



JEAN-PIERRE SAUVAGE

L'ÉLÉGANCE DES MOLÉCULES

PRIX NOBEL
DE CHIMIE 2016

humenSciences

L'ÉLÉGANCE DES MOLÉCULES

JEAN-PIERRE SAUVAGE

Avec la collaboration de Thibault Raisse

**L'ÉLÉGANCE
DES MOLÉCULES**



Prolongez l'expérience avec la newsletter de Cogito
sur www.humensciences.com

Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des paragraphes 2 et 3 de l'article L122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, sous réserve du nom de l'auteur et de la source, que « les analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information », toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite (art. L122-4). Toute représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, notamment par téléchargement ou sortie imprimante, constituera donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

ISBN: 9782379313110

Dépôt légal: mars 2022

© Éditions humenSciences / Humensis, 2022
170 bis, boulevard du Montparnasse, 75014 Paris
Tél.: 01 55 42 84 00
www.humensciences.com

SOMMAIRE

DESTIN ANIMÉ.....	9
1. LA FORÊT DU DRAGON	17
2. LA SYMPHONIE DE LA VIE	27
3. LE MOTEUR INVERSÉ.....	43
4. PÈRES DE BASE.....	51
5. COMTE DE LA CRYPTÉ	63
6. LES ANNEAUX DE BORROMÉE.....	75
7. ATOMES CROCHUS	91
8. SEIGNEURS DES ANNEAUX	103
9. LE MAILLON FORT.....	115
10. LA NATURE ÉLÉGANTE.....	129
11. LE VIRUS DE LA DÉRAISON.....	141
12. LA PASSERELLE	159
REMERCIEMENTS.....	173

« Au laboratoire Sauvage, les gens ne travaillent pas beaucoup, mais ils aiment bien boire du thé ou du café tous ensemble. »

Extrait du rapport de stage d'une étudiante
en chimie de l'université de Tokyo,
après son passage au laboratoire
de Jean-Pierre Sauvage, en 2008.

DESTIN ANIMÉ

Dans la foulée de l'attribution du prix Nobel de chimie en 2016, j'ai donné des dizaines d'interviews à des journalistes du monde entier. Je n'en tire aucune gloire : la prestigieuse récompense décernée par l'Académie des sciences de Suède constitue un sujet d'actualité incontournable qui tombe chaque année comme les marrons à l'automne, au même titre que le chassé-croisé sur les autoroutes pendant l'été.

Je suis un homme de nature assez pudique et discrète, mais à une ou deux exceptions près, je n'ai pas refusé une seule de ces sollicitations. Par politesse d'abord, puis dans l'espoir de toucher, à travers les médias, un public de non-spécialistes pour qui la chimie est, au mieux, un mauvais souvenir de lycée, au pire, une science mortifère. Je n'ignore pas les stéréotypes, la défiance ou, plus sûrement, le désintérêt total que procure le mot « chimie » chez la plupart de mes contemporains. Si le micro qui me fut alors tendu a contribué à modérer le cliché de l'alchimiste hirsute qui examine à la loupe un tube à essai fumant renfermant sa dernière potion, ou celui de l'industriel machiavélique, cigare aux lèvres, repu d'avoir trouvé une formule de son pesticide encore plus toxique que la

L'ÉLÉGANCE DES MOLÉCULES

précédente, j'estime que c'était un devoir solidaire de l'honneur qui m'a été rendu.

Or ces représentations faussées ne proviennent pas toujours du public mais, parfois, des journalistes eux-mêmes.

Jusqu'à des niveaux de méprise insoupçonnés.

Deux ou trois jours après la remise du prix, j'ai répondu par téléphone depuis mon bureau de l'université de Strasbourg à une journaliste américaine travaillant pour un média généraliste. Le moins qu'on puisse dire, c'est qu'elle semblait peu passionnée par son sujet, en l'espèce, la nature des travaux qui m'avaient valu d'être récompensé. J'ai déroulé mon laïus habituel sans trop y prêter attention. De l'autre côté du combiné, mes explications furent accueillies par des silences circonspects. Elles n'appelaient manifestement aucune réaction ou demande de précision. Soudain, en toute fin d'interview, mon interlocutrice s'est comme rallumée, posant sa dernière question à la manière d'un fauve bondissant sur sa proie : « Êtes-vous sûr que les molécules ne souffrent pas en étant manipulées de la sorte ? »

Le silence qui a suivi était cette fois de ma seule responsabilité. Ce que je prenais pour une singulière mais respectable indifférence masquait en fait une hostilité rentrée. Sans que personne d'autre ne s'en soit ému jusqu'alors, je m'étais distingué pour des avancées scientifiques fondamentales réalisées grâce au concours forcé de millions de molécules torturées. J'avoue n'avoir pas été préparé au choc d'un telle révélation.

DESTIN ANIMÉ

Après un long instant de sidération et la confirmation qu'il ne s'agissait pas d'une plaisanterie, deux choix s'offraient à moi : me lancer dans un cours de SVT niveau collège, ou mettre fin sans plus attendre à la conversation. J'ai opté pour une troisième voie consistant à clore l'échange avec civilité, en me contentant de rappeler une vérité scientifique à la solidité éprouvée : les molécules n'appartiennent pas au monde du vivant. Elles ne ressentent rien. Ni la joie, ni la peur, ni l'injustice, ni la douleur. Nul besoin de faire appel à d'obscures théories, l'expérience du quotidien en apporte la preuve définitive : elles n'aboient pas quand on leur marche sur la queue.

Si cette anecdote mérite d'être ici racontée, ce n'est pas pour moquer cette journaliste dont je tiens d'ailleurs à préserver l'anonymat. Sa remarque illustre de manière un peu caricaturale mais éclatante une conviction qui m'accompagne depuis longtemps : si la chimie peut être considérée comme la plus mal aimée des sciences fondamentales, c'est sans doute parce qu'elle est, entre toutes, la plus méconnue.

Avec un peu d'effort et d'indulgence, il est possible d'identifier la source de la confusion faite par cette journaliste et lui trouver des circonstances atténuantes. Les molécules, ces agglomérats d'atomes reliés entre eux par des liaisons chimiques, composent la matière. Liquides, solides, gaz, animaux, humains, tabourets, lampes de chevet... Hormis certains atomes que l'on peut trouver de manière

L'ÉLÉGANCE DES MOLÉCULES

isolée comme l'hélium, ce sont tous des assemblages moléculaires constitués des différents atomes disponibles dans la nature : carbone, hydrogène, fer, soufre, phosphore, azote, etc. Organismes vivants ou objets inertes, la liste des ingrédients de base est donc identique. Seule la recette change. D'où ce constat contre-intuitif : un organisme vivant est formé de molécules dénuées de toute vie. Et c'est sans doute cet apparent paradoxe qui a conduit notre journaliste à prêter aux molécules des propriétés du vivant qui lui sont étrangères.

Mais alors, qu'est-ce qui *rend vivant* certains édifices moléculaires ? Par quel miracle les assemblages chimiques des espèces composant le règne du vivant sont-ils capables de s'animer ? D'apprendre ? De se reproduire ?

En somme, qu'est-ce qui donne vie à la vie ?

En 1953, un étudiant américain, Stanley Miller, a tenté de résoudre cette énigme en menant une expérience qui porte aujourd'hui son nom.

Alors étudiant en chimie à l'université de Chicago, il fait le pari audacieux de consacrer son doctorat aux origines de l'apparition de la vie sur Terre. Aidé par son brillant directeur de thèse, Harold Hurey, prix Nobel de chimie en 1934, il met au point une expérience visant à recréer en laboratoire les conditions de la formation de la vie il y a quatre milliards d'années. La manipulation est simplissime. Miller commence par verser un peu d'eau au fond d'un ballon. Le reste du récipient est composé

DESTIN ANIMÉ

d'un mélange de gaz dont on pensait, à l'époque, qu'ils étaient majoritaires dans l'atmosphère lors de l'apparition des premiers organismes vivants : méthane, ammoniac et hydrogène principalement*. Une fois le ballon chauffé, la vapeur dégagée est soumise à des arcs électriques générés par des électrodes qui simulent le magma d'orages dont la Terre était alors frappée. En analysant les retombées de ce Déluge miniature dans le résidu d'eau, Miller découvre la formation de molécules caractéristiques des organismes vivants : cinq des vingt acides aminés. Ces agrégats d'atomes d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote sont présents dans chacune des cellules de tous les êtres vivants connus. Ce sont les acides aminés – molécules assez simples – qui servent à la fabrication des molécules bien plus complexes, les protéines, fourmis ouvrières de la construction et du fonctionnement du métabolisme.

Ce résultat spectaculaire a valu à Miller la reconnaissance précoce de ses pairs, mais pas celle – même tardive – du prix Nobel. Elle dévoile pourtant les conditions nécessaires à l'apparition de la vie : un mélange de gaz, une puissante source d'énergie (les chocs électriques, le Dr Frankenstein avait vu juste) et un liquide au pouvoir solvant (l'eau) qui facilite les réactions chimiques et favorise donc la formation de molécules nouvelles. Néanmoins, aussi instructive soit-elle, la découverte de cette « soupe

* L'importance du CO₂ dans ce cocktail, aujourd'hui largement admise, ne faisait pas consensus dans les années 1950.

Jean-Claude et Valérie, ainsi que des chercheurs français ou étrangers moins expérimentés. Ils ont beaucoup contribué à la définition de nos projets et ont su accompagner avec bienveillance de nombreux étudiants de thèse brillants et motivés, tout au long de leur formation. J'exprime ma gratitude à tous les « anciens » et aux dizaines de jeunes gens responsables de nos succès.

Cet ouvrage a été mis en pages par IGS-CP (16)