

# Quelques bonnes raisons d'intégrer l'histoire de la chimie dans l'enseignement

Éric Jacques et Xavier Bataille

**Résumé** Cet article propose d'apporter quelques arguments à l'appui de la thèse défendant l'utilisation de l'histoire et de la philosophie de la chimie dans l'enseignement. L'histoire de la chimie permet en effet non seulement de contextualiser et de devenir un outil d'enseignement, mais aussi d'illustrer la démarche scientifique, la réussite par l'erreur, la richesse historique des concepts, l'incarnation de ses idées par ses acteurs. Elle permet de rappeler qu'elle est une aventure humaine impliquant des devoirs et des responsabilités. Elle est source de vocations, d'innovations et d'interrogations si riches et multiples qu'elle interroge autant les apprenants que les enseignants.

**Mots-clés** Enseignement, chimie, histoire, philosophie, innovation, formation.

**Abstract** **Some good reasons for teaching history of chemistry**

This article shows how history and philosophy of chemistry could be taught. In fact, history of chemistry allows students to be connected with the background of the history, the process of investigation, the error approach, to know that chemistry contains a lot of concepts and ideas due to scientific actors, and also to remember that these human adventures involve duties and responsibilities for the chemists. Source of vocation and innovation, history of chemistry is also at the origin of many questions both for students and teachers.

**Keywords** Teaching, chemistry, history, philosophy, innovation, professional training.

L'histoire de la chimie n'est pas seulement un vernis que l'on dépose sur un cours. Bien utilisée et exploitée sous différentes formes, elle peut venir en aide et servir tant le professeur que l'étudiant dans les différentes phases de l'enseignement et de l'apprentissage. Ainsi, face aux difficultés, l'histoire des sciences et l'épistémologie représentent une source dans laquelle il sera possible de puiser afin de les surmonter.

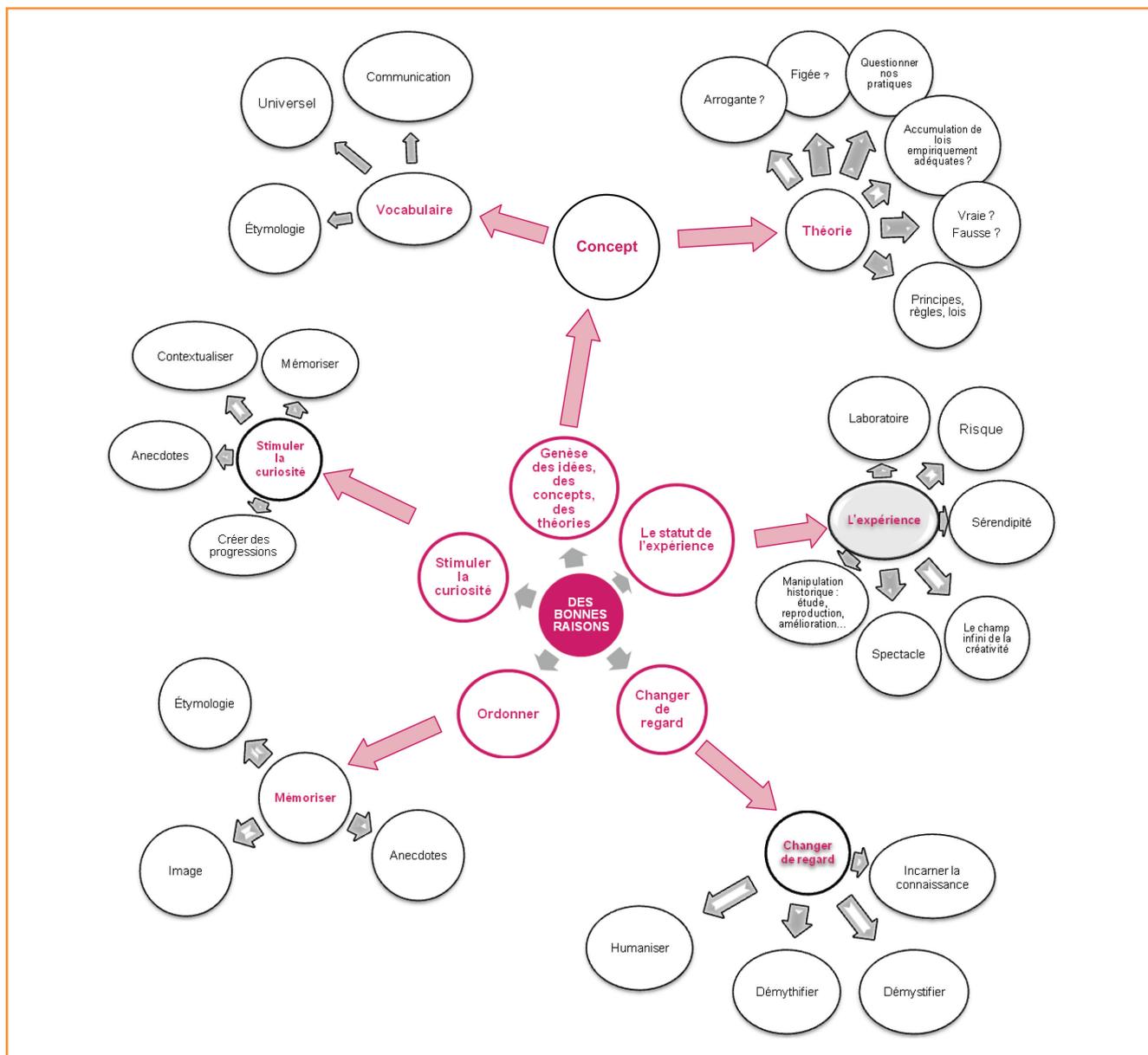
Nous avons essayé de lister quelques bonnes raisons d'intégrer de l'histoire des sciences et de l'épistémologie dans un cours de chimie. Elles peuvent permettre de :

- stimuler la curiosité, voire susciter des vocations ;
- incarner une science trop souvent présentée comme un corpus monolithique et achevé ;
- introduire des idées et des concepts ;
- organiser ses connaissances ;
- remédier à des difficultés d'appropriation des connaissances en chimie ;
- retracer la genèse d'un concept, d'un modèle, d'une théorie ;
- contextualiser le savoir et faciliter son apprentissage ;
- utiliser l'histoire comme support de progressions pédagogiques ;
- s'imprégner de la méthodologie des historiens et se méfier des apocryphes, comme des hagiographies ;
- se poser la question de l'histoire de la science (écrite par les vainqueurs ?) présentée comme objective mais peut-être construite *a posteriori* ;
- exploiter les expériences historiques (les étudier, les reproduire, les améliorer) ;

- se rappeler que l'on utilise des modèles qui se doivent d'être validés et qui présentent des limites ;
- changer le regard sur la science (et la chimie en particulier) et ceux et celles qui la font ;
- rappeler que le scientifique a un devoir éthique et moral ;
- questionner les modes de pensées dictés par les habitudes ;
- questionner nos pratiques éducatives ;
- questionner notre rapport au savoir ;
- questionner la démarche scientifique ;
- démy(s)t(h)ifier la science ;
- relativiser son propre savoir et la notion d'expert scientifique ;
- utiliser, réinvestir le savoir-faire des philosophes pour avoir un regard critique sur la chimie, comme science et comme technologie ;
- interroger les contours de la chimie en tant que discipline scientifique, quelles en sont les méthodes propres, les spécificités et les objets ;
- développer le sens de l'innovation, de la créativité ;
- et peut-être encore bien d'autres...

## Détaillons un peu...

**Stimuler la curiosité** est l'une des premières actions que l'on peut réussir grâce à l'histoire des sciences. En effet, celle-ci regorge d'anecdotes, incidents, accidents, rebondissements, petites et grandes histoires qui vont pouvoir capter l'attention du public. Le choix doit cependant être réfléchi et correspondre à un but précis. Il est par exemple inutile de dire que Lavoisier est mort guillotiné en mai 1794 parce qu'il était



L'ensemble des bonnes raisons a été positionné sur cette carte heuristique.

collecteur d'impôts. Par contre, montrer que c'est parce qu'il était fermier général et donc comptable, qu'il put avoir l'idée de transposer les bilans financiers aux bilans en masse d'espèces chimiques donne une entrée en matière intéressante. Évoquer les aventures de Berthollet en Égypte [1], présenter la découverte des composés isomères par Berzelius, Wöhler et Liebig comme un mystère, suivre Pasteur dans son enquête sur les acides tartrique et paratartrique..., il est possible de faire autre chose au début d'un cours qu'une introduction conceptuelle ou un rappel de notions afin de pouvoir entrer dans le vif du sujet. L'accroche interpelle le public, mais attention à ce que les étudiants ne mémorisent pas que l'anecdote.

**Incarner une science trop souvent présentée comme un corpus monolithique et achevé.** La science est le fruit de la créativité humaine. En raconter l'histoire revient à l'incarner, à montrer que derrière les expériences, les concepts, les lois et les équations, se cachent des hommes, des opposants et des partisans, des heurts, des encensements et

des disgrâces, un décor, une époque, un contexte qui vont permettre de pouvoir introduire et cerner les modèles que l'on utilise en chimie.

**Introduire des idées et des concepts** permet de montrer que la science s'appuie sur des théories de nature variable, bien utiles pour modéliser notamment ce qui est le propre de la chimie, l'invisible atome. Pour le décrire, il est ainsi possible d'évoquer Démocrite pour qui « *Les atomes sont illimités en grandeur et en nombre [...]. Le feu, l'air, la terre, l'eau, ce sont des ensembles d'atomes incorruptibles et fixes en raison de leur fermeté* » [2]. On montre alors que la représentation d'un concept dépend de l'époque à laquelle est attaché son concepteur. On peut également s'imprégner de modèles plus récents comme celui de Thomson [3] ou de Lewis dont la forme cubique sera une vraie surprise même s'il décrit de manière assez précise la composition de l'atome : « *L'atome est composé d'un cœur et d'un extérieur ou couche qui contient des électrons négatifs en nombre égal à l'excès de charges positives contenues dans le noyau* » [4]. Cette

répartition des électrons dans les couches, sphérique cette fois, sera de son côté décrite dans le modèle de Kossel [5]. Il existe donc, en puisant dans l'histoire, différents modèles adaptables à différents niveaux d'apprentissage. Utiliser l'histoire des sciences, c'est aussi introduire une progressivité dans notre présentation des connaissances. Si certaines théories contemporaines paraissent compliquées, c'est parce qu'elles se sont complexifiées au cours du temps, à partir d'un point de départ simple. Montrer cette construction permet de mieux accepter la complexité du concept.

**Organiser ses connaissances.** Avoir une vision de l'évolution historique d'une technique, d'un concept ou d'une théorie permet de mieux la comprendre, donc de mieux la retenir, par augmentation du nombre de points d'ancrages mémoriels. Face aux néologismes, aux origines complexes des termes de chimie, aux étymologies difficiles à cerner, à la polysémie de certains mots, il y a de quoi comprendre les difficultés et les obstacles rencontrés par les étudiants dans leur apprentissage.

L'histoire des sciences permet donc de **remédier à des difficultés d'appropriation**.

**Retracer la genèse**, c'est comprendre l'idée, le concept ou la technique au-delà de sa simple fonctionnalité. Cela permet également une meilleure mémorisation en associant l'idée à un personnage, à une définition, à une histoire. Prenons le cas de l'électronégativité. D'où vient ce terme ? Pourquoi n'utilise-t-on plus le terme d'électropositivité ? La réponse en revient justement à son concepteur, Berzelius : « *J'appelle substances électropositives, celles qui, dans les décompositions opérées par la pile électrique se rangent autour du pôle positif et électronégatives celles qui se rassemblent autour du pôle négatif* » [6]. Au cours du temps, la signification des termes a donc changé et le concept d'électronégativité a évolué jusqu'à faire disparaître l'électropositivité. Comment le comprendre sans l'histoire des sciences ?

**Contextualiser le savoir pour faciliter son apprentissage** découle alors de ce qui vient d'être dit. L'enseignant pense parfois enseigner des évidences qui, sans formation didactique, posent invariablement problème. La contextualisation est un bon moyen de montrer comment les savants et les scientifiques ont fait pour construire et faire avancer la science en franchissant ces obstacles initiaux que sont les mots et les idées qu'on leur associe. On peut aussi montrer que par le passé, même de grands chimistes se mirent en danger au laboratoire, ce qui permet de faire reposer le discours sur la sécurité sur des cas concrets. On peut citer Gay-Lussac, Davy, Berzelius, blessés plusieurs fois, ou encore Dulong, victime d'une explosion de chlorure d'azote ( $\text{NCl}_3$ ) qui lui fit perdre un œil et plusieurs doigts [7].

**Utiliser l'histoire comme support de progressions pédagogiques.** Parmi les nombreuses techniques utilisées pour enseigner la chimie organique [8], l'approche historique fonctionne particulièrement bien.

**Se rappeler que l'on utilise des modèles qui se doivent d'être validés et qui présentent des limites.** Nombreux sont les exemples où, au cours du temps, les modèles ont été complétés, modifiés, améliorés..., mais est-ce pour autant que ceux utilisés aujourd'hui sont nécessairement les bons ? Non, ce sont ceux que l'on accepte.

**Changer le regard sur la chimie et ceux qui la font** en enseignant les sciences comme une aventure faite d'investigations, d'essais et d'erreurs : l'histoire des sciences montre que la chimie n'est en rien figée mais incarnée par ses acteurs dont les caractères, les influences, les engagements eurent un rôle dans son évolution. Rappelons que tous les (grands) chimistes ne le devinrent que par l'apprentissage, le travail, l'obstination et la passion : Dalton était météorologue, Joule brasseur, Priestley prédicateur, Lavoisier avocat, Vauquelin pharmacien, Berthollet médecin...

**Questionner les modes de pensée dictés par les habitudes.** Si l'histoire des sciences doit permettre au professeur de transmettre des savoirs et d'interroger ses étudiants, elle permet également de l'interroger lui-même sur ses pratiques, ses démarches et la finalité de son enseignement. Un enseignant en science enseigne-t-il les sciences ou la démarche scientifique ? L'étude de l'histoire de sa discipline couplée à la philosophie ne l'incite-t-elle pas dans certains cas à remettre en question ce qu'il croit savoir avec certitude ?

**Ce qui précède amène nécessairement à questionner nos pratiques éducatives et notre rapport au savoir.** Sait-on encore que le nombre d'Avogadro n'a pas été déterminé par Avogadro comme on le lit de plus en plus dans des manuels et sur Internet, mais la première fois par Loschmidt en 1865 ? Ou encore que la loi de Klechkowski a été établie par Erwin Madelung ? On pense parfois que les lois et les concepts tels qu'on les utilise maintenant sont à l'identique de leur forme originelle, comme la loi d'action de masse. À lire la publication de ses deux auteurs, Guldberg et Waage, on se rendrait compte qu'elle a bien changé [9] : « *Si dans un procédé chimique A et B sont changés en A' et B' et inversement [...], alors un équilibre s'établit en raison des forces agissant entre A et B et égal aux forces agissant entre A' et B'. Si les masses actives de A' et B' sont exprimées par p' et q' et leur affinité par k', la force chimique qui agit entre A' et B' s'exprime par l'expression k'.p'.q'. Cette expression représente les masses de A' et B' qui sont changées en A et B. La condition d'équilibre s'écrit alors k.p.q = k'.p'.q'.* » Quel est vraiment le lien avec ce qui est enseigné aujourd'hui ?

**Questionner la démarche scientifique.** Pratiquer l'histoire des sciences peut-il induire chez l'enseignant un éveil au sens critique qu'il partagera avec ses élèves ? Faut-il s'accorder à dire que la théorie du phlogistique est fausse et que la théorie de l'oxydation de Lavoisier est vraie ? Aujourd'hui encore, peut-être contre toute attente, les avis divergent [10].

**Démystifier et démythifier la science.** Grâce à l'histoire, il est possible de montrer que la réussite naît notamment de l'erreur, que le consensus vient de la controverse et que le génie cache généralement des esprits brillants d'hommes passionnés... et faillibles [11].

**Relativiser son propre savoir et la notion d'expert,** comme nous venons de le voir, s'impose afin de cerner les limites de notre savoir, celles de notre discipline et surtout celles que l'on (s')impose parfois à tort.

**Utiliser, réinvestir le savoir-faire des philosophes pour avoir un regard critique sur la chimie, comme science et comme technologie. Interroger les contours de la chimie.** La science peut-elle mentir [12] ? En ayant une approche critique de ce que l'on enseigne, on déclenche un mécanisme

d'interrogation sur le statut de cette science, de sa fondation et de ses modèles, de ses techniques et technologies.

### Développer le sens de l'innovation, de la créativité.

De plus en plus, l'enseignement des sciences calque sa pratique sur la démarche scientifique : l'expérimentation, la modélisation, le doute, l'apprentissage par essai-erreur, des usages auxquels les enseignants n'ont pas toujours été formés. Certains restent persuadés qu'il faut commencer par apprendre les règles, les lois et les formules avant de les utiliser, le tout illustré artificiellement par l'expérience adaptée qui sert à vérifier ce que l'on veut montrer ; d'autres ont leurs choix dictés par l'évaluation facile d'exercices démonstratifs et mathématisés tellement éloignés des problématiques réelles des chimistes contemporains. Est-ce là la démarche scientifique ? S'opposer au modèle, le tester pour en vérifier la validité est un processus fondamental de la démarche scientifique. Face à la science, il faut être à la fois respectueux et irrévérencieux car c'est ainsi qu'elle peut progresser. Casser les codes pour mieux la reconstruire, telle est la plus belle réussite des grands savants.

### Notes et références

- [1] L'anecdote sert à comprendre, elle peut aussi servir à situer le contexte d'une découverte. C'est non loin du Caire, et non à Paris, que Berthollet, qui accompagna Bonaparte en Égypte entre 1798 et 1799, fit la découverte du caractère renversable de l'action chimique et donc des équilibres en chimie. Berthollet C.-L., Observations sur les lacs de Natron, *Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, **1800**, 51, p. 5.
- [2] Voilquin J., *Les Penseurs Grecs avant Socrate*, GF-Flammarion, **1964**, p. 193.
- [3] Thomson J.J., On the structure of the atom, *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, **1904**, VI, p. 238.

- [4] Lewis G.-N., The atom and the molecule, *J. Am. Chem. Soc.*, **1916**, 38, p. 762.
- [5] Kossel W., Molecule formation as a question of atomic structure, *Ann. Phys. (Berlin)*, **1916**, 49, p. 229.
- [6] Berzelius J.J., Essai sur la nomenclature chimique, *Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, **1811**, 51, p. 257.
- [7] Viel C., Des accidents dans les laboratoires de chimie au XIX<sup>e</sup> siècle, *Revue d'histoire de la pharmacie*, **2005**, 93(346), p. 175.
- [8] Bataille X., L'enseignement de la chimie organique, pour qui ? pour( )quoi ?, comment ? *Revue de Chimie Paris*, **2016**, 353, p. 12 et 354, p. 6.
- [9] Guldberg C.-M., Waage P., *Source Book in Chemistry 1400-1900*, Leicester, **1952**, p. 468-469.
- [10] Chang H., *Is water H<sub>2</sub>O? Evidence, Realism and Pluralism*, Springer Netherlands, **2012**.
- [11] On doit à Lavoisier un bel exemple d'« erreur » scientifique commise par un grand chimiste : « Nous avons donné à la base de la portion respirable de l'air le nom d'oxygène, en le dérivant de deux mots grecs ὀξύς, acide, γεινομαι, j'engendre, parce qu'en effet une des propriétés les plus générales de cette base est de former des acides en se combinant avec la plupart des substances. » Lavoisier A.-L., *Traité élémentaire de chimie*, **1789**, p. 55.
- [12] Cartright N., *How the Law of Physics Lie*, OUP Oxford, **1983**.



X. Bataille

#### Xavier Bataille\*

est professeur de chimie en BTS au lycée Pierre-Gilles de Gennes-ENCPB, Paris.

#### Éric Jacques

est professeur agrégé de sciences physiques, enseignant et formateur en chimie, lycée Louis-Vincent de Metz, Maison pour la Science et Université de Lorraine.



E. Jacques

\* Contact : xavierbataille@free.fr



## Interfaces Solide-Liquide :

La problématique des aspects moléculaires pour les applications industrielles [SLIMAIA]

Rueil-Malmaison (près de Paris) ■ du 27 au 29 mars 2018



[www.rs-slimaia.com](http://www.rs-slimaia.com)

[slimaia@ifpen.fr](mailto:slimaia@ifpen.fr)

Pour **PARTAGER, ÉCHANGER, DÉBATTRE** autour des progrès réalisés dans le domaine des interfaces solide-liquide (SLI) au carrefour de la chimie, de la chimie analytique, de la chimie physique, de la catalyse et de la géochimie, avec les acteurs du monde universitaire, de la recherche appliquée et de l'industrie.

Dans le cadre du projet  
Slimcat ANR-14-CE08-0019



En partenariat avec



@IFPENInnovation  
#slimaia2018