

une bouteille du mélange obtenu – une solution de chaux vive et d'orpiment – et de la boucher quand « l'effervescence commença presque à l'instant très violemment », raconte-t-il dans ses *Confessions*. Il courut à la bouteille pour la déboucher, mais arriva trop tard. La bouteille lui « sauta à la figure comme une bombe ». Rousseau avala tant de chaux et d'orpiment qu'il faillit en mourir. Il resta aveugle pendant plus de six semaines.

Mais la science qui attirait le plus les badauds de Paris au XVIII^e siècle s'écarterait du courant académique. Il s'agissait de science alternative, parfois même de ce qu'on appellerait aujourd'hui la pseudoscience. Franz Mesmer envoûtait les Parisiens avec ses expériences sur le magnétisme animal ; Jean Nollet électrisait les spectateurs dans des présentations où une charge se propageait à travers une rangée de personnes ; et les frères Montgolfier avaient déclenché

un engouement pour les ballons en tous genres. La science enivrait.

Devenue une part de la culture populaire, la science fournit à la fois du divertissement et une éducation générale. Des magiciens scientifiques menaient la danse, à commencer par Henri Decremps, professeur et présentateur d'amusements physiques, et l'Italien Giuseppe Pinetti, surnommé le Professeur de magie naturelle. Tous deux firent des tournées à Paris et à Londres, présentant des « amusements physiques et différentes expériences divertissantes ». Mais Pinetti n'était qu'un magicien de scène. Decremps mit un point d'honneur à démasquer les charlatans ; il expliqua les expériences de Pinetti comme de simples astuces. Ces révélations ruinèrent la carrière du magicien à Paris.

L'encre sympathique faisait partie des secrets que Decremps révéla. Dès lors, tout un chacun put, chez lui, choisir parmi cinq

sortes d'encres sympathiques développées par un liquide, de l'air, de la poudre ou du feu, et créer des paysages changeants ou divers jeux de bonne aventure impliquant une question écrite à l'encre classique et une réponse à l'encre sympathique. Les magiciens, cependant, détournèrent ces procédés de façon à donner l'impression d'avoir des pouvoirs extraordinaires. Par exemple, dans un tour appelé le livre du destin, un compartiment secret conçu dans la couverture d'un livre permettait d'y cacher un papier imbibé d'« encre vivifiante », fabriquée à partir de chaux vive et d'orpiment. Le magicien préparait sur plusieurs papiers une question à l'encre classique et une réponse en encre sympathique faite avec de l'oxyde de plomb rouge ou du bismuth. Lors du spectacle, il demandait à une personne de choisir un papier, le glissait dans le livre, le maintenait fermé pendant deux-trois

La chimie des encres invisibles

Les encres invisibles apparaissent et disparaissent grâce à divers mécanismes chimiques dont voici quelques-uns des plus courants, explicités à l'aide de la chimie moderne. Commençons par le chlorure de cobalt, une des formes de l'encre sympathique de Hellot utilisée pour peindre des paysages changeants sur des pare-feu.

Les couleurs changeantes de ces pare-feu étaient peintes avec une solution diluée de chlorure de cobalt. En solution aqueuse, les molécules d'eau remplacent les ions chlorure et forment un complexe avec le cobalt, créant un ion octaédrique rose pâle, l'ion hexaaquacobalt(II). La couleur rose du chlorure de cobalt ne se voit pas à l'œil nu lorsque la solution a séché sur du papier. Toutefois, quand le complexe est chauffé au-dessus de la température ambiante, les molécules d'eau migrent, ce qui permet aux ions chlorure d'interagir plus fortement avec le cobalt. La structure prend alors une forme anhydre, d'une intense couleur bleue. Quand la substance est utilisée sur un pare-feu, la chaleur révèle le paysage peint. La réaction est réversible : quand le complexe

revient à la température ambiante, l'humidité de l'air réhydrate lentement le cobalt, ce qui le reconvertit dans sa forme hydratée, rose pâle.

Comme nombre de jus de fruits, le jus de citron, utilisé sur du papier, constitue une encre invisible classique que la chaleur révèle en un brun visible. La chimie du procédé, qui revient à une dégradation thermique accélérée de la cellulose constituant le papier, est étonnamment complexe. Les acides du jus de citron aident à démarrer des réactions qui enlèvent les molécules d'eau et créent des radicaux libres – des molécules chargées très réactives. Ces réactions carbonisent le papier, produisant un mélange complexe de matériaux bruns. Le sulfate de cuivre, une autre encre révélée par la

chaleur, brûle le papier en catalysant des réactions de dégradation similaires.

Avant l'introduction des colorants synthétiques, des tanins extraits d'excroissances (des galls) de certains chênes, étaient combinés avec des sels de fer pour fabriquer de l'encre noire. Le jus de la galle de chêne a aussi été utilisé comme encre invisible révélée à l'aide de sels de fer. Le principal composant



DU JUS DE CITRON a été utilisé pour écrire les informations sur cette invitation à un événement du festival artistique Burning Man, dans le Nevada. Le destinataire a dû la chauffer pour la déchiffrer.

de l'extrait, l'acide tannique, est une molécule complexe, consistant en un sucre lié à cinq unités d'une substance nommée acide digallique.

Au sein de la molécule d'acide tannique, un atome de fer peut former un complexe en de multiples endroits. Quand les tanins sont combinés avec des sels de fer, les complexes ainsi formés modifient les niveaux d'énergie électronique de l'acide tannique, brun pâle, intensifiant ses propriétés d'absorption de la lumière et formant ainsi une molécule très colorée. Comme un atome de fer peut se lier à six autres atomes, chaque atome de fer peut former un complexe avec plus d'une molécule d'acide tannique. De plus, chaque molécule d'acide tannique peut aussi accepter plus d'un atome de fer. Ainsi, on obtient un mélange complexe de colorants constitués de polymères de structure assez simple, mais de poids moléculaire élevé, lequel produit une intense couleur noire pouvant servir d'encre grand teint.

– Jason Lye
Lyco Works Inc., Atlanta

Kyle Chaplin

minutes, puis le ressortait : la réponse à l'encre sympathique était apparue grâce à la propagation du révélateur et de ses vapeurs à travers les pages du livre.

À la fin du XVIII^e siècle, on vit un regain d'intérêt pour la magie naturelle ; l'encre invisible, avec ses substances naturelles, était dans le ton. Certains praticiens étaient des illusionnistes et des magiciens de scène qui manipulaient la réalité à l'aide de tours de passe-passe. D'autres étaient des scientifiques que la mode des tours de magie servant d'emballage pour l'éducation scientifique enchantait, et nombre d'entre eux écrivaient des livres dans ce sens.

Ces nouveaux livres de magie naturelle contenaient moins de physique expérimentale et plus d'effets physiques spectaculaires, dont l'encre sympathique. Citons par exemple *Die natürliche Magie: aus allerhand belustigenden und nützlichen Kunststücken bestehend* («La magie naturelle, consistant en toutes sortes d'amusements et de tours utiles», 1779), une série monumentale de Johann Wiegand, un des apothicaires-chimistes les plus informés et respectés de l'Allemagne des Lumières.

À l'assaut des cabinets de chimie

L'explosion d'intérêt pour la magie naturelle coïncida avec l'invention des cabinets de chimie, des caisses pleines de fournitures pour les expérimentateurs amateurs. En 1791, le chimiste et pharmacien allemand Johann Götting construisit l'un des premiers cabinets portables de chimie. Les tubes à essai n'étaient pas inclus dans le kit ; Götting utilisait un verre à vin pour mélanger les produits. La tradition de magie naturelle et ces cabinets portables de chimie conduisirent au design et au marketing des coffrets de chimie modernes.

Des ouvrages tels que *Conversations in Chemistry* (1805), de l'auteure britannique Jane Marcet, écrit comme une discussion et prenant ses exemples dans la vie quotidienne, ou *Chemical recreations* de John Griffin, publiées au milieu du XIX^e siècle, contribuèrent à la popularité de la chimie. Le chimiste britannique y consignait des descriptions de l'encre sympathique de Hellot et quelques histoires associées. Sa compagnie, J. J. Griffin and Sons, se mit à fabriquer et à vendre onze sortes de cabinets de chimie, dominant le marché pour quelque cinquante ans, jusqu'au déclenchement de la Première Guerre mondiale.

Cette popularité de la chimie coïncida avec un engouement, au milieu du XIX^e siècle, pour les spectacles de magie dans les salons privés. Les chimistes encourageaient les prestidigitateurs à intégrer à leurs tours des expériences de chimie, souvent impliquant un composant devenant invisible. Les cabinets de chimie fournissaient la matière première de ces activités. Des manuels enseignaient aussi aux magiciens amateurs des illusions optiques, mécaniques ou magnétiques.

Au début du XX^e siècle, nombre de magiciens étaient devenus des prestidigitateurs scientifiques. Le «professeur» Ellis Stanyon offrait des cours de «Feu et magie chimique» à son «École de magie» de Londres. Ces cours mettaient l'accent sur la magie scientifique et ne faisaient pas appel à la sorcellerie. Le monde est maintenant bâti sur des «principes physiques», non sur des «arts noirs», écrivait le magicien américain Harry Blackstone en 1959 dans une réédition du manuel *Chemical Magic* (1930), du chimiste et magicien amateur John Lipsey. «La magie reste avec nous – pas la magie noire, mais la magie qui amuse [...], la magie qui, sous son meilleur jour, fascine.» Et dans cette métamorphose, l'encre invisible a joué un rôle particulier. S'éloignant de ses liens précoces avec l'alchimie, elle s'est transformée au fil des siècles en un outil de choix pour démontrer le pouvoir de la chimie et présenter sa valeur divertissante à un vaste public.

Après les deux guerres mondiales, l'encre invisible acquit une autre identité tout aussi populaire : elle devint synonyme d'intrigue internationale et d'espionnage. Durant la seconde moitié du XX^e siècle, les livres et jeux pour enfants se mirent à évoquer des agents secrets usant d'encre invisible et de stylos ultraviolets, et le citron devint le complice des petits espions en herbe. Ainsi l'encre invisible a-t-elle traversé l'histoire et les modes. Elle est certes devenue un jeu d'enfant. Mais pour nombre de jeunes curieux, elle constitue une passerelle pour découvrir la magie de la chimie et ouvrir leur imagination scientifique – voire celle de leurs parents. L'histoire des messages invisibles n'est d'ailleurs pas terminée. En 2011, Manuel Palacios et David Walt, de l'université Tufts, George Whitesides, de l'université Harvard, et leurs collègues ont développé une matrice constituée de colonies de microorganismes qui délivrent des messages sur demande en changeant de couleur...



LES CABINETS DE CHIMIE destinés aux chimistes amateurs ont fleuri à la fin du XVIII^e siècle et au XIX^e. Certains avaient la taille d'un bureau. D'autres étaient plus petits, tel le modèle pour étudiant ci-dessus, conçu par le Britannique William Statham au XIX^e siècle.

BIBLIOGRAPHIE

K. Macrakis, *Prisoners, Lovers, and Spies: The Story of Invisible Ink from Herodotus to al-Qaeda*, Yale University Press, 2014

S. Al-Gailani, *Magic, science, and masculinity: marketing toy chemistry sets*, *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 40, pp. 372-381, 2009.

J. Hellot, *Sur une nouvelle encre sympathique*, *Histoire de l'Académie royale des sciences*, pp. 101-120 et pp. 228-247, 1737, en ligne sur gallica.bnf.fr.

À VOIR

Le secret de l'État. Surveiller, protéger, informer. XVI^e-XX^e siècle, exposition des Archives nationales, à l'Hôtel de Soubise, à Paris, jusqu'au 28 février 2016.



Un volet est consacré à l'histoire des techniques et des langages du secret. <http://bit.ly/1VaZnCP>.