

■ BIBLIOGRAPHIE

E. Gomez *et al.*, Thermal plasma technology for the treatment of wastes : A critical review, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 161(2-3), pp. 614-626, 2009.

Avis de l'ADEME sur le traitement des déchets par torche à plasma (2012) : <http://www2.ademe.fr/>, rubrique *Déchets*, puis *Avis et fiches techniques*

en 2005, son four de vitrification est chauffé par trois torches à plasma, deux d'une puissance de deux mégawatts qui maintiennent le bain de déchets en fusion, une de plus faible puissance (500 kilowatts) afin de maintenir le verre suffisamment fluide et homogène avant son évacuation du four. Avec son prototype SHIVA, le CEA (Commissariat à l'énergie atomique) développe aussi, sur le principe des torches à plasma, un nouveau procédé d'incinération et vitrification pour les déchets radioactifs.

Si l'avenir des techniques de traitement par torches à plasma semble assuré pour les déchets amiantés et radioactifs, pour lesquels il n'y a guère d'alternatives, la question se pose pour des déchets plus ordinaires. Soumis aux hautes températures des torches à plasma, les déchets libèrent

(outre des résidus en fusion) des gaz qui, une fois filtrés, peuvent servir de combustibles dans une turbine à gaz et fournir de l'énergie avec un très bon rendement. Ces gaz doivent être filtrés en raison des composés dangereux qu'ils renferment, tel le chlore, mais ils ne contiennent plus les molécules organiques telles que les très toxiques dioxines engendrées par les incinérateurs usuels, car elles sont décomposées par la chaleur extrême du plasma.

Cependant, selon l'ADEME (Agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie), ces promesses d'avantages environnementaux et énergétiques méritent de plus amples confirmations, malgré le développement de plusieurs prototypes dans divers pays. La prudence est donc de rigueur et le problème de la gestion des déchets produits par l'humanité reste entier. ■



la planète
envisitée
Un Renouveau des Grandes Expéditions Naturalistes

**200
SCIENTIFIQUES
EN PAPOUASIE-
NOUVELLE-GUINÉE**

Vivez l'expédition naturaliste
sur **laplaneterevisitee.org**

Avec un volet dédié au monde scolaire





MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



POUR LA
SCIENCE



familiscope.fr



FÊTE ^{DE} LA SCIENCE

du **10** au **14** octobre 2012
plus de **3000** animations scientifiques
dans toute la **France**



Accès site mobile

www.fetedelascience.fr
www.facebook.com/fetedelascience

CARRÉment instructif
CARRÉment mystérieux
CARRÉment interactif
CARRÉment curieux

Sciences

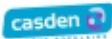
PLACE CARRÉE
DU FORUM
DES HALLES
PARIS 1ER

du 10 au 13
octobre 2012

au CARRÉ



AVEC LE SOUTIEN DE :



SCIENCE & GASTRONOMIE

Conserver les vins au frais

Des chauffages même brefs provoquent des modifications irréversibles.

Hervé THIS

La couleur du vin rouge change au cours de son vieillissement, mais aussi selon la température de stockage. On dit que des températures de cave comprises entre 10 et 16 °C sont préférables, et l'on ajoute même que l'essentiel est la constance de la température, au cours de l'année. Qu'en penser ?

Rien ne vaut l'expérience. Partons d'une rose un peu pâle, dont nous broyons les pétales avec de l'eau, au mépris de tout romantisme. Puis filtrons le broyat dans un simple filtre à café : la solution recueillie est rose pâle. Acidifions à l'aide d'une goutte de vinaigre cristallin, incolore : la couleur change vers le rouge. Ajoutons un peu de ce bicarbonate de sodium que nous ne manquons pas de trouver sur nos étagères de cuisine, et c'est une autre teinte qui apparaît, plus bleutée. Ajouterions-nous des ions métalliques que, à nouveau, de nouvelles couleurs apparaîtraient.

Pourquoi ces changements ? Parce que les pétales de rose, comme les baies de raisin, doivent leur couleur à des composés phénoliques, les anthocyanines, et que ces composés peuvent soit former des ions en milieu acide, soit former des complexes en présence d'ions métalliques. La propriété a été utilisée par les premiers chimistes modernes pour explorer le monde des acides et des bases : on s'intéressait alors au changement de couleur du « sirop de violette ».

Ces changements « classiques » ne sont toutefois pas le fin mot de l'affaire. Tout d'abord, les pigments phénoliques peuvent « polymériser », formant des molécules de plus en plus grosses. En outre, dans les années 1990, Raymond Brouillard et ses collègues de l'Université de Strasbourg ont

montré l'importance du phénomène de copigmentation, des molécules des composés phénoliques s'empilant (copigmentation intermoléculaire) ou se repliant sur elles-mêmes (copigmentation intramoléculaire), ce qui change la couleur des molécules.

Cela étant, à quelle température faut-il conserver les vins pour garder leur robe ? Parmi les chimistes intéressés par la stabilité des anthocyanines, peu avaient pris en compte la dissociation des associations supramoléculaires responsables de la copigmentation. Pourtant, de telles associations, de faible énergie, sont dissociables par une élévation de température. Laquelle ?

La question est théoriquement complexe : non seulement les composés phénoliques sont variés, mais, de surcroît, nombre de phénomènes s'ajoutent. On sait notamment que des composés phénoliques incolores protègent les anthocyanines contre les hydrolyses, renforçant les empilements et la couleur.

À l'Université de Pecs (Hongrie), Sandor Kunsagi-Maté et ses collègues ont étudié deux vins rouges, le Teleki Villanyi Portugieser et le Bikatory, dont la composition a été caractérisée, tandis que la couleur, principalement due au 3-glucoside de malvidine, était explorée par spectroscopie dans le visible et l'ultraviolet. Les vins, initialement stockés à 10 °C, ont été chauffés pendant des durées variant entre cinq minutes et une heure, à des températures comprises entre 20 et 40 °C, leur couleur étant enregistrée toutes les minutes.

Quarante degrés ? Cela peut sembler peu : environ la température ambiante dans certaines villes, au cours de l'été. Pourtant, pour l'un des deux vins, un chauffage de seulement cinq minutes à 30 °C suffit à modifier

la couleur, sans doute parce que ce vin, moins oxydé, contenait plus de molécules phénoliques ne s'étant pas associées en oligomères. La détermination des énergies des diverses réactions mises en jeu montre la présence de réactions très lentes à température ambiante, mais qui sont activées par le chauffage. L'oxydation du 3-glucoside de malvidine semble essentielle et la présence de composés phénoliques incolores protecteurs apparaît déterminante. Les empilements de composés phénoliques sont lentement remplacés par des polymères. En tout cas, les variations de couleur dues aux changements d'acidité semblent à exclure, alors que le degré d'alcool et le contenu en sels minéraux déterminent la stabilisation des complexes copigmentaires.

Quelle que soit l'interprétation moléculaire (difficile et discutée) des changements, les amateurs trouvent avec ces études des recommandations essentielles : ne sortons pas trop tôt nos bouteilles de la cave avant de les boire, sous peine de les transformer irréversiblement ; stockons à des températures aussi basses que possible, afin de conserver durablement la couleur... et le goût des composés phénoliques auquel nous, heureux mortels, sommes sensibles. ■



Hervé THIS est chimiste dans le Groupe INRA de gastronomie moléculaire, professeur à AgroParisTech et directeur scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire (Académie des sciences).



Retrouvez les articles de Hervé THIS sur www.pourlascience.fr

→ MATHÉMATIQUES

Théorème vivant

Cédric Villani

Grasset, 2012

[288 pages, 19 euros].

Vous souvenez-vous du *Jeu des perles de verre*, le livre de Hermann Hesse qui lui valut, dit-on, le prix Nobel ? Les règles de ce jeu mathématique et musical ne sont pas connues, mais Hesse raconte comment la connaissance du jeu-règle d'apprentissage permet au héros de progresser dans la connaissance. Le livre de Cédric Villani lui ressemble en un point : s'il est encore possible de comprendre l'objet de sa quête, l'amortissement des ondes dans un plasma prévu par le physicien soviétique Lev Landau en 1946, le cheminement mathématique de C. Villani reste mystérieux aux profanes que nous sommes, amis lecteurs, à peu près tous.

Landau expliquait le phénomène « avec les mains, en physicien génial » et l'effet physique avait été confirmé expérimentalement. Cependant, la théorie mathématique, entachée de paradoxes, laissait à désirer. Associé à Clément Mouhot, C. Villani a résolu le problème qui avait nar-

gué les mathématiciens et les physiciens pendant plus d'un demi-siècle. Il obtint pour ce fait d'armes, et pour le reste de ses travaux sur les phénomènes de transport, la médaille Fields, la plus haute distinction mathématique.

Le livre est un compte-rendu émouvant de l'épopée d'une recherche, parcours jalonné de découragements, de moments d'exaltation, de faux espoirs, d'analogies fructueuses, d'impasses apparemment rédhibitoires, d'articles refusés, puis du triomphe final. Tout cela exprimé dans des courriels et des comptes-rendus de conversation avec des mathématiciens marquants contemporains dans un tourbillon de « vie pleine de joies et de peines entremêlées inextricablement ». L'ouvrage donne parallèlement des aperçus sur la vie de grands mathématiciens et leur participation aux problèmes actuels des mathématiques.

Nul doute, C. Villani est un hédoniste des mathématiques : il se décrit sans fausse modestie et sans cacher ses espoirs pour la médaille Fields. C'est un mathématicien moderne ancré dans la vie et bien loin de l'image du savant penché sur des calculs abstraits et interminables qui ne sait goûter aux plaisirs de l'existence. L'auteur a la volonté de livrer sentiments et pensées pour montrer comment un mathématicien travaille ; certes, les mathématiciens ne portent pas tous une Lavallière et un bijou araignée au revers de leur veste, mais ces petites ou grandes extravagances, qui existent chez d'autres sous des formes différentes, témoignent de la diversité actuelle des mathématiciens. Les costumes trois pièces de Dieudonné ou les toges des *Preceptor Germaniae* ne sont plus des tenues obligées.

Le livre illustre le changement d'orientation des mathématiques : Bourbaki est bien mort, car la volonté d'unification structuraliste du XX^e siècle a fait place à une inspiration tirée de la physique. Les mathématiques évoluent ainsi, parfois indépendamment du monde, parfois sous l'inspiration des sciences naturalistes. Pour évaluer ce changement d'esprit, comparer le témoignage de C. Villani à l'autre excellent livre, *I Want to Be a Mathematician : An Automathography* du regretté P.R. Halmos, un mathématicien de la génération précédente.

→ Philippe Boulanger

→ HISTOIRE DE LA BIOLOGIE

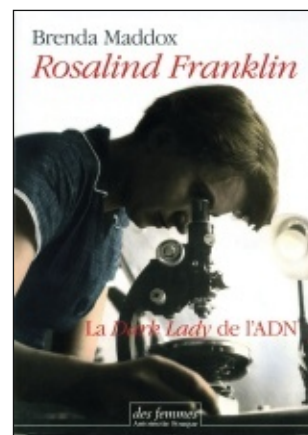
Rosalind Franklin : La Dark Lady de l'ADN

Brenda Maddox

Des Femmes, 2012

[281 pages, 20 euros].

Brenda Maddox nous livre une biographie documentée et agréable à lire sur la vie émouvante de Rosalind Franklin. Jeune cristallographe brillante travaillant au *King's College* à Londres au début des années 1950, Rosalind Franklin avait accumulé des données sur la structure de l'ADN, obtenues par la technique de diffraction des rayons X, et elle était probablement très proche d'élucider elle-même cette structure lorsque son travail fut utilisé à son insu, notamment *via* la complicité de son patron Maurice Wilkins, par Jim Watson et Francis Crick qui travaillaient dans le Laboratoire Cavendish, concurrent situé à l'Université de Cambridge. Ces trois comparses obtinrent le prix Nobel alors que la contribution de



Rosalind Franklin fut longtemps ignorée. Elle est morte quelques années après la découverte de la double hélice de l'ADN d'un cancer des ovaires, en 1958, à l'âge de 38 ans.

Cette biographie décrit particulièrement bien l'atmosphère régnant à cette époque dans les meilleurs laboratoires de différents pays dans lesquels elle a séjourné, notamment l'Angleterre, mais aussi la France, qu'elle appréciait pour différentes raisons, professionnelles, culturelles et sociales, et où elle a travaillé de 1947 à 1950 au Laboratoire central des services chimiques de l'État. Elle y a appris les techniques de diffraction des rayons X.

Ce livre décrit aussi admirablement les relations complexes et ambiguës de chercheurs travaillant sur le même sujet, mêlant rivalité et amitié (parfois également l'amour) dans une compétition pour la réussite qui dérape souvent dans des comportements peu déontologiques, dont Rosalind Franklin fut précisément la victime.

Au-delà, dans cette histoire, nous assistons à l'affrontement de deux conceptions différentes de la recherche scientifique. D'un côté, Crick et Watson prêts à faire des modèles s'appuyant sur des hypothèses intuitives et, de l'autre, Rosalind Franklin, qui se méfiait

