'expérimentation, rapportée à quelques noms d'individus créateurs eux même isolés, séparés du monde et même de l'expérience vécue par le rédacteur du livre.

Notre étude du cas français montre non seulement que ce régime de séparation ne peut être présenté comme le simple effet d'une évolution nécessaire des pratiques de savoir scientifique, mais elle manifeste aussi la complexité du phénomène. Le processus qui l'installe s'inscrit dans la durée et il implique des agents aussi hétérogènes que les politiques éducatives – en particulier les réformes du baccalauréat -, les pratiques d'édition; l'évolution des métiers de la santé - du statut des pharmaciens en particulier - et des pratiques de production artisanales puis industrielles. Tous ces facteurs entrant en interaction, on s'est efforcé de décrire l'émergence de la science de manuels comme un phénomène multidimensionnel plutôt que comme un enchaînement linéaire de causes et d'effets. On ne saurait désigner les réformes scolaires comme le moteur ultime de l'évolution vers la science des manuels car la rédaction d'un livre peut, dans certains cas, précéder et influencer des réformes scolaires. On ne saurait davantage désigner l'avancée des connaissances comme le moteur des changements dans la science des livres car, l'écriture pédagogique force parfois à l'invention, en particulier dans le domaine des classifications. Plus généralement, tous les facteurs qui concourent à transformer le style des livres réagissent à leur tour sur les façons d'exercer la science, aussi bien dans la recherche que dans l'enseignement, et sur la nature des connaissances jugées dignes d'être inscrites dans un livre pour être transmises. Si complexe est le jeu des interactions, que l'étude des manuels décourage toute tentative d'approche déterministe ou téléologique de l'histoire des sciences.

Une telle étude est aussi décevante pour les amateurs de dates fétiches qui n'admettent que des périodes bien tranchées. Car s'il est vrai que vers le milieu du XIX^e siècle, on observe la mise en place d'un régime de séparation entre la science créative et la science enseignée par les manuels rien n'est encore vraiment stabilisé. A la fin de la période étudiée, la coupure est installée mais elle n'est pas franche. On trouve sur le marché une multitude de genres intermédiaires entre l'écrit de recherche et l'exposé didactique ou populaire. Il serait intéressant de prolonger l'enquête afin de préciser quand et dans quel contexte l'idée d'un divorce s'est imposée au point de devenir une évidence. Il serait plus intéressant encore de se demander si la coupure franche a jamais été une réalité. N'y a-t-il pas aujourd'hui encore une multitude d'écrits de genre intermédiaire entre publication de recherche et manuels d'enseignement?

Les protagonistes

En décrivant le processus d'émergence du genre manuel scientifique, nous avons cherché à mettre en relief le rôle des divers protagonistes. Un livre – qu'il soit de science ou de

littérature - est l'oeuvre conjointe d'un auteur et d'un éditeur. Or on observe, au fil de la période étudiée, une évolution globale vers l'uniformisation du profil biographique des auteurs et une concentration des maisons d'édition. Tandisqu'au début du XIX^e siècle, les auteurs de livres de chimie étaient professeurs d'école centrale, pharmaciens ou médecins, vers le milieu du siècle les auteurs sont dans leur majorité des professeurs formés dans le même moule, par les mêmes professeurs. Ils tirent leur légitimité d'auteur non de leur participation à l'aventure scientifique, ou de la vérification des expériences qu'ils rapportent mais de leur expérience professorale dans tel ou tel établissement. Dans le monde de l'édition la tendance générale est à la spécialisation : quelques maisons d'édition comme Hachette ou Belin construisent un empire sur le marché du livre scolaire. Certains deviennent même spécialistes d'une branche très pointue comme la chimie médicale, ou l'analyse chimique dans le cas de Masson.

Parmi tous les protagonistes de cette histoire, les lecteurs quoique silencieux, insaisissables, tiennent, en fait, un rôle de premier plan. C'est au nom d'une certaine représentation des lecteurs et des conditions de la lecture dans un contexte scolaire ou universitaire, qu'ont été inventées et codifiées les règles d'écriture des manuels, avec des classifications destinées à soulager la mémoire ou faciliter l'apprentissage, avec des récits d'expérience destinés à livrer une image de la science en dispensant le lecteur des pratiques de laboratoire. La tendance générale observée sur la période couverte par notre étude est à une présence accrue du lecteur. Alors que les auteurs de traités du XVIII^e siècle prenaient rarement la peine de préciser le public auxquels ils s'adressaient, les auteurs du milieu du XIX^e siècle spécifient dès le prologue, voire dans le titre, les destinataires de l'ouvrage. En devenant une règle générale, la technique du ciblage des lecteurs transforme en profondeur la fonction du livre : il n'est plus guère une instrument d'exposition, de mise en scène par l'écriture d'une région du savoir – fonction qu'assument mieux, en fait, les livres de chimie populaire – et devient un médiateur entre deux milieux ou catégories sociales.

De plus, dans les milieux mis en rapport par cette médiation, la tendance globale est à la segmentation. De même que les auteurs de manuels se distribuent en spécialités ou niveaux, de même le public est découpé en catégories sociales ou scolaires de plus en plus fines, ce qui permet de démultiplier le nombre des lecteurs potentiels et le nombre des titres publiés. En conséquence, au lieu d'un modèle unique et standard de manuel au milieu du XIX^e siècle, on observe une variété de cultures de l'écrit en chimie.

Une double identité disciplinaire

Segmentation des publics, diversification des écrits, ces deux processus soulèvent une difficulté concernant l'identité de la science exposée : Est-ce que, dans les divers ouvrages évoqués, la chimie présente un profil unique bien caractérisé ou une diversité de profils ? La chimie des collèges est-elle la même que la chimie pour les dames, la chimie médicale est-elle la même que la chimie industrielle, la même que celle des écoles militaires ou des cours du soir pour les ouvriers ?

La réponse est claire : on peut identifier un noyau dur commun à tous livres. Lors même que la chimie est cultivée dans les milieux les plus divers – académies, écoles des mines, médecine et pharmacie, métallurgie, teinturerie, verrerie, etc. – il existe un corps de savoir

organisé. Comme le laissait prévoir le travail pionnier de Hannaway sur la chimie du XVII^e siècle, la riche tradition des livres de cours et des traités du XVIII^e siècle avait déjà dessiné le profil d'un champ discursif construit sur la base d'un ensemble de pratiques expérimentales bien identifiées et organisé selon une logique interne propre, centrée sur la notion d'éléments ou principes. On a vu que l'ordre analytique – qui prescrit d'aller du simple au complexe - n'a pas été introduit par Lavoisier mais simplement repris de cette tradition antérieure. Lavoisier l'a simplement promu comme logique propre à l'élaboration des connaissances comme à l'apprentissage de la discipline, grâce au postulat d'une identité entre la marche du simple au complexe, dans l'ordre matériel des substances, et la marche du connu à l'inconnu, dans l'ordre du savoir. Ces deux démarches, généralement adoptées dans les manuels du début du XIX^e siècle, ne transforment pas radicalement le profil de la chimie. L'ordre du simple au complexe se concilie sans peine avec l'organisation du savoir en fonction des trois règnes de la nature – minéral, végétal, animal. En sorte que la continuité observée au niveau des livres conduit à nuancer l'idée commune d'une rupture radicale opérée par la révolution chimique de Lavoisier.

De plus, l'étude des livres révèle un autre changement important, trop souvent inaperçu. Alors que la révolution chimique avait privilégié l'analyse plus que l'analogie, sous l'impulsion du traité de Thenard, l'analogie retrouve droit de cité parmi les principes d'organisation de la discipline. Elle s'impose à la fois comme un outil pédagogique permettant de faciliter l'apprentissage et la mémorisation et comme un outil de recherche pour la classification des substances simples et composées. L'analogie est à l'origine d'un débat qui, par delà les préoccupations des rédacteurs de livres, engage toute la communauté des chimistes: La controverse entre classifications naturelles et classifications artificielles, soulevée dans le cadre des manuels, met en jeu le statut épistémologique de la chimie. La formule de compromis, répandue au milieu du XIX^e siècle, n'est pas fondée en raison et ne satisfait personne du point de vue scientifique, mais elle est valorisée comme outil pédagogique. Cette solution bâtarde, adoptée faute de mieux, n'a pas peu contribué à figer l'image de la chimie comme science empirique, plutôt indigeste, et dénuée de cohérence interne. Ce choix, qui repousse dans un futur lointain et presqu'utopique la classification naturelle idéale, nous semble avoir réellement la conviction, déjà répandue au XVIII^e siècle, que la chimie n'entrerait dans la voie de la rationalité qu'une fois subordonnée à la physique. Quant à l'image tenace de la chimie comme une « cuisine », elle est véhiculée par l'abondance des récits d'expérience consacrés à l'extraction et à la préparation des substances chimiques. Notre étude révèle que la dimension opératoire, à orientation pratique, est maintenue dans tous les livres, quel que soit le public destinataire, même s'il y a, bien sûr, des différences importantes dans le détail des protocoles. Les livres d'enseignement contribuent ainsi à distinguer la chimie parmi les sciences expérimentales, comme savoir à vocation productive.

En même temps qu'elle fixe l'identité d'une discipline, l'écriture d'un livre en dessine les contours. A cet égard, on observe bien des fluctuations dans le champ d'extension de la discipline chimique sur la période étudiée. Le « mariage républicain » de la chimie avec la physique n'a pas vraiment suscité une intégration. Malgré toutes les bonnes raisons qui favorisaient cette union au début du XIX^e siècle, la fusion des deux sciences en un seul corps de discipline ne s'est pas produite. Elle fut très vite contrariée par le coup d'arrêt dans la production des manuels destinés à l'enseignement secondaire. En revanche, l'abondante

production de manuels destinés aux futurs étudiants de médecine a concentré les débats sur la ligne de partage entre chimie et physiologie. Le concept de principe immédiat – résultat des premiers paliers d'analyse des composés végétaux ou animaux - a permis de stabiliser la frontière entre l'organique et l'inorganique dans les livres jusqu'à ce que la redéfinition de la chimie organique comme chimie des composés du carbone ouvre un nouveau débat d'une autre nature, sur l'unité de la chimie.

C'est dire que le livre est l'un des instruments qui façonne une discipline, au sens d'un champ de savoir bien découpé, organisé et transmissible. Mais cette étude historique révèle une autre contribution du livre à la formation d'une discipline, au sens de contrainte, cette fois. Un des résultats les plus étonnans de notre enquête concerne la mise à jour du contrôle de l'enseignement par les manuels. Certes la tentative pour imposer des manuels officiels comme ouvrages exclusivement autorisés pendant la Révolution et l'Empire ne fut pas un succès. En revanche, le choix officiel par le gouvernement de livres donnés en modèles, combiné avec le système d'autorisation préalable adopté après l'abandon du manuel officiel, fut d'une efficacité redoutable. Cette étude révèle donc que le livre d'enseignement fut un instrument de contrôle individuel et social, destiné à façonner les comportements aussi bien de l'élève que du professeur. Le livre modèle a fonctionné comme un puissant facteur d'uniformisation. D'une part, il dispense les auteurs de se référer directement aux sources, c'est-à-dire aux articles ou mémoires de recherche et creuse ainsi peu à peu le fossé entre science des manuels et science en action. D'autre part, ce système reflète – et renforce en même temps - la structure mandarinale de la communauté scientifique. C'est ainsi que le profil de la chimie française dans la première moitié du XIX^e siècle fut largement façonné par trois chimistes : Fourcroy, Thenard et Dumas. Le fonctionnement de ce mécanisme de contrôle repose sur l'alliance très forte qui existait en France entre la communauté chimique et les gouvernements successifs. Chimiste et politique, la conjonction si fréquente de ces deux profils dans une même carrière au XIX^e siècle – que l'on songe à Chaptal, Thenard, Dumas, Berthelot... - est une particularité française qui a fortement marqué l'émergence d'une science de manuels à caractère officiel.

Un style manuel?

Science conservatrice, figée dans un positivisme frileux...les clichés traditionnels sur la science des manuels sortent-ils indemnes de cette étude du cas français? La réponse est claire et procède en trois temps. D'abord, ces idées reçues procèdent d'une lecture superficielle des livres. A lire les préfaces et les déclarations de principe, on a évidemment l'impression générale qu'il existe un positivisme des manuels fondé sur la croyance en des faits libres de toute hypothèse. En effet, les formules liminaires sur la démarche inductive, sur l'absence de spéculation ou d'hypothèse, sur la nécessité d'éviter les sujets controversés, sont largement rhétoriques. A la limite elles seraient plutôt à interpréter, dans certains cas, comme une couverture pour cacher des positions peu orthodoxes. En tous les cas, elle n'interdisent pas de libres discussions. On a vu, en particulier, que le rôle des manuels dans les péripéties de l'atomisme dans la chimie française ne fut pas du tout conservateur ni même conformiste. Loin de refléter la « science normale », la rédaction d'un livre offrit à quelques auteurs un espace de réflexion et de liberté où ils purent présenter leurs opinions personnelles.

Deuxièmement, bien que le manuel ne soit pas nécessairement le véhicule de la science normale, comme le voulait Kuhn, il est, en revanche, investi d'un pouvoir normalisateur. La politique d'édition et de publication massive de manuels à l'usage de l'enseignement secondaire, médical ou industriel a favorisé la reproduction et la standardisation de certains énoncés, de certaines expériences, toujours les mêmes, de certains épisodes historiques réputés fondateurs. C'est ce travail de sélection, répétition, reproduction qui isole peu à peu la science des manuels de la science en action et conduit à forger une reconstruction artificielle et déformante de la démarche scientifique comme de l'histoire de la science.

Troisièmement, le livre d'enseignement a également un pouvoir normatif. L'étude des livres conduit, en effet, à questionner le partage entre descriptif et normatif. Rien n'est plus descriptif, en apparence, que les chapitres d'un manuel relatant des faits déjà connus, bien établis. Pourtant l'analyse de quelques ouvrages a révélé bien des choix d'auteurs, des opinions personnelles, des jugements de valeur. De là découle un trait majeur des livres étudiés : la mise en scène d'une objectivité réputée caractéristique de la science requiert une participation subjective, l'engagement d'un auteur, qui assume la responsabilité de ses écrits. Il faut donc décidément renoncer aux formules toutes faites en ce qui concerne la science des manuels.

Questions de méthode

Ce statut hybride pourrait bien amorcer une définition du « style manuel ». Mais il reste beaucoup à faire pour le caractériser. Les conclusions d'une étude de cas comme celle-ci ne peuvent être étendues à d'autres disciplines, encore moins à d'autres pays. Si pour la chimie en France, la Révolution marque un tournant capital, quelque chose comme l'année zéro, parce que la chimie entre dans l'enseignement secondaire, il n'en serait pas de même pour les mathématiques ou les sciences naturelles, ni pour la chimie en d'autres pays. Il serait donc intéressant de comparer les temps propres à l'histoire des livres dans chaque discipline et d'établir des comparaisons nationales. Notre enquête sur le cas de la chimie en France montre qu'il y a tellement de facteurs et de circonstances en jeu dans la production et le succès des livres scientifiques que chaque cas étudié sera sûrement singulier. Encore faut-il ajouter qu'on ne saurait parler d'un style propre aux manuels sans une comparaison entre les cours oraux et les textes écrits sous forme de livres. Il faut donc démultiplier les études de cas, rassembler beaucoup de données empiriques afin d'évaluer l'impact de l'écrit et de l'imprimé sur la parole de science.

Il peut toutefois être utile pour d'autres entreprises du même genre de signaler les difficultés méthodologiques que nous avons rencontrées dans l'élaboration de notre propre livre et tenté de résoudre tant bien que mal. D'abord, nous avons buté sur la difficulté de nommer notre objet d'étude. Pour faire court, nous utilisons le terme « manuel », d'usage courant aujourd'hui pour désigner l'ensemble des livres d'enseignement. Mais le manuel ne désigne au XIX^e siècle qu'une fraction des livres d'enseignement. Et on ne dispose pas d'un terme générique pour désigner l'ensemble des livres d'enseignement (scolaires, universitaires, et autres), pas d'équivalent de ce que les Anglais appellent « textbook » ou les Allemands « lehrbuch ». Nous avons choisi la commodité d'un usage anachronique du terme moderne, en nous demandant sans cesse pourquoi la langue française a consacré ce terme particulier au

lieu d'un terme plus général, du genre « livre d'étude ». L'usage métonymique du terme manuel serait en lui-même digne de l'attention des linguistes et historiens.

De plus, dans l'établissement de notre corpus, au fur et à mesure que nous avancions dans le temps, nous avons été obligés de faire quelques discriminations pour nous concentrer sur les livres liés à l'enseignement. Ont été exclus les livres relatifs aux applications de la chimie à la vigne, aux colorants, les livres de vulgarisation, de manipulations de laboratoire ou d'instructions pour ouvriers. Ces mesures discriminatoires devenaient de plus en plus nécessaires, drastiques et nombreuses au fur et à mesure qu'on avançait dans le XIX^e siècle. C'est pourquoi cette pratique d'exclusion, nécessaire à la conduite de notre projet, est aussi bien à considérer comme un résultat de recherche, un indicateur général du processus de la distanciation entre les livres d'enseignement et les livres de science populaire. Il reste que les critères de discrimination n'étaient pas toujours évidents. Quelques ouvrages initialement destinés à un enseignement se sont révélés très populaires dans leur diffusion, comme l'atteste l'exemple célèbre du livre de cours moyen *Le tour de France par deux enfants*. Bref, il faut accepter une dose d'arbitraire pour établir des résultats quantitatifs.

Plus délicates encore que les problèmes d'analyse quantitative sont les difficultés de mise en récit que l'on rencontre quand on tente de sortir de l'histoire des grands hommes. Nous avons voulu attirer l'attention sur ceux qui font l'ordinaire d'une science : les professeurs-auteurs sont une catégorie parmi une large population invisible aux yeux des historiens qui comprend aussi bien les préparateurs et techniciens dans les laboratoires, que les administrateurs de la recherche, les fabriquants d'instruments scientifiques, etc. Il est urgent de les faire entrer dans l'histoire si l'on veut se former une idée un peu plus juste de la marche des sciences. Mais comment s'y prendre? Comment présenter des « illustres inconnus » qui n'appartiennent pas à la noble lignée des héros qui ont fait la science? Il est certes possible de les présenter comme des individus avec leur propre destin quand on fait de la micro-histoire, locale ou dans la courte durée. Mais dans une histoire à plus grande échelle, la tentation est forte de les présenter « en masse» grâce à des statistiques. Si bien qu'ils n'entrent dans l'histoire que pour rester anonymes dans un échantillon de population. Parce que nous avions le sentiment de l'injustice d'un tel traitement, nous avons évoqué brièvement une ou deux vies de chimistes ordinaires en les considérant comme typiques. Mais l'emploi d'un tel artifice ne saurait masquer la difficulté profonde d'une mise en récit adaptée à notre parti-pris historiographique. Il faudrait peut-être emprunter aux romanciers des procédés narratifs pour raconter ensemble l'histoire des « grands » et des « petits » et donc renoncer aux canons de l'écriture académique.

Enfin une question plus générale concerne la conception d'un travail situé à la croisée de trois histoires : l'histoire du livre, l'histoire de l'enseignement et l'histoire des sciences. Il est certes possible de se documenter sur ces trois domaines, grâce à des lectures et à des collaborations. Mais il serait naïf de croire qu'on peut emprunter des « faits bruts » à chacun des domaines en ignorant les problématiques historiographiques dans lesquelles ils ont été construits. Nombreux sont les débats d'historiens sur la segmentation des publics, ou sur l'atomisme chimique au XIX^e siècle. S'engouffrer dans ces controverses propres à chacune des communautés d'historiens, discuter et confronter leurs thèses, eût été une entreprise non seulement coûteuse mais surtout périlleuse. Un tel livre renvoyant à des univers séparés eût été proprement illisible, au sens où aucun lecteur n'eût été en mesure d'en évaluer tout le contenu. Nous trouvant donc confrontés dans l'écriture de notre propre livre au problème de

l'adaptation d'un livre à un public ciblé qui est au cœur notre enquête, nous avons choisi, à notre tour, « une solution bâtarde ». Du moins cette solution nous a-t-elle aidés à formuler nos objectifs prioritaires. Si nous avons résolument choisi de concentrer l'attention sur l'interface entre l'histoire de la chimie et l'histoire de l'enseignement, parfois au détriment de l'histoire de l'édition, c'est que notre intention était de convaincre les historiens des sciences et les historiens de l'enseignement qu'ils peuvent et doivent travailler ensemble pour renouveler enfin le paysage épistémologique.

NOTES

Introduction

¹ LANGEVIN, Paul, « L'esprit de l'enseignement scientifique », *L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques* Imprimerie nationale, Paris, 1904, p. 73-105, cit. p. 75

² DE CANDOLLE, Alphonse, *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles*, H. Georg éditeur, Genève, Bâle, Lyon, 1873 p. 28 ; voir aussi la réédition Fayard, Paris, *Corpus des œuvres de philosophie en langue française*.

³ COMTE, Auguste, *Cours de philosophie positive*, 2^e Leçon (1830) Hermann, Paris, 1975, T. I, p.50.

⁴ Comte, ibid. p. 53

⁵ BACHELARD, Gaston, *La formation de l'esprit scientifique* (1938) Vrin, Paris, 1972, p. 28

⁶ ibid. p. 24.

⁷ KUHN, Thomas, *La structure des révolutions scientifiques* (1962) tr. fr. , Flammarion, Paris, 1972, p. 164-67 et 195-

⁸ Ibid. p. 196

⁹ Ibid. p. 169.

¹⁰ DEAR, Peter (ed), *The Literary Structure of Scientific Argument. Historical Studies*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1991, p. 9.

¹¹ HAUPT, Bettina, *Deutsprachige Chemielehrbücher, 1775-1850*, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, 1987. HANNAWAY, Owen, *The Chemist and the Word : The Didactic Origins of Chemistry*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1975. CHOPPIN, A, *Les manuels scolaires: histoire et actualité*, Paris, Hachette, 1992.

¹² OLESKO, K.M. , *Physics as a calling: Discipline and practice in the Königsberg seminar for physics*, Cornell University Press, Ithaca, 1991; CLARK, W. « German Textbooks in the "Goethezeit" ». Part I-II, *History of Science*, 35 (2-3), (1997) 219-239; 295-363; KAISER, D.I. *Making Theory: Producing Physics and Physicists in Postwar America*, Cambridge, Harvard University, Ph.D, 2000.. LUNDGREN, A.; BENSAUDE-VINCENT, B. *Communicating Chemistry. Textbooks and Their Audiences, 1789-1939*, Science History Publications, Canton, 2000.

¹³ Signalons à cet égard une étude de cas exemplaire et programmatique de TOPHAM, Jonathan R. « Scientific publishing and the reading of science in nineteenth-century Britain : A historiographical survey and guide to sources », *Studies in History and Philosophy of Science*, 31 (2000), 559-612.

¹⁴ HANNAWAY, Owen, *The Chemist and the Word*, op. cit.

¹⁵ Nous tenons à exprimer notre gratitude à Natalie Pigeard qui nous a facilité l'accès au catalogue de la Bibliothèque nationale de France et aidé à constituer ce corpus. Les catalogues des bibliothèques de la Faculté de médecine et de l'Ecole de pharmacie, la bibliothèque de Harvard et d'autres catalogues en ligne ont aidé à compléter le corpus. En revanche, les facilités d'accès au fonds ancien de la Médiathèque d'histoire des sciences de la Cité des sciences et de l'industrie nous ont permis la manipulation des ouvrages.

Première partie. Traditions écrites en chimie (1610-1809)

¹ Les classiques sont METZGER, Hélène *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle*, Blanchard, Paris, 1923, réédition 1969 ; HANNAWAY, Owen, *The Chemist and the Word*, op. Cit. ; DEBUS, A.G., *The French Paracelsians: The Chemical Challenge to Medical and Scientific Tradition in Early Modern France*, Cambridge University Press, Cambridge, 1991. Les travaux plus récents seront mentionnés au passage.

². MACQUER, Joseph, *Dictionnaire de chymie*, Paris, 1766, 1^{re} éd., p. xxviii. voir aussi ANDERSON, Wilda, *Between the library and the laboratory : The Language of Chemistry in the Eighteenth-Century*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1984.

³ MACQUER, Joseph, ibid., T.I, p. 71

⁴ JOLY, Bernard, « Alchimie et rationalité : la question des critères de démarcation entre chimie et alchimie au XVII^e siècle », *Sciences et techniques en perspective*, 31 (1995), 97-107. NEWMAN, William R., PRINCIPE, Lawrence M. « Alchemy vs Chemistry : the etymological origins of a historiographic mistake », *Early Science and Medicine*, 3 (1) (1998), 32-65.

-
- ⁵ Sur les jugements sévères de Boyle à l'égard de cette tradition de cours et de traités, voir PRINCIPE, Lawrence M., *The Aspiring Adept, Robert Boyle and His Alchemical Quest*, Princeton University Press, Princeton, 1998.
- ⁶ Allan G. Debus souligne le rôle des chaires de chimie développées dès le début du XVII^e siècle dans les facultés de médecine par toute l'Europe. Le premier cours de chimie au jardin royal des plantes de Paris est donné par William Davisson en 1648, à qui succède Nicaise Le Febvre en 1660. Sur les enseignements de chimie au Jardin du Roy voir JOLY, Bernard., *Chimie et philosophie au XVII^e siècle. Paracelsisme, stoïcisme et cartésianisme*, Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Université Paris VII, 1998, T.I, pp. 91-94. La tradition montpelliéraise est marquée par Sébastien Matte-La-Faveur, auteur de *Pratique de chymie, divisée en quatre parties. Avec un avis sur les eaux minérales*, Daniel Pech, Montpellier, 1671, et de Antoine Deidier, professeur à Montpellier de 1697 à 1732, auteur d'une *Chymie raisonnée*, chez Marcellin Duplain, Lyon, 1715 (DEBUS, A.G., *The French Paracelsians, op. cit.*, p. 141-146).
- ⁷ METZGER, Hélène *Les doctrines chimiques en France; op. cit.*; BOUGARD, Michel, *La chimie de Nicolas Lemery, apothicaire et médecin*, (1645-1715), Brepols, Bruxelles, 1999 ; JOLY, Bernard, « L'édition des Cours de chymie aux XVII^e et XVIII^e siècles : obscurités et lumières d'une nouvelle discipline scientifique » *Archives et bibliothèques de Belgique*, 51 (1996) 57-81.
- ⁸ BOUGARD, Michel, *La chimie de Nicolas Lemery..., op. cit.*, chapitre III.
- ⁹ MARTIN, Henri J., *Livre, pouvoirs et société à Paris au XVII^e siècle (1598-1701)*, Droz, Genève, 1969; EISENSTEIN, Elisabeth *La révolution de l'imprimé*, La découverte, Paris, 1991 (ed. orig. *The printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge University Press, Cambridge, 1983).
- ¹⁰ Sur la police éditoriale voir ROCHE, Daniel, *Les républicains des lettres, Gens de culture et Lumières au XVIII^e siècle*, Fayard, Paris, 1988, p.29-46.
- ¹¹ BEGUIN, Jean, *Éléments de chimie*, Paris, 1610, p. 27-28, cité par METZGER, Hélène *Les doctrines chimiques en France, op. cit.*, p. 38-39.
- ¹² DE CLAVE, Etienne, *Nouvelle lumière philosophique* (1641) rééd. Fayard, Corpus des œuvres de philosophie en langue française, Paris, 2000. voir aussi le N° 39 de *Corpus, Revue de philosophie*, 2001.
- ¹³ METZGER, Hélène *Les Doctrines chimiques en France, op. cit.* p. 94-95. Fontenelle, quant à lui, dit du Cours de Lemery qu' « il se vendit comme un Ouvrage de Galanterie ou de Satire » in LE BOVIER DE FONTENELLE, Bernard, *Eloges des Académiciens*, Chez Isaac van der Kloot, La Haye, 1740, vol. I, p. 346.
- ¹⁴ ROCHE, Daniel, *Les républicains des lettres, op. cit.*, p. 63-69.
- ¹⁵ BARON, Théodore, préface à Lemery, N., *Cours de chymie*, Paris, 1757, p. iii
- ¹⁶ DEMACHY, J.F., *Elémens de chymie suivant les principes de Becker et de Stahl*, traduits du latin sur la deuxième édition de M. Juncker, avec des notes, 6 vol in 12, Siméon-Prospér Hardy Libraire, Paris, 1757, p. x-xj
- ¹⁷ En attestent les inventaires de bibliothèques de quelques grands savants du siècle des Lumières : plus de 3000 titres dans la bibliothèque du médecin-chimiste néerlandais Hermann Boerhaave, ou dans celle de Lavoisier ; le record étant détenu par le physiologiste suisse Albrecht Haller avec 21 000 titres . Voir BERETTA, Marco, *Bibliotheca Lavoisieriana, The catalogue of the Library of Antoine Lavoisier*, Leo S. Olschki, Florence, 1995, p. 35-38.
- ¹⁸ DASTON, Lorraine, "The ideal and reality of the Republic of Letters in the Enlightenment", *Science in Context*, 4 (1991), 367-386.
- ¹⁹ BOERHAAVE, Hermann, *Elementa chemiae*, Leyde, 1732, 2 vol (*Elémens de chymie*, trad du latin..., Briasson, Paris, 1754, 6 vol. in 12); voir aussi CHRISTIE, John "Historiography of chemistry in the eighteenth century : Hermann Boerhaave & William Cullen", *Ambix*, 41 (1) (1994), 4-19.
- ²⁰ HAHN, Roger, *L'anatomie d'une institution scientifique : L'Académie royale des sciences*, Editions archives contemporaines, Paris, 1993.
- ²¹ HOLMES, Frederic L., *Eighteenth-Century Chemistry as an Investigative Enterprise*, Office for the History of Science and Technology, University of California, Berkeley, 1989.
- ²² HOLMES, Frederic L.. « Arguments and narrative in scientific writing », in Peter Dear (ed.), *The Literary Structure of Scientific Argument*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1991, p. 164-181.
- ²³ Bucquet et Lavoisier avaient entrepris une grande campagne d'expériences afin de d'éprouver toutes les données de base de la chimie selon des méthodes sûres quand leur travail fut interrompu par la mort prématurée de Bucquet. Voir BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, « A view of the chemical revolution through contemporary textbooks: Chaptal, Lavoisier, Fourcroy », *British Journal for the History of Science*, 23 (1990), 435-460.
- ²⁴ Cours publics de l'Académie de Dijon..., *Élémens de chymie, théorique et pratique*, Chez L.N. Fratin, A Dijon, 1777, t. II, p. i-ii.

-
- ²⁵ BOERHAAVE, Hermann *Elémens de chymie*, Chardon fils, Paris, 1754, vol. 1, préface « deuxième discours », p. lxxj
- ²⁶ HABERMAS, Jurgen, *L'espace public , archéologie de la publicité comme dimension constitutive de la société bourgeoise*, trad. fr. Payot, Paris, 1978. voir aussi BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, *L'opinion publique et la science. A Chacun son ignorance*, Synthélabo, Paris, 2000.
- ²⁷ VENEL, Gabriel-François, « chymie », in DIDEROT et D'ALEMBERT, dir., *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences des arts et des métiers*, 17 vol. Paris, 1751-1765, T. III,(1753) fac similé de la 1^e édition Stuttgart, Friedrich Fromann, 1966, Verlag, T. III, P p. 408-19; voir GUEDON, Jean Claude *Chemistry in the Encyclopédie : The Still-Life of a Transition*, Ph.D., University of Wisconsin, 1974; BENSAUDE-VINCENT, Bernadette et STENGERS, Isabelle *Histoire de la chimie*, Éditions la découverte, Paris, 1993, p. 88-91.
- ²⁸ Voir Fontenelle, cité par Venel dans l'article « chymie » de l'*Encyclopédie*, op. cit., p. 409
- ²⁹ BOERHAAVE, *Elémens de Chymie*, op. Cit. , p. lxxxix.
- ³⁰ Par exemple, Rousseau, reprenant presque littéralement les propos de Rouelle, écrit « Newton explique la dissolution par l'attraction dont il ne faut pas douter qu'il n'ait tiré la première idée des expériences chymiques ». ROUSSEAU, Jean-Jacques, *Institutions chymiques*, Fayard, Corpus des œuvres de philosophie en langue française, Paris, 1999, p. 296.
- ³¹ MACQUER, *Dictionnaire de chymie*, 2e edition, Paris, 1788, article « affinité », T. 1, p.47-48.
- ³² WALLERIUS, Johann Gottschalk *Chemya physica....*, (Stockholm, 1759-1768), 4 vol. Voir MEINEL, Christoph, « Theory or Practice? The Eighteenth-Century Debate on the Scientific Status of Chemistry», *Ambix* , 30 (1983), 121-132.
- ³³ Avant le fameux ouvrage de Jean Antoine Chaptal, *Chimie appliquée aux arts*, Déterville, Paris, 1807, on n'a repéré l'expression « chimie appliquée » que dans quelques ouvrages assez obscurs tels que Dhervillez, et Lapostolle, A.F.L., *Plan d'un cours de chymie expérimentale, raisonnée et appliquée aux arts*, Imprimerie Vve Godard, Amiens, 1777..
- ³⁴ Le premier est réédité en 1753 et le second en 1756
- ³⁵ MACQUER, Pierre J., *Elémens de chymie théorique...* J.T. Hérisson, Paris, 1753, p. xiv-xvi.
- ³⁶ SIMON, Jonathan, « L'homme de verre? Les trois règnes et la promiscuité de la nature » *Corpus, Revue de philosophie*, 36 (2000), p.65-80.
- ³⁷ HOLMES, Frederic L, *Eighteenth-Century Chemistry ... , op. cit. ,* p. 33-60 et 85-102.
- ³⁸ BAUME, Antoine, *Chimie expérimentale et raisonnée*, Didot jeune, Paris, 1773, I, xii-xiv, cit. p. xivl
- ³⁹ MACQUER, P.J., *Elémens de chymie théorique*, op.cit., p xvi-xvii
- ⁴⁰ CONDILLAC, Abbé Bonnot de, *La Logique ou l'art de raisonner*, 1780, réédition Vrin, Paris, 1981.
- ⁴¹ LAVOISIER, Antoine-Laurent, « Sur la nécessité de réformer et de perfectionner la nomenclature » in GUYTON DE MORVEAU, Lavoisier, BERTHOLLET ET FOURCROY, *Méthode de nomenclature chimique*, 1787, Seuil, Paris, 1994, p. 66.
- ⁴² *Ibid.* p. 68
- ⁴³ Pour une description plus détaillée voir BENSAUDE-VINCENT, B., « A view of the chemical revolution through contemporary textbooks..., op.cit.
- ⁴⁴ Fonds Lavoisier Archives de l'Académie des sciences, Carton 1260. Le dossier intitulé « Seconde édition d'un cours de chimie » comprend un manuscrit daté 12/12/1792 (Table générale des chapitres d'un cours de chimie expérimentale) et un autre daté du 18/12/1792 (Table générale d'un cours de philosophie expérimentale).
- ⁴⁵ FOURCROY, Antoine de, *Philosophie chimique*, Du Pont, Paris, 1795, p. IV.
- ⁴⁶ FOURCROY, Antoine de, *Tableaux synoptiques de chimie pour servir de résumé aux leçons sur cette science dans les écoles de Paris*, 1^e édition, Paris, 1800, ; 2^e éd. C.F. Patris, Paris, 1805.
- ⁴⁷ FOURCROY, Antoine de,.. *Leçons élémentaires d'histoire naturelle et de chimie*, Cuchet, Paris 1782 ; dans les éditions suivantes le titre devient *Eléments d'histoire naturelle et de chimie*. Cité dans l'édition 1793, T.1, p. viii
- ⁴⁸ CHAPTAL, Jean Antoine, *Elémens de chimie*, Jean-François Picot, Montpellier, 1790, 2^e, 3^e et 4^e éditions Déterville, Paris, 1795, 179- (an V), 1803 (an XI).
- ⁴⁹ CHAPTAL, Jean A. *Elémens de chimie*, cité dans la 3^e édition T. I, p. 51.
- ⁵⁰ *Ibid.* T.1, p.20.
- ⁵¹ VENEL, « Chymie », *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers...*, op. cit. , p. 419.

-
- ⁵²voir NIETO GALÀN, Agusti « From the workshop into print : Berthollet and the textbooks on the art of dyeing in the late eighteenth-century », in LUNDGREN, A., BENSAUDE-VINCENT, B. (eds) *Communicating Chemistry. op. cit.*, p. 165-186.
- ⁵³BERTHOLLET, Claude-Louis, *Elémens de l'art de la teinture, avec une description du blanchiment par l'acide muriatique oxygéné*, Didot, Paris, 1791, 2 vol. ; voir KEYSER, B.W. « Between science and craft : The case of Berthollet and Dyeing», *Annals of Science*, 47 (1990), 213-260.
- ⁵⁴CHAPTAL, *La chimie appliquée aux arts*, Déterville, Paris, 1807, t.1, p. ii.
- ⁵⁵Ibid. p; xl ix.
- ⁵⁶Ibid. p. xvij-xxj.
- ⁵⁷HORN, Jeff , JACOB, Margaret C. « Jean-Antoine Chaptal and the cultural roots of French industrialization», *Technology and Culture*, 39 (1998), 671-698
- ⁵⁸L'ouvrage est divisé en trois grandes parties I) Les principes dans l'ordre de la nature et de l'art, II) Les corps sur lesquels s'exerce l'action chimique (terres, alcalis, métaux, soufre, phosphore, carbone, bitumes, huiles) ; III) du mélange et des combinaisons des corps entre eux.
- ⁵⁹Pour une vue générale sur les réformes éducatives de la Révolution, voir JULIA, Dominique, « Enfance et citoyenneté : bilan historiographique et perspectives de recherches sur l'éducation et l'enseignement pendant la période révolutionnaire » *Histoire de l'Education*, 45 (1990), 3-42 et 49 (1991), 3-48; id. *Les trois couleurs du tableau noir: la Révolution*, Belin, Paris 1981 ; pour la chimie , voir SORDES, R. *Histoire de l'enseignement de la chimie en France*, Chimie et Industrie, Paris, 1928; pour le XVIII^e siècle, TATON, R (dir.). *Enseignement et diffusion des sciences en France au dix-huitième siècle*, Hermann, Paris, 1986; pour un panorama plus international voir MEINEL, Christoph « *Artibus academicis inserenda*: Chemistry's place in 18th and early 19th century universities », *History of Universities*, 8 (1988), 89-115.
- ⁶⁰BEAUCHAMP, A., « Plan général de l'enseignement dans l'école de Santé de Paris », 12 pluviôse de l'an III (31 janvier 1795) » in *Enquêtes et documents relatifs à l'enseignement supérieur. XXVIII. Médecine et pharmacie. 1789-1803*, Imprimerie Nationale, Paris, 1888, p. 663-673 .voir BROCKLISS, Lawrence, « L'enseignement médical et la Révolution. Essai de réévaluation », *Histoire de l'éducation*, 42, (1989), 79-110; REY, Roselyne, « L'école de santé de Paris sous la Révolution », *Histoire de l'éducation*, 57 (1993), 23-57; BESCHER, A. *L'enseignement de la chimie en médecine au début du XIX^e siècle...* Thèse de doctorat, Université de Lyon, 1958..
- ⁶¹DILLEMANN; G. , BONNEMAIN, H., BOUCHERLE, A, *La pharmacie française. Ses origines, son histoire et son évolution* Lavoisier Tec & Doc, Paris, 1992, p. 27-39 et 49-53 ; SIMON, Jonathan., *The Alchemy of Identity. Pharmacy and the Chemical Revolution, 1777-1809*, PhD, University of Pittsburgh, 1997 et id. « The Chemical Revolution and Pharmacy: A Disciplinary Perspective », *Ambix*, 45 (1) (1998), 1-13.; PREVET, F. *Histoire de l'organisation sociale en pharmacie*, Recueil Sirey, Paris, 1940; PLANCHON, G. *L'enseignement de l'histoire naturelle des médicaments au Jardin des apothicaires et à l'Ecole de Pharmacie de Paris*, Flammarion, Paris, 1896; idem *L'enseignement des sciences physico-chimiques au Jardin des apothicaires*, Flammarion, Paris, 1988.
- ⁶²CONTANT, J. P. *L'enseignement de la chimie au Jardin Royal des Plantes de Paris*, Imprimerie. A. Coueslant, Cahors, 1952 ; LAISSUS, Yves, « Le Jardin du roi", in TATON, R (dir.). *Enseignement et diffusion des sciences*, op. cit. , p.287-341. TORLAIS, J. « Le Collège de France », in TATON, R (dir.). *ibid*. p.261-286..
- ⁶³LANGINS, Janis « The decline of chemistry at the Ecole Polytechnique »(1794-1805), *Ambix*, 28, (1981), 1-19; *La république avait besoin de savants. Les débuts de l'Ecole polytechnique*, Belin, Paris, 1987; BELHOSTE, B. , DAHAN, A, PICON, A, *La Formation polytechnicienne 1794-1994*, Dunod, Paris, 1994
- ⁶⁴GONTARD, M. *L'enseignement secondaire en France de la fin de l'Ancien Régime à la loi Falloux, 1750-1850*, Edisud, La Calade, 1984; COMPÈRE, M., *Du collège au lycée (1500-1850)*,Généalogie de l'enseignement secondaire français, Gallimard, Paris,1985. BALPE, Claudette, « Constitution d'un enseignement expérimental : la physique et la chimie dans les écoles centrales », *Revue d'histoire des sciences*, 52 (2) (1999), 241-183.
- ⁶⁵PROST, Antoine *Histoire générale de l'enseignement en France, 1800 1967* , Colin, Paris, 1968, p. 21.
- ⁶⁶BELHOSTE, Bruno, *Les sciences dans l'enseignement secondaire en France. Tome 1, 1789-1914*, INRP, Paris, 1995; id. « Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique de la fin de l'Ancien Régime à la Première Guerre mondiale », *Histoire de l'éducation*, 41 (1989), 3-45 et les chapitres sur l'enseignement de la chimie dans HULIN-JUNG, Nicole *L'organisation de l'enseignement des sciences*, Comité des Travaux historiques et scientifiques, Paris 1989; FOURNIER-BALPE, Claudette, *Histoire de l'enseignement de la physique dans l'enseignement secondaire en France au XIX^e siècle*, Thèse de l'Université de Paris XI, 1994 ; id. « Constitution d'un enseignement expérimental : La physique et la chimie dans les écoles centrales » *Revue d'histoire des sciences*, 52 (2) (1999), 241-283 ;

-
- ⁶⁷ BROCKLISS, Lawrence *French Higher Education in the Seventeenth and Eighteenth Centuries. A Cultural History* Clarendon Press, Oxford, 1987.
- ⁶⁸ PALMER, R.R. « The central schools of the first French Republic: a statistical survey », *Historical Reflections*, 7 (1980), 223-47.
- ⁶⁹. HULIN, Nicole, « Les instruments dans l'enseignement scientifique au XIX siècle », *Corps écrit*, 35 (1990), 39-43 ; *id.* « La chimie au sein des disciplines scientifiques », *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 815 (1999), 1007-1022.
- ⁷⁰. Encore faut-il remarquer que le zèle propagandiste des disciples de Lavoisier est le plus souvent limité à la nomenclature et que les nouveaux caractères ont été peu diffusés (peut-être à cause des difficultés d'imprimerie). A notre connaissance, seul le *Manuel d'un cours de chimie* de Edmé J.B. Bouillon-Lagrange les présente - et encore en appendice, plutôt que dans le corps de l'ouvrage.
- ⁷¹ *Les Ecoles normales*, Impressions du cercle social, Paris , 1800-1801. Réédition des *Leçons de mathématiques*, Dunod, Paris, 1992 ; des *Leçons d'histoire, de géographie, d'économie politique*, Dunod, Paris, 1992 . *Les Leçons de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, sont en cours de réédition aux Presses de l'Ecole normale supérieure .
- ⁷² BERTHOLLET, Claude-Louis, citant une recension de ses cours parue aux *Annales de chimie*, 46 (1803) in *Essai de statique chimique*, Firmin Didot, Paris, 1803, p. 288. Le citoyen Hauy, chargé des leçons de physique à l'Ecole normale de l'An III, rédigera par à la demande du Conseil d'instruction publique un manuel de physique pour les écoles centrales qui deviendra un classique.
- ⁷³ BOUILLON-LAGRANGE, E., *Manuel d'un cours de chimie*, Bernard, Paris 1798..
- ⁷⁴. *ibid. Préface:*
- ⁷⁵.Bouillon-Lagrange signale dans la 5^e édition de son *Manuel d'un cours de chimie* (1813).: « Cet ouvrage, dont je donne la cinquième édition, renferme, outre la Chimie expérimentale, un exposé succinct du Cours spécial de l'Ecole de Pharmacie, et un grand nombre d'applications à l'art qu'on enseigne dans cette Ecole ».
- ⁷⁶ Sur Fourcroy et Chaptal : SMEATON, W.A, *Fourcroy Chemist and Revolutionary*, W. Heffer, Cambridge, 1962; PERONNET, Michel, *Chaptal*, Privat, Toulouse, 1988. BONNET, R. *Chaptal ; Autobiographie. Ses souvenirs sur Napoléon*, chez l'auteur, Bordeaux, 1990
- ⁷⁷FOURCROY, A. de, *Système des connaissances chimique, et de leurs applications aux phénomènes de la nature et de l'art*; Baudouin, Paris, 1800., T.I, p xxiiij.
- ⁷⁸ BELHOSTE, Bruno, « Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique de la fin de l'Ancien Régime à la Première Guerre mondiale », *Histoire de l'éducation*, 41, 1989, 3-45, spécialement p. 10-11.
- MAYEUR, Françoise, *Histoire générale de l'enseignement et de l'éducation en France*, Nouvelle Librairie de France, Paris, 1981, vol. III, p. 64-65.; WILLIAMS, Leslie P. « Science, Education and French Revolution », *Isis*, 44 (1953),311-30.
- ⁷⁹.En première section, on étudie l'histoire naturelle; puis viennent les langues classiques et les mathématiques en deuxième section entre 12 et 14 ans ; enfin la grammaire générale, la littérature, l'histoire et la législation sont abordées en troisième section (14-16 ans). BELHOSTE, Bruno, *Les sciences dans l'enseignement secondaire...* op.cit., p. 71-72.
- ⁸⁰ CROSLAND, Maurice P., *The Society of Arcueil, A View of French Science at the Time of Napoleon*, Harvard University Press, Cambridge Mass. 1967.
- ⁸¹ HEILBRON, John L. , *Electricity in the 17th and 18th Centuries. A Study of Early Modern Physics*, University of California Press, Berkeley, 1979, p. 9-98; *id.*, *Elements of Early Modern Physics*, University of California Press, Berkeley, 1983,p. 1-65.; *id.*, *Weighing Imponderables and Other Quantitative Science around 1800*, University of California Press, Berkeley, 1993, p. 5-33 ; SILLIMAN, Robert H., « Fresnel and the Emergence of Physics as a Discipline », *Historical Studies in the Physical Sciences*, 4 (1974), p. 137-162.
- ⁸² L'enquête organisée par François de Neufchâteau le 20 Floréal an VII (9 Mai 1799) invitait les professeurs à joindre leur cahier de cours. Voir FOURNIER-BALPE, Claudette, *Histoire de l'enseignement de la physique*, *op. cit.*, p. 41-45 .
- ⁸³ MEROT, C. « La fréquentation des écoles centrales. Un aspect de l'enseignement secondaire pendant la Révolution française", *Bibliothèque de l'Ecole des Chartes*, 145 (1987), p. 407-426 ; des études locales : COIRAUT, G .., *Les écoles centrales dans le Centre-Ouest*, Imp. Arrault, Tours, 1940; LAMANDE, P. « La mutation de l'enseignement scientifique en France (1750-1810) et le rôle des écoles centrales : l'exemple de Nantes », *Sciences et Techniques en Perspectives*, 7, 1988-89, p. 1-334.

-
- ⁸⁴ IZARN, Joseph, *Leçons élémentaires de physique et de chimie expérimentales*, Levraut, Schoell & Cie, Paris, 1805, p. xii.
- ⁸⁵ CHOPPIN, Alain, « Le cadre législatif et réglementaire des manuels scolaires. I: De la Révolution à 1939 », *Histoire de l'Education*, 29 (1986), p. 21-58; CHOPPIN, A., CLINKSPOOR, M., *Les manuels scolaires en France. 04. Textes officiels: 1791-1992*, INRP, Paris, 1993..
- ⁸⁶ CHOPPIN, Alain, *Les manuels scolaires: histoire et actualité*, Hachette, Paris, 1992, p. 22. En fait, l'idée de manuel officiel n'est pas tout à fait neuve. Comme beaucoup de réformes éducatives post-révolutionnaires, elle avait émergé dans les débats éducatifs consécutifs à l'expulsion des Jésuites.
- ⁸⁷ Arrêté concernant l'organisation de l'enseignement dans les lycées, 19 frimaire an XI (10 décembre 1802), in BELHOSTE, Bruno « Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique », *op. cit.*, p. 77-78.
- ⁸⁸ *Ibid*
- ⁸⁹ CROSLAND, Maurice P., *Science under control, The French Academy of Sciences, 1795-1914*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992; *id.*, *In the Shadow of Lavoisier: The Annales de chimie and the Establishment of a New Science*, The Alden Press, Oxford, 1994.
- ⁹⁰ ADET, P.A. *Leçons élémentaires de chimie à l'usage des lycées*, Dentu, Paris, 1804.
- ⁹¹ IZARN, Joseph, *Leçons élémentaires*, *op. cit.*, p. xi.
- ⁹² *Ibid*, xv-xvi.
- ⁹³ BRISSON, Mathurin-Jacques, *Elémens ou principes physico-chimiques*, Bossange, Masson et Besson, Paris, 1800, p. vj.
- ⁹⁴ JUMELIN, J.B., *Traité élémentaire de physique, de chimie et de physico-mathématiques*, Dumolin-Lesueur, Paris, 1806, t. I, p. ii.
- ⁹⁵ JACOTOT, Pierre, *Elémens de physique expérimentale, de chimie et de minéralogie, suivis d'u abrégé d'astronomie à l'usage des établissements d'instruction publique*, Crapart, Paris, 1804, t. I, 31
- ⁹⁶ JUMELIN, *op. cit.* t. I, iii.
- ⁹⁷ ADET, *op. cit.* , *Avant Propos*.
- ⁹⁸ BRISSON, M.J., *Dictionnaire raisonné de physique*, Paris, 1781 et *La pesanteur spécifique des corps*, Paris, 1789..
- ⁹⁹ Jacotot fait partie du groupe de bourguignons « patronnés » par Guyton de Morveau qui fut le premier directeur de l'Ecole. D'après FOURCY, A. *Histoire de l'Ecole Polytechnique*, Belin, Paris, 1987.

Deuxième partie. Un livre modèle (1809-1830)

¹ La chimie est introduite seulement au niveau de la quatrième année de cours, dans la seconde classe de mathématiques. La situation des sciences expérimentales est encore pire dans les écoles communales, qui sont à la charge des municipalités, lesquelles sacrifient volontiers les sciences expérimentales parce qu'elles occasionnent trop de dépenses.

² Autant le public de la chimie est restreint, autant le programme est ambitieux. En chimie il vise à établir les notions de base, simple et composé avec pour exemples la décomposition de l'air et de l'eau ; les notions d'acide, base et sel et la classification des sels; les principes de la nomenclature, l'étude de la combustion et en général des phénomènes qui accompagnent les combinaisons. Bien que les instructions de 1814 soient accompagnées d'une dotation pour équiper des cabinets et laboratoires dans les établissements scolaires, il n'est fait mention ni de manipulations en cours ni de référence à l'histoire de la discipline.

³ Le déclin se lit également dans les coefficients de la chimie : il oscillait entre 16 et 20% en 1800, chute à 13% en 1820 et 11,5% en 1900. BELHOSTE, B., DAHAN, A, PICON A., *La formation polytechnicienne 1794-1994*, Dunod, Paris, 1994, p.20 ; LANGINS, J. « The decline of chemistry at the Ecole polytechnique, 1794-1805 », *Ambix*, 28 (1981), p. 1-19; FOURNIER, Josette « L'enseignement de la chimie à l'Ecole polytechnique de 1836 à 1880 », *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 769 (1994), p. 1735-1751..

⁴ BEAUCHAMP, A de, *Recueil des lois et règlements sur l'enseignement supérieur*, Delalain, Paris, 1881, vol. XX, p. 66-68. MEURIOT, P. *Le Baccalauréat, son évolution historique et statistique*, Berger-Levrault, Nancy, 1919.

⁵ BELHOSTE, B., *Les sciences dans l'enseignement secondaire...op.cit.*, p. 139.

-
- ⁶ Toutefois les étudiants pouvaient demander exceptionnellement une dérogation à cette règle. Voir BEAUCHAMP, A. « Arrêté qui autorise les bacheliers ès lettres à prendre la 1^e et 2^e. inscription de médecine avant d'être pourvus du baccalauréat ès sciences. 9 septembre ». In *Recueil des lois et règlements de l'enseignement supérieur*, op. cit., t. I:?
- ⁷Plan général de l'enseignement dans l'Ecole de santé de Paris, 12 Pluviôse An III (31 janvier 1795)
- BEAUCHAMP, op. cit., T. 28, p. 663-473. L'ordre des cours est fixé en 1820 par un Arrêté concernant l'enseignement et la discipline dans la faculté de médecine de Paris , (Ibid. vol. I, p. 457).
- ⁸ L'exception est le livre très élémentaire de A. FABULET, *Eléments théoriques et pratiques de chimie*, Brochot, Paris, 1803, rédigé sous forme de questions et de réponses, spécialement pour des pharmaciens.
- ⁹Pierre Dulong, ancien élève de l'Ecole polytechnique et co-auteur avec Alexis Petit de la loi sur les chaleurs spécifiques, est nommé en 1813 et s'efforce de monter un laboratoire de chimie à l'Ecole d'Alfort. Lui succède, en 1825, Jean Louis Lassaigne, ancien élève de Vauquelin, distingué par l'Académie des sciences pour ses *Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion* (1825) Il délivre un enseignement élémentaire et très général exposé dans son *Abrégé de chimie* paru en 1828. En 1826, l'enseignement de la chimie de l'Ecole d'Alfort est officiellement rattachée à celui de l'Ecole de pharmacie si bien que Lassaigne élargit son public dans le titre même de la deuxième édition de son *Abbrégé*.
- ¹⁰ TYRAT, J., *Nouveau manuel complet et méthodique des aspirants au baccalauréat ès sciences*, J. Delalaine, Paris, 1837.
- ¹¹ Orfila évoque le succès de ses cours dans son autobiographie : « Mes deux cours à l'Athénée captivèrent l'attention d'un nombreux auditoire. J'avais été assez heureux, en mettant la science à la portée de tous, pour inspirer un intérêt réel, que l'on pouvait attribuer autant à mes brillantes expériences qu'aux applications à la physiologie, à la médecine, à la toxicologie et aux arts, dont je cherchais à enrichir mes leçons ». ORFILA, M. [Autobiographie] publiée par CHAPEL D'ESPINASOUX, M. G. « La Jeunesse d'Orfila, fragment d'une autobiographie inédite», *Revue Hebdomadaire*, 23 (1914), p. 86-113, en p. 99.
- ¹²La première réunion a lieu le 3 novembre 1824. Les Procès-verbaux de la Société de Chimie médicale (1824-1855) conservés à la Faculté de médecine de Paris (Ms. 2249, pp. 1-3), indiquent que la publication du *Journal* est la raison d'être de la société qui se réunit tous les mois pour discuter du contenu des articles, et perçoit un droit d'entrée pour les réunions.
- ¹³Le régime d'autorisation préalable est assoupli pour ce qui concerne les livres destinés au primaire par la loi Guizot de 1833 et en 1850 pour l'enseignement secondaire. Lui fait suite le système du veto selon lequel toute œuvre peut être utilisée dans l'enseignement sauf interdiction expresse du gouvernement.
- ¹⁴ BELHOSTE, B., « Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique », op. cit., p. 34
- ¹⁵Le *Bulletin Officiel* (28 février 1851) en donne une liste complète.
- ¹⁶CHOPPIN, Alain, *Les manuels scolaires: histoire et actualité*, op. cit., p. 47-48.
- ¹⁷BUSSY, Antoine *Éloge de Bouillon-Lagrange*, Paris, 1844, p. 5.
- ¹⁸BELHOSTE, Bruno, *Les sciences dans l'enseignement secondaire en France...*, op. cit., Tome I, p.. 88-90.
- ¹⁹THOMSON, Thomas *A System of chemistry* , Edimbourg, 2 éd. 1804, 4 vols., 6e édition, 1820 et une 7e édition partielle (2 vols) *A System of Chemistry of Inorganic Bodies* paraît à Londres en 1831. BERZELIUS, J.J. *Lärbok i Kemien.*, Stockholm, 1808-18, 3 vol, 2e éd., 1817-30., 6 vol; suite aux nombreux compléments apportés par le traducteur allemand Friedrich Wöhler, la 5e éd. est publiée en allemand (5 vols) à Leipzig (1843-48) et ensuite réimprimée en 1856. voir BLONDEL-MEGRELIS, Marika « Berzelius's textbook : in translation and multiple editions, as seen through his correspondence » in LUNDGREN, A., BENAUME-VINCENT, B. (eds.) *Chemical Textbooks and their Audiences...*, op. cit., p. 233-254..
- ²⁰D'après les déclarations de l'imprimeur Feugueray les tirages du traité de Thenard sont les suivants : 2^e éd (1817) : 3200; 3^e éd. (1821) 3000; 5^e éd. (1827) : 3250: 6^e éd. (1834-35) : 3250 (Archives nationales de France (ANF) F18 (II)/3 et ANF F18/77). Il manque les données pour la 1^e et la 4^e éditions mais si on les suppose de 3000 exemplaires chacune on peut estimer le tirage total à plus de 18000.
- ²¹ Les recensions de l'ouvrage ne manqueront pas de faire la référence à Fourcroy mais Thenard lui avoue deux modèles, le *Système* de Thomson et le *Traité de minéralogie* de Alexandre Brongniart pour l'état naturel des corps minéraux.
- ²² Il n'existe pas de biographie récente de Thenard. Un livre est annoncé depuis quelques années par Anne-Claire. Déré et Gérard Emptoz. Malheureusement nous n'avons pas pu avoir d'informations sur les circonstances de la genèse du traité ni sur la correspondance y afférant.
- ²³ CROSLAND, Maurice, *Gay-Lussac, Scientist and Bourgeois*, Cambridge University Press, 1978, p 147.
- ²⁴cité par DUMAS, Jean-Baptiste, *Discours et éloges académiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1885, t. 2, p. 302.

-
- ²⁵voir les témoignages de Liebig et de l'Ecossais Robert Christison qui préfère la sobriété des prestations de Gay-Lussac à la vigueur de Thenard, in CROSLAND, Maurice, *Gay-Lussac. Savant et bourgeois*, Belin, Paris, 1991, p. 212-213.
- ²⁶MAYGRIER, Jean P., *Guide de l'étudiant en médecine*, Gabon, Paris, 1818, p. 160-161..
- ²⁷CADET, C. L., *Journal de Pharmacie*, 4 (1818), p. 329-332, cit. p. 331.
- ²⁸Auguste Comte, qui a suivi les cours de chimie de l'Ecole polytechnique à l'époque où Thenard publie son traité, le souligne avec force dans le *Cours de philosophie positive* en 1835: « On commencera toujours inévitablement par considérer l'histoire successive et continue de tous les différents corps simples ». COMTE, A., *Cours de philosophie positive*, 35^e Leçon (1835), Hermann, Paris, 1975, T. I, p. 590.
- ²⁹BERZELIUS, Jacob J., *Traité de chimie*, tr. fr. de la 2^e éd. par A.J. L Jourdan, Paris, 1819-33, 8 vols, T.1, p. 2.
- ³⁰Le terme « métalloïdes » a des significations fluctuantes au cours du XIX^e siècle. D'après Partington, il avait d'abord été utilisé par un certain Erman [*Annales de Physique*, 42 (1812), p. 45] pour désigner les métaux alcalino-terreux et plus tard il sera utilisé pour désigner les semi-métaux comme l'arsenic. PARTINGTON, J.R. *A History of Chemistry*, MacMillan, London, 1964-1971, vol. IV, p. 164.
- ³¹THENARD, L.J., *Traité élémentaire de chimie, théorique et pratique* (1813-16), t. I, P. i-ii.
- ³²*Ibid.* t. I, 117.
- ³³Ce concept triomphera dans l'oeuvre de Mendeleev car il est directement impliqué dans la construction du tableau périodique voir BENSAUDE-VINCENT, B. « Mendeleev's periodic system of chemical elements », *British Journal for the History of Science*, 19 (1986), p. 3-17].
- ³⁴THENARD, *Traité*, (1813-16), t. I, p. 111.
- ³⁵*Ibid.* t. I, p. 110-111.
- ³⁶Fourcroy avait même le projet d'écrire une « oxygénologie » (voir SMEATON, William, *Fourcroy, Chemist and Revolutionary*, op.cit., p. 207.
- ³⁷Quatre critères différents sont mobilisés rien que pour ces quatre corps. Admettons qu'ils sont un peu à part. Ces sujets que la physique leur reprendra bientôt, les chimistes du début du XIX^e siècle les intègrent au corps de leur science avec quelque prudence. Ainsi Thenard justifie-t-il leur présentation sur le mode du « comme si »et au nom de la commodité : « Leur impondérabilité rend leur existence douteuse; quoiqu'il en soit, nous en parlerons comme s'ils étaient des corps réels, mais nous n'affirmerons rien à cet égard, et nous préférons cette hypothèse à toute autre, parce qu'elle est plus commode pour exposer les faits.» (THENARD, *Traité*..., (1813-16), t. I, p. 22)
- ³⁸THENARD, *Traité*..., (1813-16), t. II, p. 300-301. Thenard maintient fermement ce choix jusqu'à la dernière édition de son traité en 1834-35. Sur les controverses occasionnées par la classification des sels voir BERTOMEU, José R. GARCIA BELMAR, Antonio « Mateu Orfila (1787-1853) y las clasificaciones químicas. Un estudio sobre los libros de texto de química durante la primera mitad del siglo XIX en Francia, *Cronos*, 2 (1) (1999), p. 3-46.
- ³⁹GAY-LUSSAC, Joseph, THENARD, L.J., « Extrait d'un mémoire sur l'analyse végétale et animale», *Annales de Chimie*, 74 (1810), p. 47-64.
- ⁴⁰THENARD, *Traité*... (1817), t. 1, p. 118-119.
- ⁴¹Voir KNIGHT, D.M., *Humphry Davy, Science and Power*, Blackwell, Oxford, 1992, p. 82-86.
- ⁴²Le thorinium, découvert par Berzelius est introduit en 1821 puis supprimé en 1827, suite aux démentis de Berzelius.
- ⁴³BLONDEL-MEGRELIS, M. « Berzelius's textbook in translation and multiple editions, as seen through his correspondence” op. cit.
- ⁴⁴Un ouvrage à signaler, LANGLOIS, Claude, LAPLANCHE, François (dir.) *La science catholique*. L'Encyclopédie théologique de Migne (1844-1873), Les éditions du Cerf, Paris, 1992.
- ⁴⁵COUSIN-DESPREaux, Louis, *Leçons de la nature ou l'histoire naturelle, la physique et la chimie présentées à l'esprit et au coeur*, chez Rusand, imprimeur du roi, Lyon, Librairie ecclésiastique, Paris, 1827.
- ⁴⁶ANQUETIN, N.P., *Manuels de physique, de chimie, de botanique*, Croullebois, Paris, 1826.
- ⁴⁷BABIN, A., LENOIR, E.F., *Questions dépendantes du manuel pour le baccalauréat ès sciences...*, Compère jeune, Paris, 1828.
- ⁴⁸Lettre d'Orfila à M. Llambías, Paris, 24-12-1817 cité par HERNANDEZ MORA, J. « Orfila. El hombre, la vocación, la obra », *Revista de Mallorca*, 49 (1953), p. 163-164.
- ⁴⁹Voir la recension de l'ouvrage par GAULTIER DE CLAUBRY, F. J., *Journal de physique*, 85 (1817) p. 264-65 ; 315-32, cit. p. 318.
- ⁵⁰LASSAIGNE, J., Abregé élémentaire de chimie... Bechet jeune, Paris, 1829, p. 62. Il fait sans doute allusion à Dulong qui l'a précédé à l'Ecole vétérinaire de Maisons-Alfort ».

-
- ⁵¹ORFILA, *Elémens de chimie médicale*, Crochard, Paris, 1817, t. I, p. 60 et p. 85 dans l'édition de 1831.
- ⁵²Ibid.
- ⁵³BAUDRIMONT, Alexandre, *Traité de chimie générale et expérimentale*, Baillière, Paris, 1844-46, t. I, p. 300-301. François S. Beudant, minéralogiste, se rallie également au choix d'Orfila (BEUDANT, *Traité élémentaire de minéralogie*, Cuchet, Paris, 1830, 2^e éd., t. I, p. 510-512)
- ⁵⁴ORFILA, M. *Eléments de chimie*, 1817, op. cit. t. I, p. vii. Pour un développement sur ce point voir BERTOMEU J.R.; GARCIA, A., « Mateu Orfila's *Elémens de chimie médicale* and the debate about the medical applications of chemistry in early nineteenth century France » *Ambix*, 47 (2000), p. 1-26.
- ⁵⁵HOLMES, Frederic L., « Elementary Analysis and the Origins of Physiological Chemistry », *Isis*, 54 (1963), p. 50-81 et LÖW, R., *Pflanzenchemie zwischen Lavoisier und Liebig*, Donau Verlag, Straubing, München, 1977.
- ⁵⁶BAUMES, J.T., *Fondements de la science méthodique des maladies, pour servir de suite à l'essai d'un système chimique de la science de l'homme, et d'introduction à la nosologie méthodique que va bientôt publier le même Auteur*. Chez l'Auteur et à l'École de Médecine, Montpellier, 1801, t. I, p. 174-180. Sur Baumès, voir Dulieu, Louis, *La médecine à Montpellier*, Les presses universelles, Avignon, 1975-88, t. III, p. 739-741. HOLMES, Frederic L., « The chemical revolution and the art of healing », *Caduceus*, 11 (2) (1995), p. 118-120.
- ⁵⁷FOURCROY, Antoine de, « Extrait d'une lettre du citoyen Fourcroy, au citoyen Van-Mons, au sujet de celle de M. Humboldt », *Annales de Chimie*, 22, (1797), p. 77-80. Cité par HOLMES, « The chemical revolution and the art of healing », op. cit, p. 120.
- ⁵⁸FOURCROY, Antoine de « Sur l'application de la chimie pneumatique à l'art de guérir, et sur les propriétés médicamenteuses des substances oxygénées », *Annales de Chimie*, 28 (1799), pp. 225-279, cit. p. 232.
- ⁵⁹FOURCROY, Antoine de, *Discurso sobre la unión de la química y la farmacia, traducido del francés por el Dr. D. Francisco Carbonell y Bravo*, Repullés, Madrid, 1804.
- ⁶⁰LENS, A. *Considérations générales sur l'application de la chimie aux diverses branches de la médecine*, Didot Jeune, Paris, 1811. *Dictionnaire des Sciences Médicales, par une société de Médecins et de Chirurgiens*, Panckoucke éditeur, Paris, 1813, vol. V, p. 45-60, cit. p. 56.
- ⁶¹*Dictionnaire de médecine*, Béchet Jeune, Paris, 1834, t. VII, 313.
- ⁶²VIREY, J.J. « Recherches historiques sur l'origine et les applications de la chimie à la médecine, et considérations sur son emploi dans la thérapeutique », *Journal de pharmacie*, 4 (1818), p. 74-84, en p. 84. Sur les idées de Magendie, voir OLMSTED, J.M.D. *François Magendie, Pioneer in Experimental Physiology and Scientific Medicine in Nineteenth-Century France*, Schumans, New York, 1944, p. 27-34 et DELOYERS, L. *François Magendie, 1783-1855. Précurseur de la médecine expérimentale*, Presses Universitaires, Bruxelles, 1970, p. 98-119.
- ⁶³ORFILA, M. *Eléments de chimie médicale*, 1817, op. cit., t. I, p. i.
- ⁶⁴Ibid. t. II, 3.

Troisième partie. La diversification des écrits (1830-1860)

¹HANNAWAY, Owen, *The Chemist and the Word*, op.cit.; OLESKO, Katherine, *Physics as a Calling : Discipline and Practice in the Königsberg Seminar for Physics*; Cornell University, Ithaca; 1991.

²HULIN, Nicole, *L'organisation de l'enseignement des sciences*..., op.cit.; BELHOSTE, Bruno « Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique, op.cit.; Id., *Les sciences dans l'enseignement secondaire en France*, op.cit.; GISPERT, Hélène « Le milieu mathématique français et ses manuels (1870-1900) », *Sciences et Techniques en Perspective*, 16 (1988-89), p. 47-54.

³BELHOSTE, Bruno, *Les sciences dans l'enseignement secondaire en France*. op. cit., T. I, p.122.

⁴HULIN, Nicole, *L'organisation de l'enseignement des sciences* , op. cit. p. 15-42.

⁵CHAIGNEAU, Marcel Jean-Baptiste Dumas, *chimiste et homme politique* Guy le Prat, Paris, 1984; KLOSTERMAN, Leo J. « A Research School of Chemistry in Nineteenth-Century Chemistry: Jean-Baptiste Dumas and His Research Students », *Annals of Science*, 42 (1985), p. 1-80.

⁶MAYEUR, F. *Histoire générale de l'enseignement et de l'éducation en France. 3. De la Révolution à l'école républicaine*. Nouvelle librairie de France, Paris, 1981, p. 316-317; PROST, Antoine *Histoire générale de l'enseignement en France, 1800 1967*, Colin, Paris, 1968, p. 289. Une première école normale primaire sur

modèle germanique fut créée en 1810 à Strasbourg puis d'autres en Meuse dans les années 1820. La loi Guizot les développe si rapidement qu'en 1837 on en compte 70.

⁷ Crée grâce à la donation du major général Claude Martin (1732-1800), natif de Lyon, grâce à la fortune acquise durant ses campagnes en Inde, cette école passe sous le contrôle de l'Académie royale des sciences, belles lettres et arts de la ville de Lyon et devient Ecole de sciences industrielles à partir de 1832. Son enseignement comprend, à partir de 1836, les mathématiques, la physique, la mécanique, la grammaire, le dessin et «un cours de chimie appliquée aux arts, et spécialement à la teinture» voir DEVILLAS Elisée, GRANDPERRET, Claude-Louis, TABAREAU, Henry, *Rapport présenté à l'Académie Royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de la Ville de Lyon le 10 avril 1832, sur l'organisation de l'école gratuite des sciences et arts...*, Imprimerie J.M. Barret, Lyon, 1832; ACHARD, James, *Rapport présenté à l'Académie Royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon*, Imprimerie de Gabriel Rossary, Lyon, 1832, p. 11-12.

⁸ ANF, F17/ 20178.

⁹ Le cours de Nicolas Clément, dit CLEMENT-DESORMES est publié sous le titre *Chimie industrielle. Journal des cours de 1825 à 1830* par un des ses élèves J.M. Baudot (voir FONTANON, Claudine, GRELON, André (dir.), *Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers. Dictionnaire biographique, 1794-1955*, INRP-CNAM, Paris 1994 , T.1, p. 337-39 et sur Payen T.II 357-71.

¹⁰ WEISZ, J. H. Cambridge., *The Making of Technological Man. The Social Origins of French Engineering Education*, MIT Press, Cambridge Mass., 1982.

¹¹ DUMAS, J.B., *Traité de chimie appliquée aux arts*, Béchet jeune, Paris, 1828-46, T. I, p.iii

¹² Signalons cependant une singularité : la teinture, qui est au milieu du XIX^e siècle un secteur innovant largement tributaire des progrès de l'analyse chimique des composés organiques, résiste néanmoins au profil « chimie appliquée ». Le *Traité théorique et pratique sur l'impression des tissus* publié en 1846 par Jean-François Persoz suit le même plan et la même logique que les *Eléments de l'art de la teinture* de Berthollet dont il prend la relève. Au lieu de commencer par les principes théoriques pour les appliquer ensuite aux divers cas particuliers qui se rencontrent dans les opérations de teinture et d'apprêt des tissus, Persoz décrit d'abord les matières premières (qu'elles soient minérales ou organiques) puis les principes généraux de la teinture et de l'impression avec une description détaillée des machines et outils utilisés en deuxième partie ; enfin la troisième partie la plus longue est consacrée aux procédés spécifiques de teinture adaptés à chaque type de substances. Voir BENSAUDE-VINCENT, B. et NIETO-GALAN, A., « Theories of dyeing (1750-1900). A view on a long-standing controversy through the works of Jean-François Persoz ». In FOX, Robert, NIETO-GALAN, Agusti (eds), *Natural Dyestuffs and Industrial Culture in Europe, 1750-1880* Science History Publications, Canton, Mass , 1999, p. 3-24.

¹³ Une situation analogue est décrite pour l'Angleterre in BUD, Robert. F., ROBERTS, G. K., *Science versus Practice. Chemistry in Victorian Britain*, Manchester University Press, Manchester, 1984.

¹⁴ DUMAS, J.B., *Traité de chimie appliquée aux arts*, op.cit., T. I, viii.

¹⁵ FLAUBERT, Gustave, *Bouvard et Pécuchet*, posthume,1881, Editions du Panthéon, Paris, 1946, p. 80-81

¹⁶ MANAVIT, A.C., *Précis élémentaire de chimie*, Hachette, Paris, 1828, p. ii.

¹⁷ MALAGUTI, F.M.J., *Leçons élémentaires de chimie*, Dezobry et E. Magdeleine, Paris, 1852, T.1, préface.

¹⁸ PEYRE, J., *Cours préparatoire de physique, de chimie et de cosmographie*, Mathias, Paris, 1836.

¹⁹ BEAUCHAMP, A. de, *Recueil des lois et règlements sur l'enseignement supérieur*, Delalaine, Paris, 1882, t. II, p.124-147. Rapport sur l'organisation des écoles de pharmacie, 27 avril 1850.

²⁰ BENSAUDE-VINCENT, B., RASMUSSEN, A. (dir.) *La science populaire dans la presse et l'édition, XIX^e et XX^e siècles* CNRS éditions, Paris, 1997.

²¹ FERRY, J.M. « Les transformations de la publicité », in « Le nouvel espace public », numéro d'*Hermès*, 4, 1989. BENSAUDE-VINCENT, B., *L'opinion publique et la science. A chacun son ignorance*, Synthélabo, Paris, 2000.

²² BELHOSTE, Bruno, *Les sciences dans l'enseignement secondaire...*, op. cit. p. 32-33.

²³ Ibid. pp. 273-83. Par exemple, pour l'enseignement de la chimie en classe de 3^e section lettres, il est précisé « Le professeur ne perdra pas de vue que cet enseignement est destiné à fixer dans la mémoire des élèves, non le détail descriptif des corps mais la connaissance des vues générales ou pratiques sur l'air, l'eau, l'oxydation, la combustion, sur les conditions et les effets généraux de l'action chimique et sur les forces qui en résultent ».

²⁴ CHOPPIN, A. *Les manuels scolaires...*, op. cit., p. 54-65.

²⁵ MISTLER, Jean, *Hachette, année 1850*, Hachette, Paris, 1964.

²⁶ TESNIERE, Valérie « L'édition universitaire », in MARTIN, H.J. et CHARTIER, R. (eds), 1983-86. *Histoire de l'édition française*, Promodis, Paris, 1984, t.3, p. 221-222.

-
- ²⁷ BARBIER, F. « Une production multipliée » in MARTIN, H.J. et CHARTIER, R. (eds), 1983-86. *Histoire de l'édition op. cit* T. III, p. 108.
- ²⁸ MOLLIER, Yves « Histoire de la lecture, histoire de l'édition » in Roger Chartier (dir.) *Histoire de la lecture. Un bilan des recherches*, IMEC Editions, MSH, Paris, 1995, p. 207.
- ²⁹ BERZELIUS, J.J. *Traité de chimie*, 8 vol. traduit par A.J.L. Jourdan, Firmin-Didot frères, Paris, 1829-33.
- ³⁰ Signalons la *Chimie pour les gens du monde* de l'anglais F. Accum, les *Conversations sur la chimie* de Jane Marcet publiées par Audin, Paris, 1827 et enfin les très populaires ouvrages de Justus Liebig chez Masson.
- ³¹ Catalogue de la Bibliothèque scientifique internationale pour l'année 1879.
- ³² MOLLIER, Yves « Histoire de la lecture, histoire de l'édition » *op. cit.* p. 207.
- ³³ CHOPPIN, A. *Les manuels scolaires...*, *op. cit.* p. 149
- ³⁴ Par exemple dans sa première édition de 1829, l'ouvrage de Lassaigne comprenait six gravures dessinées par M. Lacauchie et quinze tables synoptiques présentant les réactifs colorés. Dans l'édition de 1836 les gravures sont intégrées dans le texte en regard de la description du montage.
- ³⁵ A titre d'exemple, *Les leçons de chimie professées aux élèves de l'Ecole Sainte-Barbe qui se préparent à l'Ecole polytechnique* de Alfred Riche comptent 266 figures pour 741 pages dans la deuxième édition de 1869. Langlebert inclut 140 gravures dans un livre de 400 pages in 12° et Deherain 70 figures sur 159 pages.
- ³⁶ Les œuvres de Dehérain, éditées par Hachette, sont illustrées par A. Janandier ; Firmin Didot utilise les services de D. Bonnafoux pour les ouvrages de Riche ; Masson ceux de Thierault pour l'ouvrage de Troost.
- ³⁷ Ces sources biographiques proviennent du dossier Deguin aux Archives nationales de France (F17/20540)
- ³⁸ En réalité il s'agit de l'Ecole préparatoire puisque l'Ecole normale, fermée pendant quatre ans sous la Restauration, fut réouverte en 1826 comme Ecole préparatoire et ne reprit son nom qu'en 1830. Les élèves, admis après le baccalauréat ès lettres, devaient passer une licence de sciences ou de lettres, suivant la section choisie, pendant leur scolarité à l'Ecole, réduite à deux ans. Voir ZWERLING, Craig S. *The Emergence of the École Normale Supérieure as a Center of Scientific Education in Nineteenth-century France*, Garland, New York, 1990, p. 45-46.
- ³⁹ Rapport figurant dans le dossier Deguin aux Archives nationales de France (F17/20540)
- ⁴⁰ Sur l'évolution du corps professoral, BALPE, Claudette, « L'enseignement des sciences physiques : naissance d'un corps professoral (fin XVIII^e-fin XIX^e siècle) », *Histoire de l'éducation*, N° 73 (1997), 49-85.
- ⁴¹ Sur Payen voir FONTANON, C., GRELON A. (dir.), *Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers. Op. cit supra*. Sur Peclet, HAVELANGUE, I. *Les inspecteurs généraux de l'Instruction publique. Dictionnaire biographique, 1802-1914*, INRP-CNRS, Paris, 1986..
- ⁴² Sur cette liaison entre les principes de chimie et la découverte de la loi périodique voir BENSAUDE-VINCENT, B. « La classification périodique des éléments » in SERRES, Michel (dir.) *Eléments d'histoire des sciences*, Bordas, Paris, 1989, p. 447-468. BROOKS, Nathan M. « Dimitrii L. Mendeleev's Principles of Chemistry and the periodic law of the elements », in LUNDGREN, A. ,BENSAUDE-VINCENT, B. (eds), *Communicating Chemistry...*, *op. cit.* p. 295-310.
- ⁴³ MAUSKOPF, Seymour H. « Crystals and compounds. Molecular structure and composition in nineteenth- century French science» *Transactions of the American Philosophical Society*, 66, (3) (July 1976). SCHEIDECKER, M., « L'impact des idées d'Ampère en chimie sur J.B. Dumas et M.A. Gaudin », *Science et technique en perspective* IIe série, 1 (1997), p. 285-307 .
- ⁴⁴ Sur Ampère et l'essai de classification voir HOFMAN, J.R., *André-Marie Ampère*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995, p. 207. DOWLAND-PILLINGUER, C.L. “A chemist full of bold and ingenious Ideas”: *The Chemical Philosophy of A.M. Ampère (1775-1836)*, Ph.D. dissertation, Cambridge University, 1988. SCHEIDECKER, Myriam « Impact des idées d'Ampère en chimie sur J.B. Dumas et M.A. Gaudin », *Science et technique en perspective* IIe série, 1 (1997): 285-307. Voir aussi KNIGHT, D. (1978), *The Transcendental Part of Chemistry*, Dawson, Folkestone, p. 251-253.
- ⁴⁵ Sur les classifications naturalistes voir DAUDIN, H. *De Linné à Lamarck. Méthodes de la classification et idée de série en botanique et en zoologie* (1740-90), Alcan, Paris, 1926, réédition 1983. DROUIN, J.M. « De Linné à Darwin. Les voyageurs naturalistes » in M. Serres (dir.) *Eléments d'histoire des sciences*, *op. cit.*, p. 321-336. STEVENS, P.F. *The Development of Biological Systematics: Antoine-Laurent de Jussieu, Nature and the Natural System*, Columbia university Press, New York 1994.
- ⁴⁶ AMPERE, Louis-Marie « Essai d'une classification naturelle des corps simples » *Annales de chimie*, 1 (1816), p.295-308; 373-394 ; 2 (1816) p. 5-32 ; 105-125.
- ⁴⁷*Ibid.*

-
- ⁴⁸Ibid. p. 304.
- ⁴⁹Ibid.
- ⁵⁰Ibid. p. 380.
- ⁵¹Ibid. p. 381.
- ⁵²BEUDANT, F. S., *Traité élémentaire de Minéralogie*, Chez Verdière, Paris, 1824; 2^e édition, 1830. Sur la polémique avec Berzelius, voir SCHUTT, H.W. « Beudant, Berzelius und die mineralogische Spezies », *Gesnerus*, 41 (3/4), (1984), p. 257-268.
- ⁵³BERZELIUS, J. J. « Des changements dans le système de minéralogie chimique, qui doivent nécessairement résulter de la propriété que possèdent les corps isomorphes, de se remplacer mutuellement en proportions indéfinies », *Annales de chimie et de physique*, 31(1826), p. 5-37, cit. p. 35- 36.
- ⁵⁴GUIBOURT, G. « Sur la classification et la nomenclature chimiques », *Journal de Pharmacie*, 10, (1824) p. 317-333; id. « Note sur la nomenclature et la classification chimiques », *Annales de Chimie*, 33, (1826) p. 75-83.. Guibourt a publié une *Histoire naturelle des drogues simples* et un *Cours d'histoire naturelle professé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris*, ... Baillière et fils, Paris ,1876.
- ⁵⁵PAUQUY, Charles Louis, *Nouvelle méthode naturelle chimique, ou disposition des corps simples et composés, propre à rendre l'étude de cette science plus facile et plus courte*, Caron-Duquesne, Amiens, 1828.
- ⁵⁶Ibid.
- ⁵⁷Ibid. p.. 41.
- ⁵⁸Ibid. p. 37.
- ⁵⁹COMTE, A., *Cours de philosophie positive*, leçon 36, Hermann, Paris, 1975, p. 596-97. Assez curieusement Comte ignore la classification de Thenard, en tous cas, ne la discute pas.
- ⁶⁰BUSSY, A., *Comparaison des bases de la classification des corps organisés et inorganiques*. Thèse soutenue à la Faculté de médecine de Paris, Imprimerie de P. Dupont et Laguionie, Paris, 1833.
- ⁶¹REGNAULT, Henri Victor, « Recherches relatives à l'action de la vapeur d'eau à une haute température sur les métaux et sur les sulfures métalliques ; Essai d'une nouvelle classification des métaux d'après leur degré d'oxidabilité », *Annales de Chimie et de physique*, 42 (1836), 337-383.
- ⁶²Ibid. p. 339
- ⁶³HOEFER, F. *Nomenclature et classification chimiques*, Baillière, Paris, 1845 ; id., *Eléments de chimie minérale* .Dezobry et E. Magdeleine, Paris, 1841.
- ⁶⁴Ibid. p. 46.
- ⁶⁵MICE , L. « Discours d'ouverture...(éloge de Baudrimont) », *Actes de l'Académie de Bordeaux*, 3^e. série., 42 (1880), p. 729-766 et 44 (1882), p. 557-624, cit. p. 559 ; SCHEIDECKER, Myriam « Baudrimont (1806-1880) : les liens entre sa chimie et sa philosophie », *Archives internationales d'histoire des sciences*, 47 (1997), p. 26-56.
- ⁶⁶BAUDRIMONT, A., *Traité élémentaire d'histoire naturelle*, H. Cousin, Paris, 1839, p. 46-50 ; *Traité de chimie générale et expérimentale*, Baillière, Paris, 1844--46.
- ⁶⁷BAUDRIMONT, A., *Traité de chimie générale et expérimentale*, op. cit. p. 53-54.
- ⁶⁸BONNET, Amédée, *Eloge d'Alphonse Dupasquier*, Imprimerie de Léon Boitel, Lyon, 1849, p. 29-30.
- ⁶⁹DUPASQUIER, A., *Traité élémentaire de chimie industrielle...*, op. cit., T. I, p. 60-66, cit. p. 65-66.
- ⁷⁰FAVROT, C., *Traité élémentaire de physique, chimie, toxicologie*, Béchet jeune, Paris, 1841, p. 361.
- ⁷¹DUMAS, J.B., *Traité de chimie appliquée aux arts...*, op. cit., T.1, 1828, I, p. lxxvii.
- ⁷²Ibid., T. II, 1830, p. 2:
- ⁷³Ibid., p. 38-39:
- ⁷⁴Ibid., p. 39.
- ⁷⁵Ibid., p. 42
- ⁷⁶Ibid., T. III, p. 67-68.
- ⁷⁷Sur l'importance du transfert de l'arsenic voir BUSSY, *Comparaison des bases de la classification*, op. cit., p. 31.
- ⁷⁸Voir l'article ci-dessus mentionné de Regnault, aux *Annales de chimie et de physique*, 42 (1836), p. 337-383. Dumas propose en 1857 une classification des corps simples fondée sur la comparaison avec les radicaux de la chimie organique, *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 45 (1857) p. 709 ; et 47 (1858) p. 1026.
- ⁷⁹NEKOVAL, Ludmilla, *Diffusion de la classification périodique de Mendeleev en France entre 1869 et 1934* , Thèse de doctorat de l'Université Paris XI, 1994..

-
- ⁸⁰ SCHÜTZENBERGER, Paul, *Traité de chimie générale*, 8 vol., Hachette, Paris, 1880-1894 et *id.*, *Eléments de chimie*, Hachette, Paris, 1881; GRIMAUD, Edouard, *Introduction à l'étude de la chimie : Théories et notations chimiques*, Dunod, Paris, 1883, p. 108-119.
- ⁸¹ BERTHELOT, Marcellin, *Les origines de l'alchimie*, Steinheil, Paris, 1885, p. 302-308. L'ironie de l'histoire est que Mendeleev lui aussi condamnait cette hypothèse d'un élément primordial et la considérait aussi comme un relent d'alchimie.
- ⁸² KLEIN, Ursula, *Experiments, Models, Paper Tools. Cultures of Organic Chemistry in the Nineteenth Century*, Stanford, Stanford University Press, sous presse.
- ⁸³ BROOKE, J.H., « The superiority of nature's art ? Vitalism, natural theology and the rise of organic chemistry » in *Thinking About Matter...*, op. cit., p. 38-48. *Id.* « Organic Synthesis and the Unification of Chemistry: A Reappraisal chemistry », *British Journal for the History of Science*, 5 (1971), p. 363-392.
- ⁸⁴ LASSAIGNE, *Abrégé de chimie*, Béchet, Paris, 1829, t. 2, p. 799
- ⁸⁵ Sur cette organisation en fonction des principes immédiats voir HOLMES, F.L. «Elementary Analysis and the Origins of Physiological Chemistry », *Isis*, 54 (1963), p. 58 et LöW, R. , *Pflanzenchemie zwischen Lavoisier und Liebig*, Donau Verlag, Straubing, München, 1977, p. 268-69.
- ⁸⁶ LASSAIGNE, *Abrégé de chimie...*, op. cit., T. I, p. x:
- ⁸⁷ DESPRETZ, *Eléments de chimie théorique et pratique...*, op. cit., T. 2, p. 176-177
- ⁸⁸ COMTE, A. *Cours de philosophie positive*, 39^e Leçon (1835) op. cit. T.1, pp. 637-650.
- ⁸⁹ LEPRIEUR, François *Les conditions de la constitution d'une discipline scientifique : la chimie organique en France (1830-1880)*, thèse de l'Université de Paris I (1977). BROCK, William H., *Justus von Liebig: The Chemical Gatekeeper*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, 1997.p. 72-93.
- ⁹⁰ DUMAS, *Traité de chimie appliquée aux arts*, op. cit., t..5, p. 1
- ⁹¹ *Ibid.* p. 2. Dumas classe les composés organiques par ordre de complexité croissante : composés binaires (carbures d'hydrogène, oxydes de carbone, azotures de carbone), ternaires (oxycarbures d'hydrogène, carboazotures d'hydrogène) ; quaternaires formés de carbone, d'oxygène, d'azote et d'hydrogène.
- ⁹² *Ibid.* p. 2-3.
- ⁹³ LIEBIG, Justus, *Traité de chimie organique*, trad. fr. Fortin et Masson, Paris, 1840-44, T.1, p.v.
- ⁹⁴ *Ibid.* p. ix-x.
- ⁹⁵ BROCK, William *Justus von Liebig*, op.cit., p. 156. Brock signale que Liebig a dédicacé la traduction française de la chimie agricole à son ancien maître Thenard. Sur les rapports de Liebig avec les traducteurs et éditeurs français voir p. 151-56.
- ⁹⁶ GERHARDT, C., *Précis de chimie organique*, Fortin-Masson, Paris, 1844, Avant propos p. vii - viii
- ⁹⁷ GERHARDT, C., *Introduction à l'étude de la chimie par le système unitaire*, Bohem, Montpellier, 1848, p. 13
- ⁹⁸ *Ibid.* p. 14
- ⁹⁹ WURTZ, C.A., *Leçons de chimie professées en 1863*, Hachette, Paris, 1864, p. 166-168.
- ¹⁰⁰ CAHOURS, *Traité de chimie générale élémentaire*, Mallet Bachelier, Paris, 1860, p. 8-9.
- ¹⁰¹ BROOKE, J., « Wöhler's urea and its vital force? A verdict from the chemists », *Ambix*, 15 (1968), p. 84-114.
- ¹⁰² RAMBERG, P., « The death of vitalism and the birth of organic chemistry: Wöhler's urea synthesis and the disciplinary identity of organic chemistry », *Ambix*, 47 (2000), p. 170-195.

Quatrième partie. Un style manuel

1 Sur les rhétoriques de l'expérience : SHAPIN, Steven, « Pump and Circumstance: Robert Boyle's Literary Technology », *Social Studies of Science*, 14 (1984), p. 481-520 ; GOODING, David, PINCH, Trevor, SCHAFER, Simon, eds, *The Uses of Experiment : Studies in the Natural Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, 1989. DEAR, Peter, (ed.) *The Literary Structure of Scientific Argument : Historical Studies*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1991. GOLISNIKI, Ian, *Science as Public Culture, Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992. LICOPPE, Christian, *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre. 1630-1820*, Éditions la découverte, Paris, 1996.

2 IZQUIERDO, Mercé, « Three rhetorical constructions of the chemistry of water » in LUNDGREN, A , BENSAUDE-VINCENT, B., eds, *Chemical textbooks and their audiences...op.cit.*, p. 235-273. Sur les raisons de ce choix voir p. 255-256.

3 C'est du moins la situation que dénonce Jean-Baptiste Dumas dans plusieurs lettres au ministre de l'Instruction publique comme dans les instructions qu'il rédige pour la réforme de 1852. Voir HULIN, Nicole, « La chimie au sein des disciplines scientifiques », *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 815 (juin 1999), p. 1007-1022. La situation française est en contraste avec celle de l'Allemagne. Rappelons qu'à la même époque, sous l'impulsion de Liebig puis de ses élèves, dans les universités se développe un enseignement pratique de la chimie par des manipulations au laboratoire.

4 FAUQUE, Danielle, « L'enseignement de la chimie et les exercices pratiques dans le cadre de la réforme de 1902 » in « Etudes sur l'histoire de l'enseignement des sciences physiques et naturelles », *Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences*, 49 (2001), p. 155-180. BLONDEL, Christine, « L'impact de la réforme de 1902 sur l'enseignement théorique et expérimental de l'électricité » in HULIN, Nicole (dir.), *Physique et humanités scientifiques. Autour de la réforme de 1902*, Septentrion, Lille, 2000, p.45-73.

5 BELHOSTE, B. *Les sciences dans l'enseignement secondaire français...op.cit.*, T. 1, p. 294, pour les programmes de 3^e.

6 Voir les instructions officielles détaillées in BELHOSTE, B. *ibid.* p. 423-440.

7 THENARD, L.J., *Traité élémentaire de chimie...*, op. cit. , 1^o édition 1813, T.I, ii-iii.

8 REGNAULT, V., *Cours élémentaire de chimie*, 1847-48, op. cit., T.1, p. 103 et suiv.

9 MALAGUTI, F; FABRE, J.H., *Cours complet d'enseignement secondaire spécial. Notions préliminaires de chimie*, Ch. Delagrave éditeur, Paris, 1867, p. 18-19

¹⁰ THENARD, L.J., *Traité élémentaire de chimie...*, op. cit., 1^o éd (1813-1816). T.I, p. 23

11 THENARD, L.J., *Traité élémentaire de chimie...* op.cit., 6^e édition (1834-36) T. I, p. 232.

12 DESPRETZ, C., *Eléments de chimie théorique et pratique*, Méquignon-Marvis, Paris, 1829, T.1, p. 43.

13 JUMELIN, J.B., *Traité élémentaire de physique, de chimie...*, Duminil-Lesieur, Paris, 1806, p. 273.

14 PELOUZE, J., FREMY, E., *Cours de chimie générale*, Masson, Paris, 1848-50, T.1 p. 78.

15 DESPRETZ, C., *Eléments de chimie théorique et pratique...* op. cit. , T.1, p. 47, §26.

16 THENARD, L.J., *Traité élémentaire de chimie...*, op. cit. , 5^e édition , T. II, p. 32-33.

17 PELOUZE, J., FREMY, E., *Cours de chimie générale...*, op. cit. , T.1 p. 77.

18 THENARD, L.J., *Traité élémentaire de chimie*, op. cit. , 1827, 5^e édition T. II, p 18.

19 DASTON, Lorraine, « Objectivity and the escape from perspective », *Social Studies of Science*, 22 (1992), p. 597-618.

20 CAHOURS, A., *Traité de chimie générale élémentaire*, Mallet-Bachelier, Paris, 1855-56..

21 DEBRAY, *Cours élémentaire de chimie*, Dunod, Paris, 1863, p. 58

22 REGNAULT, V., *Cours élémentaire de chimie*, 1847-48, op. cit. , p. 98, §79.

23 DESPRETZ, C., *Eléments de chimie théorique et pratique*, op. cit. , T.I, §26, p. 47.

24 REGNAULT, V., *Cours élémentaire de chimie*, 1847-48, op. cit. , T.1, p. 109-110

25 PERSOZ, J.F., *Introduction à l'étude de la chimie moléculaire*, édition Baillière et Derivaux, Paris, Strasbourg, 1839, avant-propos, p. viii.

26 ROUSSEAU, E., *Introduction à l'étude de la chimie*, Méquignon-Marvis fils, Paris, 1845, p. iv, v.

27 ROBIN, E., *Précis élémentaire de chimie minérale et organique*, J.B. Baillière, Paris, 1853, p. 1-2.

28 PELOUZE, J., FREMY, E., *Cours de chimie générale...*, op. cit. , T.1, p. 1-2.

29 Sur l'histoire de l'atome chimique au XIX^e siècle voir, ROCKE, Alan J. *Chemical Atomism in the Nineteenth Century. From Dalton to Cannizzaro*, Ohio State University Press, Columbus, 1984. *Id.; The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry*, University of California Press, Berkeley, 1993. *Id., Nationalizing Science : Adolphe Wurtz and the Battle for French Chemistry*, MIT Press, Cambridge Mass., 2001. voir aussi, «Atomes, une guerre de cent ans », *Les cahiers de Science & Vie*, 42, décembre 1997.

30 THENARD, L.J., « Observations sur le phosphore », *Annales de chimie*, 85 (1813), p. 326-329.

31 THENARD, *Traité élémentaire de chimie*, op. cit. , 1^o éd., T.IV, 1816, p. 247-254. L'article de Wollaston paru aux *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 104 (1814), p. 1-22 a été traduit en français au *Journal des Mines*, 214.

32 THENARD, *Traité élémentaire de chimie*, 2^o éd., 1818, T.I, p. 21-24. On notera que pour Thenard comme pour Berzelius à la même époque, Gay-Lussac confirme l'hypothèse de Dalton et qu'il n'y a aucune prévention

-
-
- « positiviste, mathématique et physicaliste » chez les chimistes français, comme le suggère Alan Rocke, *Chemical Atomism..., op. cit.*, p. 158.
- 33 THENARD, *ibid.*, p. 23-24.
- 34 THENARD, *ibid.* p. 22.
- 35 THENARD, *ibid.* p. 5
- 36 Ce point a été mis en lumière par KOUNELIS, Catherine « Atomism in France : chemical textbooks and dictionaries, 1810-1835 » in LUNDGREN, A., BESNAUD-VINCENT, B. (eds) *Communicating Chemistry..., op. cit.*, p. 207-231 :
- 37 Sur le sort de l'hypothèse d'Avogadro pendant près d'un demi-siècle voir FISCHER, Nicholas., « Avogadro, the chemists, and the historians of chemistry », *History of Science*, 20 (1982), p. 77-102 et 212-31. BROOKE, John, « Avogadro's hypothesis and its fate: A case study in the failure of case-studies » *History of Science*, 19 (1981), p. 235-73.
- 38 THENARD, *Traité élémentaire de chimie..., op.cit.*, 1824, T.I, p. 21.
- 39 THENARD, *Traité élémentaire de chimie..., op.cit.*, 1827, T.I, p. ix-x.
- 40 DUMAS, J.B., *Chimie appliquée aux arts..., op.cit.*, 1828-1846, T. I, p. xxxiii.
- 41 BAUDRIMONT, *Introduction à l'étude de la chimie par la théorie atomique*, L. Colas, Paris, 1833, p. i-ii. Quatre ans plus tard, paraît en traduction française, un essai un peu analogue mais moins systématique signé LIEBIG, Justus, *Introduction à l'étude de la chimie, contenant les principes généraux de cette science, les proportions chimiques, la théorie atomique, ...*L. Mathias, Paris, 1837..
- 42 DUMAS,, *Leçons sur la philosophie chimique, professées au Collège de France* septième leçon, 28 mai 1836; cité dans Editions Culture et Civilisation, Bruxelles, 1972, p. 246.
- 43 THENARD, « Essai de philosophie chimique», in *Traité élémentaire de chimie... op.cit.*, 6° édition (1834-1836) T.V, p. 409-519. Cit. p. 409. Tout en faisant le deuil du programme d'Arcueil, Thenard souhaite néanmoins intéresser les géomètres à la chimie.
- 44 *Ibid.* T.V. p. 416-417.
- 45 *Ibid.* p. 448.
- 46 *Ibid.* p. 415
- 47 KOUNELIS, Catherine, « Atomism in France », *op. cit.*, p. 215.
- 48 GUERIN, R., *Nouveaux éléments de chimie théorique et pratique...,* Hachette, Paris, 2° éd. 1840, p. 71.
- 49 DUPASQUIER, *Traité élémentaire de chimie industrielle*, C. Savy, Lyon, 1844, p. 714.
- 50 BESNAUD-VINCENT, B., « Atomism and Positivism: A Legend about French Chemistry », *Annals of Science*, 56 (1999), p. 81-95.
- 51 PERSOZ, J.F., *Introduction à l'étude de la chimie moléculaire..., op. cit.*, p. 40-41.
- 52 GUERIN, *Nouveaux éléments de chimie théorique et pratique..., op. cit.*, p. 49.
- 53 DEGUIN, *Cours élémentaire de chimie*, Belin-Mandar, Paris, 1845, p. 22. Les exceptions signalées sont Se, F, Br, I, P, As, Sb, B, Si, Cr, W, Ti et Ta.
- 54 DUPASQUIER, *Traité élémentaire de chimie industrielle..., op. cit.*, p. 711 et 714. Dupasquier relève les mêmes exceptions que Deguin mais il ajoute Cl, Fl.
- 55 REGNAULT, V., *Cours élémentaire de chimie*, 1847-48, *op. cit.*, T.I p. 114.
- 56 BURNOUF, E., *Nouveaux cahiers de chimie*, Roret, Paris, 1840, p. iii.
- 57 KAEPPELIN, R., *Cours élémentaire de sciences physiques*, Z. Kaeppelin, Colmar, 2° éd. 1841 p. 57-58.
- 58 BOUCHARDAT, A., *Cours de sciences physiques*, G. Baillière, Paris, 1842, p. 22.
- 59 LASSAIGNE, *Abrégé élémentaire de chimie*, Béchet, Paris, 2° éd. 1836, I, ix.
- 60 *Ibid.* 1846, T. I, p. ix..
- ⁶¹ COLIN, J. *Cours de chimie..., op.cit.*, 4° éd. (1845), p129-137. Nous adoptons l'écriture en usage au XIX^e siècle avec les proportions en exposants et non en indices.
- 62 FISCHER, Nicholas., « Avogadro, the chemists, and the historians of chemistry », *op. cit.* .
- 63 NYE, M.J., *The Question of the Atom, from the Karlsruhe Conference to the First Solvay Conference,(1860-1911)* Tomash, Los Angeles, 1983). BESNAUD-VINCENT, B., « Karlsruhe, septembre 1860 : l'atome en congrès », *Relations internationales*, 62 « Les congrès scientifiques internationaux » (1990), 149-169.
- 64 SOCIETE CHIMIQUE DE PARIS, *Leçons de chimie professées en 1863 par MM. Adolphe Wurtz, A. Lamy, Louis Grandjeau*, Hachette, Paris, 1864. voir aussi WURTZ, A., *Leçons de philosophie chimique*, Hachette, Paris, 1864.
- 65 WURTZ, A., *Leçons élémentaires de chimie moderne*, Masson, Paris, 1867-68, (2^e édition 1871), avertissement.

-
- 66 NAQUET, A., *Principes de chimie fondés sur les théories modernes*, F. Savy, Paris, 1865. Naquet a aussi publié *De l'atomicité* (Paris, 1868), une brochure reprenant un long plaidoyer publié dans la revue de Littré, *La philosophie positive*. Il a encore contribué à la diffusion de la théorie atomique en traduisant le *Cours de chimie pratique à l'usage des étudiants en médecine* de William Odling, (F. Savy, Paris, 1869).
- 67 GRIMAUX, Edouard *Chimie inorganique élémentaire leçons professées à la Faculté de médecine*, Victor Masson, Paris, 1874 ;*Id. Introduction à l'étude de la chimie, théories et notations chimiques, Premières leçons du cours professé à l'Ecole polytechnique*, Dunod, Paris, 1883.
- 68 SCHÜTZENBERGER, Paul *Traité de chimie générale*, 8 vol., Librairie Hachette, Paris : 1880, T.1, p. iv.
- 69 *Ibid.* p. ii.
- 70 LAVOISIER, A., *Traité élémentaire de chimie...*, op.cit., p. xxviiij.
- 71 Nicole Hulin (dir.) *Physique et humanités scientifiques. Autour de la réforme de l'enseignement de 1902*, Presses universitaires du Septentrion, Lille, 2000, annexe : textes officiels p. xx.
- 72 Paul Langevin, « L'esprit de l'enseignement scientifique », Conférence au Musée pédagogique, in *L'enseignement des mathématiques et des sciences physiques*, Imprimerie nationale, Paris, 1904, p. 73-105.
- 73 C'est le dogmatisme que préconisait explicitement la réforme Fortoul de 1852 pour l'enseignement dans les lycées. Voir Nicole Hulin, *L'organisation de l'enseignement des sciences...*, op.cit.
- 74 A. Comte, *Cours de philosophie positive*, Hermann, Paris, 1975, 2^e Leçon, T.1, p. 53
- 75 *Ibid.* p. 52
- 76 Macquer, P.J., *Plan d'un cours de chimie expérimentale et raisonnée, avec un discours historique sur la chimie, par...*, J.T. Herissant, Paris, 1757, lxij+ 79, p. i-ii.
- 77 Fourcroy, A., *Elémens d'histoire naturelle et de chimie*, Cuchet, Paris, 1793, pp. 26-27. Le texte est repris presque mot pour mots dans le *Système des connaissances chimiques*, op.cit., T. I, p. 10-11.
- 78 Venel, G.F. , «chymie», in *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences...*op.cit., p. 408
- 79 MACQUER, J., *Elémens de chimie théorique...*, op.cit. Id., *Dictionnaire de chymie...*, op.cit., T.I, pp. xiii-xxxv. Voir aussi ANDERSON, Wilda , *Between the Library and the Laboratory : The Language of Chemistry in Eighteenth-Century*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1984.
- 80 FOURCROY, «chimie», *Dictionnaire de chimie de l'Encyclopédie méthodique ...* Paris, 1796, p. 414.
- 81 *Ibid.* p. 454
- 82 *Ibid.* p. 503
- 83 *Ibid.* p. 541
- 84 CHAPTAL, J.A., *Elémens de chimie*, Deterville, Paris, 1796, p. xljj.
- 85 HAUPT, Betina *Deutschsprachige Chemielehrbücher (1775-1850)*, Deutscher Apotheker, Stuttgart, 1987, p. 77-131.
- 86 BERZELIUS, J.J., *Traité de chimie*, 2^e éd. Française, Firmin-Didot, Paris, 1845-50, T.I, p. 5-6.
- 87 THOMSON, T., *Système de chimie*, Veuve Bernard, Paris, 1809, p. i-xvj et *The History of Chemistry*, London, 1830-31.
- 88 HENRY, William *The Elements of Experimental Chemistry*, Philadelphia : 1815), T.I, p. ix cité par RUSSELL, Colin “Rude and Disgraceful Beginnings : A View of History of Chemistry from the 19th century », *British Journal of the History of Science*, 21 (1988), p. 273-294.
- 89 DUMAS, *Leçons sur la philosophie chimique*, 1837, 1^e Leçon, Bruxelles, Culture et civilisation, 1972, p. 3
- 90 *Ibid.* p. 3
- 91 *Ibid.* p. 3-4.
- 92 BERZELIUS, *Traité de chimie*, Firmin-Didot, Paris, 2^e éd. française, 1845, T.I, p. 5-6.
- 93 IZARN, *Leçons élémentaires de physique et de chimie expérimentales*, Levraud, Paris, 1805, p. 197.
- 94 BOUCHARDAT, *Cours de sciences physiques*, op. cit., 1845, p. 83 et dans l'édition 1848, p. 76.
- 95 METZGER, H. *Les doctrines chimiques en France...*, op.cit., p. 11.
- 96 DUPASQUIER, *Traité élémentaire de chimie industrielle*, op. cit., p. xxvij-xxvijj.
- 97 HOEFER, Ferdinand, *Eléments de chimie minérale*, Dezobry et Magdeleine, Paris, 1841, I, p. ix.
- 98 *Ibid.* p. xxvii
- 99 *Ibid.* xxix.
- 100 *Ibid.* p. xxxi-xxxii.
- 101 *Ibid.* xxxii.
- 102 HOEFER, Ferdinand, *Histoire de la chimie*, L. Hachette, Paris, 1842, 2 vol. 2^e édit. 1868-69. *Nouvelle biographie générale*, Didot, Paris, 1851.

-
-
- 103 HOEFER, F., *Histoire de la physique et de la chimie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours*, Hachette, Paris, 1872. Hoefer édite également une traduction française de Diodore de Sicile.
- 104 GRIMAUX, E., *Lavoisier d'après sa correspondance, ses manuscrits, ses papiers de famille et d'autres documents inédits*, Alcan, Paris, 2^e éd. 1896, réimpression Jacques Gabay, Paris, 1992; BERTHELOT, Marcellin, *Les origines de l'alchimie*, Steinheil, Paris, 1885 ; *Id. Introduction à l'étude de la chimie des Anciens et du Moyen-Age*, Steinheil, Paris, 1889, *Id. Histoire des sciences. La chimie au Moyen-Age*, 3 vol., Imprimerie nationale, Paris, 1893 ; *Id. La révolution chimique, Lavoisier*, Alcan, Paris, 1890. Signalons que Michel-Eugène Chevreul fut pionnier parmi les chimistes historiens. Voir METZGER, Hélène, « Michel-Eugène Chevreul, historien de la chimie », *Archeion*, 14 (1932) p. 6-11 et SARTON, Georges, « Hoefer and Chevreul », *Bulletin for the History of Medicine*, 8 (1940) p. 419-445.
- 105 KOPP, Herman, *Geschichte der Chemie*, F. Vieweg, Braunschweig, 1843-47, 4 vol. Kopp a ensuite publié trois autres ouvrages dans les années 1870 qui eurent une influence considérable sur le développement de l'histoire de la chimie ; LADENBURG, Albert *Vorträge über die EntwicklungsGeschichte der Chemie in der letzten hundert Jahren*, F. Vieweg, Braunschweig, 1869; trad. fr. *Histoire du développement de la chimie depuis Lavoisier jusqu'à nos jours*, Hermann, Paris, 1911. Voir aussi LAUDAN, Rachel, « Histories of the Sciences and their Uses: A Review to 1913.» *History of Science*, 31 (1993), p. 1-34 et ROCKE, Alan, « Between Two Stools: Kopp, Kolbe, and the History of Chemistry.» *Bulletin for the History of Chemistry*, 7 (1990) p. 19-24 .
- 106 WURTZ, Adolphe, *La théorie atomique*, Librairie Germer Baillière, Paris, 2^e édition, 1879
- 107 WURTZ, Adolphe, « Discours préliminaire : Histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier » in WURTZ (dir.) *Dictionnaire de chimie pure et appliquée*, 3 vol., Hachette, Paris, 1868-78, T. I (1868), p. i-xciv, cit. p. i.
- 108 Sur cette querelle voir BENSAUDE-VINCENT, B. *Lavoisier. Mémoires d'une révolution*, Hachette Littératures, Paris, 1993, p. 393-418 ; et Rocke, A.J., « History and Science, History of Science : Adolphe Wurtz and the renovation of the academic professions in France » *Ambix*, 14 (1994), p. 20-32.
- ¹⁰⁹ KUHN, Thomas, *La structure des révolutions scientifiques* (1962) tr. Fr. Flammarion, 1972, p. 166
- 110 BRUSH, Stephen « Should the History of Science be Rated X », *Science*, 183 (1974) 1164-1172 ; *Id.* « History of Science and Science Education », *Interchange*, 20 (2) (1989), p. 60-70.