



HAL
open science

**Les merveilleux cristaux liquides du professeur
Lehmann : Le long et douloureux chemin vers une vision
nouvelle de la matière**

Michel Mitov

► **To cite this version:**

Michel Mitov. Les merveilleux cristaux liquides du professeur Lehmann : Le long et douloureux chemin vers une vision nouvelle de la matière. *Alliage : Culture - Science - Technique*, 2017, 78, pp.116-128. hal-02307083

HAL Id: hal-02307083

<https://hal.science/hal-02307083>

Submitted on 7 Oct 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES MERVEILLEUX CRISTAUX LIQUIDES DU PROFESSEUR LEHMANN

Le long et douloureux chemin vers une vision nouvelle de la matière

Michel Mitov

Au biologiste Yves Bouligand. In memoriam.

Cette histoire est celle d'un étonnement qui commence bien, à Prague, en 1888, se poursuit douloureusement en Europe, s'interrompt à partir des années 1930, et connaît enfin de l'autre côté de l'Atlantique, en 1968, un sensationnel *revival* comme les Etats-Uniens en raffolent.

Prologue

Il éclate une carotte dans un mortier à l'aide d'une râpe, d'un pilon puis d'une presse. Il filtre cette bouillie. Il en élimine l'eau — 88% de la carotte — en chauffant à feu doux au bain-marie. Il distille cette purée pour séparer les constituants du mélange selon leurs différentes températures d'ébullition. Il sait que le composé le plus volatil possède la température la plus basse. Il n'est pas concerné par le gaz : la matière qu'il traque préfère se dégrader plutôt que disparaître. Il est intéressé par l'huile dispersée en gouttelettes dans l'alambic. Sans doute sait-il qu'il le tient à cet endroit ce petit 0,2% de cristaux recherchés. Pour réaliser cette vaporisation, il dispose l'ustensile de verre dans un bain de sable pour l'exposer à la grande flamme d'un brûleur. Il cristallise les gouttelettes d'huile chaude en refroidissant brutalement l'alambic dans de l'eau glacée. Il gratte au scalpel les petits cristaux. Il les recueille sur une feuille de papier à cigarettes. Il est botaniste. Il est autrichien. Il travaille à l'université allemande de Prague. Il cherche à répondre à une question bien simple, intéressante et honorable, mais sans guère plus d'envergure : le dérivé du cholestérol présent dans ces cristaux de la carotte est-il le même que l'on trouve ailleurs ? Il s'appelle Friedrich Reinitzer.

En cette année 1888, Reinitzer s'inscrit dans la lignée séculaire des pharmaciens et chimistes préparant, par des essais successifs souvent hasardeux, des médicaments à partir de matière vivante — animaux ou végétaux — en procédant à des macérations, fermentations, décoctions, infusions ou distillations. Leur quête : isoler et recueillir le principe recherché et

lui seul. Mais ils n'étaient pas dupes et se contentaient d'extraits imparfaits immédiatement utilisables par l'apothicaire.

La lettre de Prague

La trajectoire des cristaux liquides — d'une racine charnue, douce et sucrée, à un écran plat — débute par une lettre, seize pages de caractères gothiques, que Reinitzer écrit le 14 mars 1888 à un physicien allemand d'Aix-la-Chapelle : Otto Lehmann. Le botaniste lui raconte des expériences extraordinaires sur ses cristaux extraits de la carotte. Plus un chercheur est étonné par ce qu'il observe, plus il est content. Reinitzer est content : les cristaux ne se comportent pas du tout comme il pouvait s'y attendre. Ils deviennent fluides à 145,5°C mais en conservant leur couleur bleutée, perdue plus tard, à 178,5°C. Or un cristal, lorsqu'il est coloré, perd solidité et couleur à une seule et unique température. Les connaissances académiques de l'époque sont sans équivoque. Ce comportement surprenant, Reinitzer s'est arrêté dessus et le relate en détails dans sa lettre.



1. Otto Lehmann en 1907, dans son laboratoire à l'université de Karlsruhe.

L'état de l'art

Reinitzer ne fut pas le premier à observer ce qui va par la suite être nommé *cristal liquide*.

En 1749, le naturaliste Buffon avait fait infuser dans de l'eau des grains de blé malades de l'ergot et observé cette gelée au microscope. Dans son *Histoire naturelle* il avait raconté y voir « des anguilles qui se tortillent ». Le mouvement cessait quand l'eau était évaporée. Il reprenait si l'on rajoutait de l'eau. Si l'eau ne venait plus à manquer, les mouvements duraient des jours et des jours. Buffon fit la description d'un cristal liquide la plus ancienne que l'on connaisse. Il vit dans ces anguilles le résultat de la dilution des molécules de la membrane des cellules du blé. Les savants de l'avenir découvriront que ces molécules-là forment un cristal liquide naturel.

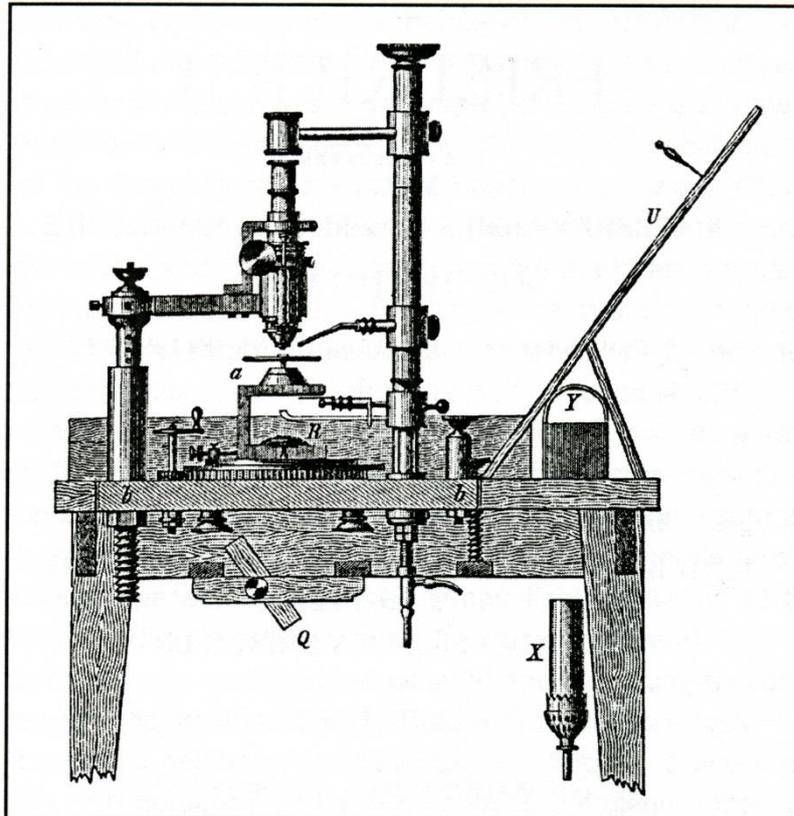
Dans les années 1854–1857, les médecins Rudolf Virchow et Carl von Mettenheimer avaient reporté des phénomènes comparables dans la myéline, la matière entourant chaque nerf du cerveau et de la moelle épinière — telle une gaine de plastique entourant le fil de cuivre transportant l'électricité. Le comportement de la myéline les avait étonnés, ils l'avaient décrit scrupuleusement mais sans s'attarder. La complexité du matériau biologique les empêcha sans doute de donner du sens à ce qu'ils voyaient. Peut-être aussi cette étrangeté les inquiétait-elle, avaient-ils quelque crainte d'erreurs dans la tenue de leurs expériences et du feu des critiques sous lesquels ils se retrouveraient ?

Reinitzer n'avait pas ce genre d'appréhension. Il avait décidé de ne pas ranger ses observations au rayon des bizarreries à oublier car incomprises. Il avait pressenti un phénomène important devant être approfondi dans un événement s'offrant à lui dans son sujet de recherche d'origine, inopinément mais non par erreur.

L'attirail du professeur Lehmann

Les recherches s'accéléchèrent avec l'entrée de Lehmann dans le dossier. Reinitzer s'était adressé à lui car il possédait tout un attirail de microscopes pour observer des cristaux quand la température change. Lehmann — souvent plagié par les fabricants d'autrefois mais jamais remercié — a construit dans son propre atelier pas moins de vingt-six versions de son

microscope à température contrôlée. Pour chauffer le cristal il utilisait une lampe à huile et, pour le refroidir, il avait dépiauté une pendule à coucou de la Forêt Noire afin d'en récupérer le soufflet. Et ça marchait très bien. Les connaissances de Lehmann sur les cristaux étaient excellentes mais il préférait les instruments aux résultats produits.



2. Une version du microscope à température contrôlée d'Otto Lehmann.

Des microscopes comme ceux de Lehmann se trouvaient sur les étagères de très peu de laboratoires. Ses observations étaient difficilement reproductibles par d'autres, ce qui participera au scepticisme de la communauté scientifique allant bientôt naître, croître et s'abattre sur ses résultats mais aussi sa personne.

Lehmann et Reinitzer échangèrent lettres et échantillons tout au long des mois de mars et avril 1888. Lehmann reproduisit systématiquement les études de Reinitzer sur une centaine de substances. La grande ampleur du phénomène était confirmée. Chaque cristal connaissait une première fusion, à laquelle il perdait sa rigidité, puis une *seconde fusion* le dépouillant de sa

couleur. Lehmann n’imaginait pas ce que son expression de «fusion en deux étapes» d’un cristal allait déclencher de polémiques et de passions.

Le drôle de nom

Quels que fussent les efforts de Lehmann pour élaborer des explications nouvelles, il revenait toujours au même constat, entêtant, d’une désarmante simplicité : le liquide coloré possède à la fois les caractéristiques d’un cristal et celles d’un liquide, tout en n’étant ni un cristal ni un liquide.

Entre 1889 et 1900, Lehmann enchaîna les qualificatifs — *cristal coulant, cristaux liquides visqueux, fluide cristallin, cristaux liquides formant des gouttes* — signant ses étonnements successifs. La preuve de son grand embarras surtout.

Le chimiste Ludwig Gattermann publia en 1890 un article sur les *Flüssige Kristalle* (cristaux liquides, en allemand) dans lequel on trouve pour la première fois le terme dont Lehmann va se faire le chantre passionné, malgré la tempête déclenchée car la distinction entre solide, liquide et gaz était évidente, même pour les non-scientifiques. Au moment où Lehmann s’exprimait, cristallinité et fluidité étaient résolument considérées comme incompatibles.

Cristaux liquides... Voici un drôle d’oxymore du passé, poétique et mystérieux. Il aura résisté au temps malgré les efforts des savants parisiens de la Belle époque pour changer de nom. L’attachement trop fort de Lehmann au concept de *cristal liquide* mènera à des erreurs d’appréciation de ses expériences et à des réactions d’incompréhension de la communauté scientifique qui exigeront des décennies pour être corrigées.

Lehmann ne pouvait pas avoir la moindre idée de la composition moléculaire de ses cristaux. Qu’atomes et molécules soient les constituants élémentaires de la matière était une vision encore contestée en cette fin du XIX^{ème} siècle. On était en train de découvrir la plupart des éléments chimiques. Les structures des cristaux étaient inconnues. Elles n’étaient que spéculations. Elles seraient élucidées, grâce aux rayons X, en 1912–1913.

Contestations

En 1890, des savants mirent en doute la pureté des corps étudiés. Ils étaient blanc laiteux, c'était suspect. Lehmann était mis en cause. Les opposants affirmaient qu'il manipulait un mélange, une émulsion de deux composés, comme la vinaigrette est une émulsion d'huile et de vinaigre ne fusionnant point. Ou bien une solution colloïdale, c'est-à-dire un liquide pollué par de tout petits cristaux. Les contradicteurs précisait que l'existence de plusieurs températures de fusion provenait des différentes composantes du mélange.

Pour ne rien arranger, le cristal liquide montrait au microscope des fils noirs et fins, comme s'il avait été mal filtré — selon les opposants. (Ces fils étaient en fait l'une des originalités les plus visibles d'un cristal liquide). L'aspect blanc laiteux s'expliquait, encore selon eux, par la diffusion de la lumière par les particules-impuretés en suspension dans le liquide, comme pour une peinture blanche faite de petits pigments dissous dans le solvant.



3. Cristaux liquides photographiés au microscope par Otto Lehmann. Les fils observés dans ces textures avaient été pris pour des impuretés par les opposants.

Le détracteur le plus virulent fut Gustav Tammann qui répétait à l'envi sa devise baroque : «*Ce qui ne doit pas être, ne peut pas être.*» La controverse fit rage dans les pages du journal *Annalen der Physik*. Tamman sarcastique intitula un article « Au sujet de ce qu'on appelle des

cristaux liquides ». Lehmann réagissait rapidement par un autre : « Cristaux liquides : une réfutation du commentaire de Monsieur Tammann ».

Tammann tenta des expériences pour étayer ses affirmations. Sans succès. Même par distillation les constituants du supposé mélange ne pouvaient être séparés.

La préoccupation principale des opposants à Lehmann fut de combattre l'idée de «cristaux liquides», leur existence, à l'aide d'hypothèses en contradiction avec l'observation objective des phénomènes.

Quand des équipes de recherche reproduisaient les observations de Lehmann à l'identique, les professeurs allemands à leur tête préféraient laisser leurs étudiants signer seuls les articles exposant les résultats. Ils n'allaient pas dans le sens de leur hypothèse, c'était une situation fortement déplaisante et, surtout, ils trouvaient prudent de garder à distance leur honorable personne d'une éventuelle controverse.

Acceptation

Le coup de grâce fut porté aux contestataires lors du congrès de Karlsruhe du 3 juin 1905 par le physico-chimiste Rudolf Schenck. Son mentor lui avait pourtant conseillé de se détourner des cristaux liquides : « Monsieur Schenck, laissez tomber ce sujet stupide ». Schenck se livra à une défense brillante des résultats de Lehmann. Il y ajouta une solide démonstration étayée de nombreuses et nouvelles expériences. En mesurant la densité et la viscosité des cristaux liquides, en étudiant l'évolution de ces paramètres avec la température, il apportait tout ce que la communauté scientifique réclamait comme pierres finales à l'édifice, pour reconnaître en ces composés des états de la matière à part entière. Schenck rangeait tranquillement, méthodiquement, l'hypothèse de l'émulsion au rayon des absurdités. Le comportement de ces cristaux liquides ne pouvait être que celui d'une substance pure. La conclusion ultime de sa contribution était implacable : les cristaux liquides sont une réalité.

Une réalité acceptée par tout l'auditoire moins un participant, Tammann, qui grommelait : « *Des cristaux mous existent sans aucun doute, il doit aussi y avoir des cristaux coulants pour ce que j'en sais, mais des cristaux liquides alors ça jamais !* ». Tammann avait quitté le

terrain des faits. Il bloquait. Quels que fussent les arguments présents et futurs, il lui sera définitivement impossible de se ranger du côté de Lehmann contre qui il enrageait. L'organisateur du congrès dut déployer des trésors de diplomatie pour éviter un affrontement physique entre Tammann et Schenck. Ce modérateur transformé en arbitre empêchant la tenue d'un combat de boxe était un chimiste prestigieux, Jacobus Henricus van't Hoff, auréolé depuis quatre ans du prix Nobel, le premier en chimie. Il proposa sagement de constituer une commission pour débattre des controverses. Tammann et Lehmann devaient en être les premiers membres. Lehmann refusa. Le travail en équipe et le respect d'un avis contraire étaient des qualités lui étant étrangères, disait-on.

Les cristaux liquides de la vie

Le fait est que la personnalité de Lehmann n'aura pas aidé à la diffusion de ses idées. Lehmann présentait souvent avec complication ses résultats. Parfois, ses affirmations n'étaient que spéculations ou fantaisies. Pour ne rien arranger, il entretenait une correspondance assidue avec Ernst Haeckel, zoologiste allemand dont les conceptions sur la théorie de l'évolution étaient sévèrement controversées. Haeckel affirmait que chaque animal, chaque plante, chaque pierre était *animé*. Voguant allègrement en pleine mer du surnaturel, il dissertait sur *l'âme des cristaux*. Ses vues étaient souvent plus passionnées que passionnantes. Il voyait dans les cristaux liquides de Lehmann une chance inouïe, celle de faire enfin le lien manquant entre la matière inerte et la matière vivante. Les liens sulfureux de Lehmann avec Haeckel étaient connus de la communauté scientifique. Ils altéraient terriblement la crédibilité du physicien. Un opposant lui demanda après une conférence : « *Comment vont vos cristaux liquides ? Est-ce qu'ils peuvent maintenant s'alimenter par eux-mêmes ?* »

Lehmann fut sans doute plus mystique que scientifique.

Tout illuminés qu'ils fussent, et en mettant de côté leurs considérations non-scientifiques, il faut reconnaître à Lehmann et Haeckel d'avoir été des visionnaires. Ils proposèrent les premiers l'idée que l'état cristal liquide était responsable de processus biologiques de toute première importance. A la fin d'un texte de 1909 écrit en français, Lehmann va jusqu'à imaginer, non sans pertinence, « *l'application des nouveaux phénomènes découverts* » à « *la*

construction d'un moteur musculaire artificiel, qui aurait un plus grand rendement, que les moteurs thermodynamiques actuels, et qu'on pourra construire sans avoir la théorie des atomes, de même qu'on peut construire des machines électriques sans avoir une théorie des électrons. »

C'est une de leurs facettes encore trop méconnue : les cristaux liquides sont omniprésents dans le monde vivant. Ils concernent l'organisation de l'ADN — in vivo et in vitro —, de la chromatine (la composante des chromosomes, faite d'ADN s'entourant autour de protéines), du collagène, de la chitine ou de la cellulose. Ils se retrouvent à des endroits très divers : membrane cellulaire, muscle, tendon, os, carapaces des arthropodes — crustacés, insectes, arachnides, myriapodes, soit 80% des espèces du règne animal —, peau des fruits, plantes. La nature semble rechercher un compromis entre ordre et désordre pour organiser bon nombre de ses constituants. Si l'ordre était total, comme dans un cristal, il n'y aurait pas de circulation possible des fluides, du sang, des ions. La mort. Si le désordre était complet, comme dans un liquide, il n'y aurait pas de processus organisé alors que, par exemple, les déchets doivent aller de l'intérieur de la cellule vers l'extérieur, et les nutriments connaître l'histoire inverse. La mort aussi. Entre deux morts possibles, la nature a choisi l'état cristal liquide.

Les clés du mystère

Mais les pensées des savants du début du siècle étaient bien éloignées des rêveries sur les cristaux liquides de la vie. Ils s'épuisaient à comprendre les observations détonnantes de Lehmann.

En 1907, un chimiste posa un jalon en signant un article contenant un seul résultat mais essentiel : les molécules des cristaux liquides sont de forme allongée. Le cristal liquide utilisé pour les écrans plats est un banc de poissons, mobiles et allongés, qui se trouvent n'importe où mais en restant en moyenne parallèles. La position des poissons-molécules est désordonnée comme dans un liquide banal, ce qui donne au cristal liquide sa fluidité, comparable à celle d'une huile de cuisine. Leur orientation est ordonnée, comme dans un cristal, d'où les propriétés si particulières d'un cristal liquide interagissant avec la lumière.

Et la blancheur du fluide, perçue comme louche et fort laide par les détracteurs ? Elle provenait de la diffusion de la lumière par la matière dans toutes les directions de l'espace, car le banc de poissons-molécules n'a pas une orientation constante dans toute la goutte de cristal liquide mais plusieurs orientations. Les domaines d'orientations différentes étaient séparés par des *fautes*, des défauts dans la matière lorsque l'opérateur ne lui a pas donné une directive claire à suivre. Ces fautes se montrent sous la forme de fils fins et noirs que les opposants à Lehmann avaient pris pour des impuretés.

Un bouleversement

Jusqu'à présent on apprenait aux élèves qu'il existait trois états fondamentaux de la matière : le solide cristallin, le liquide et le gaz. Voilà que ces maudits cristaux liquides faisaient voler en éclats cette classification bien propre. Tout n'était pas aussi clair et aussi structuré. Les contraires ne se niaient pas forcément. La vision de la matière de l'époque, déjà faible à bien des endroits, s'en trouva bouleversée. Voilà pourquoi la naissance des cristaux liquides fut si douloureuse. Oui, la matière peut présenter un ordre partiel de ses briques de base. Non, il n'est pas contradictoire de voir coexister, dans des substances bien particulières, les propriétés d'un cristal avec celles d'un fluide. Oui, les cristaux liquides sont un état à part entière, pur et homogène, stable, aussi stable que le cristal et le liquide.

Que de connaissances frappant de tonnerre des savants déjà frappés de stupeur, provoquant une rupture dans un consensus, une faille dans la façon d'envisager la matière !

Débarquement en France

A partir de 1908, Lehmann œuvra pour que les cristaux liquides voyagent hors d'Allemagne. Si de nombreuses études avaient été faites, aucune idée simple ne s'en dégageait franchement. Ce que l'on voyait au microscope était trop nouveau et trop mystérieux. Lehmann comprit la nécessité de susciter l'intérêt de pairs ayant d'autres cultures et d'autres habitudes. Il fallait sortir les cristaux liquides de leur ghetto.

Lehmann fut invité à donner à la Sorbonne un long séminaire, en français, accompagné d'expériences, le 16 avril 1909 à dix heures du matin. Le grand amphithéâtre était bondé «*malgré l'heure matinale, du moins pour des Parisiens*» lisait-on dans un quotidien allemand.

Sa conférence fut un triomphe. Il ne s'interrompait que lorsqu'il y était contraint par les applaudissements nourris d'un auditoire enthousiaste. «*Une victoire à Paris de la science allemande !*» s'exclamait-on dans le même journal, écho à peine feutré des vieilles rancœurs envers les Français.



4. L'exposition organisée à la Sorbonne par Otto Lehmann en 1909.

Lehmann projetait des petits films montrant l'agitation de ses cristaux liquides «*apparemment vivants*». Il avait amené une quinzaine de microscopes et les auditeurs pouvaient constater par eux-mêmes. Les expériences furent répétées par des membres de la Société française de Physique après la conférence.

Après tant d'années de lutte avec ses pairs, Lehmann eut beaucoup d'amis et d'admirateurs suite à cette conférence. Il n'était pas habituel d'accueillir en France avec autant de chaleur un professeur allemand. Les étudiants les plus âgés pensaient s'ennuyer, ils se tenaient donc prêts au chahut. Ils seraient les premiers à applaudir.

Port de tête altier, barbe gris-blond, petits bésicles ronds à la monture dorée, Lehmann scrutait l'assistance avec une tranquillité parfois narquoise. Mais il a mûri : il a su calmer son impétuosité, il se montre timide, surpris qu'il est par la première ovation, puis serein, comme rassuré. Il a conscience des attitudes hostiles que lui ont valu autrefois son arrogance et son infatuation.

Tout le monde se dit qu'il a dû raconter ses expériences à des enfants tellement il s'exprime avec des mots simples, en veillant à ne pas ennuyer par des détails inutiles. Il est loin, le Lehmann ombrageux partant dans des développements filandreux sur les déclinaisons possibles de la matière cristallisée.

A partir de 1913 et jusqu'à sa disparition, en 1922, le nom de Lehmann sera proposé plus d'une fois pour le prix Nobel de physique. Sans succès. Ses idées avaient été à l'origine de conflits si intenses, des savants se refusaient encore à y adhérer, les prix avaient jusqu'à présent été décernés à des découvertes qui n'avaient souffert d'aucune contestation : telles étaient les explications données à Lehmann avec embarras par un membre du comité Nobel, chaud partisan de sa consécration.

Les trois mousquetaires

Les cristaux liquides auront mis vingt ans pour se faire reconnaître en véritables états de la matière, vers 1910. Vingt ans de plus seront nécessaires pour en comprendre les principales propriétés.

La conférence à la Sorbonne avait stimulé la naissance d'une Ecole française des cristaux liquides. Georges Friedel, François Grandjean et Charles Mauguin : tels étaient les noms de ses mousquetaires, avec le microscope pour seule arme.

Grandjean et Mauguin étaient des savants talentueux et discrets. Bon sens, esprit logique et profondeur de la réflexion étaient les traits saillants de leur personnalité. Avec du mica ils auront été les premiers à découvrir, en 1913 et en 1918, les deux effets à l'origine des écrans plats : la double sensibilité d'un cristal liquide à une surface et à un champ électrique. Le mica est un cristal en feuillets que l'on sépare simplement avec l'ongle en lamelles minces et

transparentes. Grandjean et Mauguin pressaient en sandwich entre deux lamelles un cristal liquide pour le regarder au microscope. A cette occasion, ils découvrirent qu'il s'orientait à la surface du mica. Ils constatèrent aussi qu'il bougeait dans tous les sens. Ce mouvement se calmait en quelques secondes. Grandjean soupçonna les lamelles fraîchement clivées de porter des charges électriques. Le cristal liquide était-il soumis à un champ électrique qui l'agitait ? Il décida de le placer entre les électrodes d'un vrai générateur. Il eut confirmation de son hypothèse. Voici un exemple d'expérience simple et d'enchaînement logique des idées. Ces résultats ont été redécouverts au début des années 1960 par des Etats-uniens dont les articles deviendront les références du domaine. Les travaux de Grandjean et Mauguin, publiés en français, passeront à la trappe.

Georges Friedel était issu d'une grande famille alsacienne. Son père Charles fut une figure marquante de la chimie française du XIX^{ème} siècle et un des fondateurs de l'Ecole alsacienne de Paris dont le jeune Georges figura parmi les trois premiers inscrits. Son parcours fut atypique, car l'Ecole alsacienne forma à ses débuts moins de scientifiques en devenir que de littéraires, d'André Gide à Henry de Monfreid. L'impassibilité et les avis tranchés de Georges Friedel étaient craints. Il avait le goût de la controverse car il la tenait pour féconde. Sa haute taille, son regard clair et froid, qu'il entretenait, et la dignité de sa posture ôtaient à son interlocuteur toute envie de plaisanter. Il ne se contentait pas d'idées vagues et de réponses faites pour gagner du temps. Son esprit vigoureux n'admettait pas qu'on fût neutre. A le mieux connaître, ces premières impressions s'effaçaient. Une réflexion originale ou une boutade — à condition qu'elle ne fût pas triviale ni familière — suffisait à le dérider. S'il possédait un vrai talent pour créer une atmosphère polaire, il y avait finalement, derrière cette réserve, une sensibilité attentive pour son interlocuteur.

Un article qui restera dans les annales

En 1922, Friedel publia dans les *Annales de physique* un article de deux cents pages qui est le monument érigé aux travaux pionniers. Il y établit clairement la première classification des cristaux liquides, toujours d'actualité, et les nomme : *nématique*, *cholestérique*, *smectique*. Il refuse avec vigueur d'employer le nom de *cristaux liquides*. Il préconise *états mésomorphes de la matière*, une appellation qui traversera mal le temps en restant confidentielle. La

terminologie fut une obsession permanente chez Friedel. Un article pouvait se concentrer sur une discussion autour d'un terme. Le choix des mots, surtout ceux devant exprimer les idées fondamentales, avait une grande importance. Personne ne fut plus convaincu du rôle malfaisant des expressions à double sens. La netteté du langage lui était nécessaire. Ses publications sont faciles à lire pour cette raison. Elles ne laissent aucune indécision dans l'esprit. Pour Friedel, Lehmann « *a eu le tort de mal nommer* » les cristaux liquides, et les savants acceptant ce terme « *n'eurent pas l'occasion de voir par eux-mêmes* » ou « *n'avaient au sujet du cristal et de la matière cristallisées que des idées troubles* ». Quand un chercheur donnait une définition fragile, Friedel la traitait de « *nébuleuse divinité germanique nouvelle* ». Mais, à d'autres endroits de l'article, un hommage perce : « *Lehmann, incontestablement, était plus près de la vérité que les auteurs* » de l'hypothèse de l'émulsion.

Le rôle de deux des trois pionniers de la recherche en France allait durablement être minoré car l'article citant abondamment les travaux de Grandjean et Mauguin était signé de Friedel seul. Il deviendra la référence des travaux originels tout entiers : « *Friedel 1922* ». Souvent, leurs auteurs ne l'avaient pas eu entre les mains. Ils le citaient par habitude. D'ailleurs les mêmes numéros de page erronés se retrouvent dans un certain nombre d'articles.

On ferme

Pour approfondir des questions importantes à peine effleurées Grandjean savait qu'il lui fallait disposer de nouveaux moyens expérimentaux. Faute de crédits suffisants, son laboratoire de l'Ecole des Mines fermera en 1933. Les décideurs exhortaient les scientifiques à travailler sur les sujets politiquement corrects — ceux de Marie Curie ou d'Albert Einstein — sous peine de voir leur budget disparaître. Les domaines à la mode étaient la physique nucléaire et la mécanique quantique. Ce sont vers eux que devaient se tourner les savants égarés dans les cristaux liquides.

Le début des années 1930 coïncide avec la décision politique, et non pas scientifique, d'arrêter et de laisser mourir la recherche française sur les cristaux liquides. Les décideurs décidèrent : les cristaux liquides étaient des curiosités de laboratoire (sic), ils ne serviraient jamais à rien (sic encore).

Des travaux de grande qualité vont se poursuivre de ci de là en Europe mais ils seront rares et isolés. La recherche décline et entre dans une longue période de sommeil. Jusqu'à la fin années 1950, lorsque les cristaux liquides resurgissent de l'autre côté de l'Atlantique.

On rouvre

En 1957, un gros article signe le début d'un regain d'intérêt. Deux chimistes de Cincinnati, Glenn H. Brown et Wilfrid G. Shaw, s'occupent sur plus de cent pages de rappeler au bon souvenir de leurs collègues les caractéristiques chimiques et physiques de ces états de la matière oubliés, quand ils n'étaient pas simplement ignorés.

En 1965, Brown relance une conférence internationale sur le sujet à *Kent State University*, dans l'Ohio. Elle réunit une quarantaine d'irréductibles révisant l'état de la recherche dans le domaine.

A New York, le 28 mai 1968, la RCA — la *Radio Corporation of America* — tient au rez-de-chaussée du Rockefeller Center une conférence de presse historique. La firme annonce devant une soixantaine de journalistes la sortie d'une *montre électronique* ne comportant, comme son nom le suggère, aucune pièce mécanique. Ses ingénieurs ont amené un prototype. Il ressemble à un petit écran plat avec des chiffres formés chacun de sept segments dont certains s'allument ou s'éteignent selon l'heure à afficher au fur et à mesure que le temps s'égrène. Mais il y aurait plus étonnant encore : RCA promet qu'aux chiffres succèdera bientôt une image, avec l'arrivée d'un téléviseur aussi mince, léger et nomade qu'un livre ou un tableau à suspendre au mur. C'est une révolution technologique, la naissance d'une nouvelle industrie, celle de l'affichage renouvelable d'un message ou d'une image sur un support plat et portable.

Aux merveilleux cristaux liquides du professeur Lehmann, prématurément sortis de scène, de revenir par l'écran.

Sources bibliographiques

Yves Bouligand, Twisted fibrous arrangements in biological materials and cholesteric mesophases, *Tissue & Cell*, vol. 4, n°2, pp. 189-217 (1972).

Yves Bouligand, François Grandjean, physicien, *Acarologia*, t. XIX, fasc. I, pp. 5-11 (1977).

Yves Bouligand, Liquid Crystalline Order in Biological Materials, in *Liquid Crystalline Order in Polymers* (Ed.: A. Blumstein), Academic Press, New-York, pp. 261-297 (1978).

Yves Bouligand, Les cristaux liquides à la “Belle Epoque”, *Bulletin de la Société Française de Physique*, n°40, pp. 9-13 (1981).

Yves Bouligand, Les formes de la vie, in *Les sciences de la forme aujourd’hui*, collectif, Seuil (1994).

Glenn H. Brown and Wilfrid G. Shaw, The Mesomorphic State—Liquid Crystals, *Chemical Reviews*, 57, 1049-1157 (1957).

Joseph A. Castellano, *Liquid Gold—The Story of Liquid Crystal Displays and the Creation of an Industry*, World Scientific (2005).

David A. Dunmur, Timothy J. Sluckin, *Soap, Science, & Flat-Screen TVs—A history of liquid crystals*, Oxford University Press (2011).

Jacques Friedel, *Graine de mandarin*, Odile Jacob (1994).

François Grandjean, Biographie de Georges Friedel, *Bulletin de la Société Française de Minéralogie* (1935).

André Guinier, Notice nécrologique sur François Grandjean, *Comptes Rendus de l’Académie des sciences*, tome 281 (1975).

Hans Kelker, History of Liquid Crystals, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 21, 1-48 (1973).

Hans Kelker, Survey of the Early History of Liquid Crystals, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 165, 1-43 (1988).

Peter M. Knoll and Hans Kelker, *Otto Lehmann—Researcher of the Liquid Crystals*, Books-On-Demand (2010).

Otto Lehmann, Les cristaux liquides, *Journal de Physique*, 4^{ème} série, tome VIII, pp. 713-735 (1909).

Michel Mitov, *Les cristaux liquides*, pp. 12-16, Presses Universitaires de France (2000).

Michel Mitov, *Matière sensible*, pp. 31-38, Seuil (2010) et *Sensitive Matter*, pp. 16-23, Harvard University Press (2012).

Michel Mitov, La naissance des cristaux liquides, *La Recherche*, vol. 463, pp. 92-94 (2012).

Timothy J. Sluckin, David A. Dunmur, Horst Stegemeyer, *Crystals That Flow—Classic Papers from the History of Liquid Crystals*, Taylor and Francis (2004).

Claude Viel, Évolution des méthodes extractives et analytiques en phytochimie, du XVII^e siècle à la seconde moitié du XIX^e, *Revue d'histoire de la pharmacie*, n°331, pp. 287-302 (2001).

Sources des images

1. Auteur inconnu.

2. Otto Lehmann, in *Das Kristallisationsmikroskop und die damit gemachten Entdeckungen insbesondere die der flüssigen Kristalle*, Vieweg Verlag, Braunschweig (1910).

3. Otto Lehmann, in (de gauche à droite) : Über fließende Krystalle, *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, vol. 4, pp. 462–72 (1889); *Flüssige Kristalle*, Engelmann, Leipzig (1904); *Flüssige Kristalle und die Theorien des Lebens*, Leipzig, Verlag J. A. Barth (1908).

4. Auteur inconnu.

Michel Mitov, Directeur de recherche au CNRS, anime l'équipe « Cristaux Liquides » du Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales de Toulouse. Son travail porte sur

les cristaux liquides torsadés et leurs propriétés optiques et biomimétiques. Son dernier ouvrage est *Matière sensible*, paru au Seuil, et chez Harvard University Press dans sa version américaine.