Le Groupe français de chimie des aliments et du goût : une composante de notre société

Au début des années 2000, la publication d'un *Who's who in Food Chemistry* [1] déclenchait la création, par la Société française de chimie (devenue par la suite la Société chimique de France), d'un « Groupe français de sciences et technologies des aliments et du goût » : nous avions été stupéfaits d'observer que, dans ce livre, la liste des personnes intéressées par la chimie des aliments comptait des centaines de collègues allemands, des centaines de collègues anglais, des centaines de collègues polonais… mais seulement une poignée de Français, d'ailleurs le plus souvent membres de la Société française de chimie.

C'est que, en France, ces spécialistes sont divisés entre ce qui est aujourd'hui l'INRAE, le CNRS, mais aussi bien d'autres institutions. En outre, souvent, celles et ceux qui se disent biochimistes ne se sentent pas « chimistes », tout comme celles et ceux qui se disent toxicologues ou nutritionnistes, ou technologues, par exemple. Sans compter que, si certains ont une activité de chimistes, biochimistes, toxicologues, etc., beaucoup ont une telle formation, mais n'ont pas d'activité scientifique.

Pour permettre une réunion des personnes, en vue – notamment – d'une représentation nationale décente à la *Food Chemistry Division* de la Société européenne de chimie (EuChemS), nous avons trouvé la terminologie de *French Group for Chemical Sciences, Technologies and Techniques of Food and Flavour*.

Des hésitations

Nos contorsions terminologiques étaient-elles nécessaires ? Étaient-elles justifiées ? On les comprendra mieux si l'on accepte de retracer mes errances personnelles. Pardon : je sais que le moi est haïssable, mais je sais aussi que, dans un groupe humain, les mêmes questions se posent généralement à tous. N'hésitons donc pas à prendre le risque de re-dérouler une analyse, quitte à dépister des erreurs.

À la base, il y a la question de savoir ce qu'est la « chimie ». Les études historiques de l'alchimie et de ses transformations en « chymie », puis en « chimie », ont montré que, entre la parution du premier tome et du quatrième tome de l'*Encyclopédie* de Denis Diderot et de Jean Le Rond d'Alembert, la partie la moins ésotérique de l'alchimie a subi une transformation profonde : on est passé du stade où l'expérience qui ne donnait pas les résultats attendus désignait les insuffisances de l'expérimentateur au stade où, comme en physique depuis au moins Galilée en 1640 [2], l'expérience donne les résultats qu'elle doit donner, avec des résultats qui s'imposent aux travaux théoriques [3].

Quand Antoine Lavoisier (*figure 1*) mit sur pied, avec une phalange de collègues, la chimie moderne, quantitative, il était bien conscient de la nature scientifique de ses travaux, comme le prouve notamment l'introduction d'un texte de technologie qu'il publie à propos de bouillons de viande : il observe que l'étude scientifique des bouillons a été entamée par Geoffroy le Cadet, tandis que, dans ses travaux faits à la demande du ministre de la Marine, il fait une étude technologique [4]. Comment ne pas citer l'introduction de son article ?

Figure 1 - Vitrail à la Faculté de pharmacie de Paris : Lavoisier visité par Antoine Fourcroy, Claude Berthollet et Guyton de Morveau ; par Émile Hirsch, 1884. © Françoise Gatouillat.

« La Société royale de médecine ayant été consultée, par le ministre de la marine, sur le régime qu'on doit faire observer aux malades dans les hôpitaux, elle s'est aperçue, dans les conférences nombreuses qui ont été tenues à cet effet, qu'on n'avait pas de connaissance assez précise sur la nature du bouillon qu'on donne aux malades, sur la proportion d'eau et de viande nécessaire pour le composer, sur la quantité de matière gélatineuse ou extractive qu'il contient, sur les différences qu'apportent dans sa qualité les différentes espèces de viandes ; sur le degré de force que doit avoir le bouillon, suivant les différents états de maladie ou de convalescence ; enfin, sur les caractères au moyen desquels on peut reconnaître sa qualité.

On ne peut s'empêcher d'être surpris, toutes les fois qu'on s'interroge soi-même sur les objets qui nous sont les plus familiers, sur les choses les plus triviales, de voir combien nos idées sont souvent vagues et incertaines, et combien, par conséquent, il est important de les fixer par des expériences et par des faits.

M. Geoffroy a communiqué à l'Académie des sciences, en 1730, un travail sur le même objet ; mais, comme son but était différent du mien, nous ne nous sommes rencontrés ni dans les moyens, ni dans les résultats. L'objet de ce chimiste était de connaître, par l'analyse chimique, la nature des différentes substances nourrissantes, soit animales, soit végétales ; en conséquence, dans les expériences qu'il a faites sur les chairs des animaux, il les a successivement fait bouillir dans un grand nombre d'eaux différentes, qu'il renouvelait jusqu'à ce que la viande fût entièrement épuisée de toute matière extractive ; alors il faisait évaporer toute l'eau qui avait passé sur la viande, et il obtenait ainsi séparément toute les parties gélatineuse et extractive qu'elle contenait.

Mon objet, au contraire, était d'acquérir des connaissances purement pratiques et de déterminer, non ce que la viande contient de substance gélatineuse et extractive, mais ce qu'elle peut en peut communiquer, par une ébullition lente et longtemps continuée, à une quantité donnée d'eau. »

Bref, la chimie est une science.

Dans les *Rapports à l'Empereur sur le progrès des sciences, des lettres et des arts depuis 1789,* Georges Cuvier parle ensuite d'« arts chimiques » pour désigner les applications de la chimie, que nous nommons aujourd'hui « technologie », ou parfois « ingénierie » [5]. Et le terme de « chimie » a ensuite dérivé, au point que, au début des années 2000, m'interrogeant sur le statut de la « chimie », j'avais consulté des collègues plus « avancés » que moi, en proposant l'alternative suivante :
- soit la chimie est une science de la nature, et l'on doit alors parler d'applications de la chimie pour désigner des travaux de technique, de technologie ou d'ingénierie,
- soit la chimie est une technique (les « industries chimiques » ou « industries de la chimie », comme disent certains), et il faudrait alors parler de « science de la chimie » pour désigner… la science de la chimie,
- soit le mot « chimie » est un fourre-tout, qui inclurait la science, la technologie, la technique et que sais-je encore ?
Me fondant sur une (petite) majorité d'avis, j'avais bêtement cédé à l'argument d'autorité, et avais initialement adopté le deuxième point de vue, mais j'ai vite compris que les incohérences étaient bien trop nombreuses [7]. D'autant que cette solution était historiquement insatisfaisante.
Mes idées sont maitenant fixées : la chimie est une science de la nature, et les applications de la chimie sont… des applications de la chimie… dont on ajoutera qu'elles ne sont pas seulement techniques, mais aussi intellectuelles. De même que le monde de l'esprit a été bouleversé de découvrir l'héliocentrisme, la compréhension chimique du monde est un honneur de l'esprit humain.

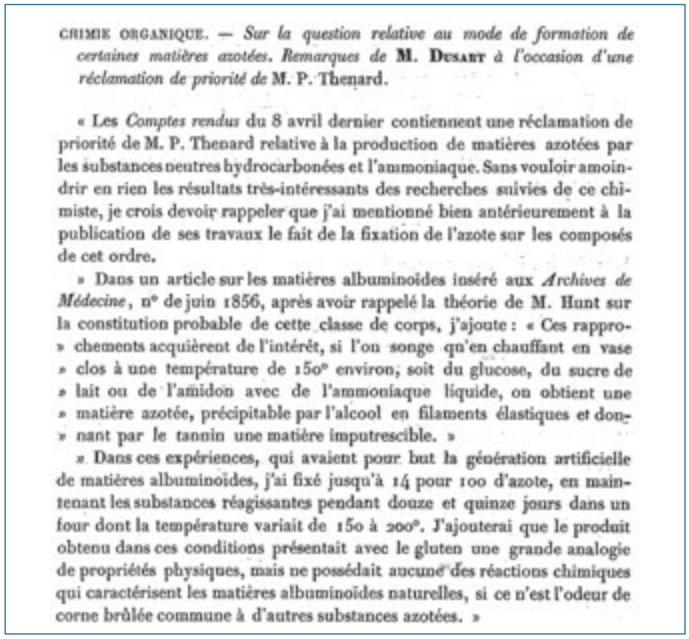
Et plus sur la méthode scientifique

Fallait-il « perdre du temps » à nos tergiversations ? Dans ces débats, je ne cesse de rappeler les idées de Lavoisier [6], fondées sur celles de Condillac : on ne pourra pas améliorer la science sans améliorer le langage, et *vice versa*. D'autant qu'il y a des questions d'enseignement en jeu : c'est la même discussion que pour l'alternative oxygène/dioxygène, à savoir que l'utilisation du terme « dioxygène » a l'avantage d'éviter la confusion entre le dioxygène et l'élément oxygène, ou avec un atome d'oxygène isolé ; cela ne nuit à personne de bien parler, mais il y a l'avantage de faciliter l'accès à notre merveilleuse science. Finalement, le mot « technique » vient du grec *technè*, « faire » : un technicien fait, produit. Le mot « technologie » vient de *technè* et *logos*, « étude » : on étudie la technique, sous-entendu afin de l'améliorer, et il y a un souci d'applications. Louis Pasteur, qui pourtant s'intéressa aux vaccins et aux maladies de la vigne, du vinaigre, de la bière, et à d'autres applications techniques de la microbiologie, a bien expliqué que l'on devra éviter l'erreur qui consisterait à parler de « science appliquée », parce que si c'est appliqué, c'est de la technologie, et pas de la science (de la nature). Enfin, il y a les sciences de la nature, qui « cherchent à lever un coin du grand voile », à explorer les mécanismes des phénomènes, par une méthode que je propose d'ailleurs de ne pas nommer « méthode expérimentale », puisque la science tient sur deux jambes, à savoir l'expérience et le calcul, comme le disait merveilleusement Galilée [2] :
« Un bon moyen pour atteindre la vérité, c'est de **préférer l'expérience à n'importe quel raisonnement**, puisque nous sommes sûrs que lorsqu'un raisonnement est en désaccord avec l'expérience il contient une erreur, au moins sous une forme dissimulée. (…) La philosophie est écrite dans ce grand livre de l'univers qui est constamment ouvert sous nos yeux ; mais que nous ne pouvons comprendre avant d'avoir étudié la langue et les caractères dans lesquels il est écrit. **La langue de ce livre est mathématique**, et ses caractères sont des triangles, cercles, et autres figures de géométrie » [*c'est moi qui souligne en gras*].

Et c'est ainsi que, depuis des années, je propose que la méthode des sciences de la nature soit nommée « méthode des sciences de la nature », plutôt que « méthode expérimentale » (qui ne tiendrait compte que d'un aspect) ou « méthode scientifique » (les sciences de l'humain et de la société n'ont pas la même méthode que les sciences de la nature). Et cette méthode est :
- identification d'un phénomène ;
- caractérisations quantitatives ;
- réunions des résultats de mesures en équations ;
- réunion des équations et introduction de concepts nouveaux pour faire des théories ;
- recherche de conséquences testables des théories produites ;
- tests expérimentaux des conséquences théoriques.

À partir de la fourche

Ayant pris ce parti de nommer « chimie » cette science qui explore la matière et ses transformations, à des énergies qui ne changent pas la nature des particules (nucléaires ou électroniques), nous pouvons avancer dans la direction de l'« aliment ». On trouve principalement les ingrédients alimentaires dans les fermes (agriculture, élevage, pisciculture) ou dans les milieux naturels (cours d'eau, mers, forêts, etc.), et il y a lieu de les recueillir, de les stocker, de les transporter, de les transformer en aliments (domestiquement ou industriellement), de conserver ces derniers, de les vendre, puis de les consommer, les métaboliser, et plus encore.
Et là encore, il faut s'interroger, et distinguer notamment les ingrédients alimentaires des aliments, ces derniers étant ce que nous mangeons. On observera que rarissimes sont les ingrédients qui sont aussi des aliments : les transformations



CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la question relative au mode de formation de certaines matières azotées. Remarques de* M. Dusart *à l'occasion d'une réclamation de priorité de* M. P. Thenard.

« Les *Comptes rendus* du 8 avril dernier contiennent une réclamation de priorité de M. P. Thenard relative à la production de matières azotées par les substances neutres hydrocarbonées et l'ammoniaque. Sans vouloir amoindrir en rien les résultats très-intéressants des recherches suivies de ce chimiste, je crois devoir rappeler que j'ai mentionné bien antérieurement à la publication de ses travaux le fait de la fixation de l'azote sur les composés de cet ordre.

» Dans un article sur les matières albuminoïdes inséré aux *Archives de Médecine*, n° de juin 1856, après avoir rappelé la théorie de M. Hunt sur la constitution probable de cette classe de corps, j'ajoute : « Ces rapprochements acquièrent de l'intérêt, si l'on songe qu'en chauffant en vase » clos à une température de 150° environ, soit du glucose, du sucre de » lait ou de l'amidon avec de l'ammoniaque liquide, on obtient une » matière azotée, précipitable par l'alcool en filaments élastiques et don- » nant par le tannin une matière imputrescible. »

» Dans ces expériences, qui avaient pour but la génération artificielle de matières albuminoïdes, j'ai fixé jusqu'à 14 pour 100 d'azote, en maintenant les substances réagissantes pendant douze et quinze jours dans un four dont la température variait de 150 à 200°. J'ajouterai que le produit obtenu dans ces conditions présentait avec le gluten une grande analogie de propriétés physiques, mais ne possédait aucune des réactions chimiques qui caractérisent les matières albuminoïdes naturelles, si ce n'est l'odeur de corne brûlée commune à d'autres substances azotées. »

Figure 2 - Extrait d'un texte du pharmacien français Lucien Dusart qui a découvert la réaction fautivement nommée « de Maillard », *C.R. hebdomadaires Acad. Sci.*, **1861**, *52*, 974.

« culinaires », et aujourd'hui des transformations effectuées par l'industrie alimentaire (ce sont le plus souvent des versions agrandies des transformations domestiques) visent à assainir microbiologiquement, toxicologiquement, à donner du « goût », à changer la consistance, notamment en vue d'augmenter la bioactivité des nutriments. De sorte que, si des technologies sont intéressées à toutes les étapes, les sciences aussi, notamment la chimie, peuvent explorer les ingrédients ou les aliments, ou encore les transformations qui font passer des premiers aux seconds. Pour les sciences, elles sont toutes conviées au grand « banquet de la recherche de la connaissance », du champ à la fourchette… et au-delà.

Notamment, on gagne à considérer que les aliments sont des systèmes physico-chimiques particuliers, en ce sens que ce sont ceux qui interagissent avec l'humain, du point de vue de l'alimentation, de sorte qu'il faut examiner les phénomènes du point de vue sensoriel, mental, digestif, métabolique. Et c'est ainsi qu'il existe un versant chimique de la nutrition, un versant chimique de la toxicologie, un versant chimique de la perception sensorielle. Et chaque travail de chimie de l'aliment a son pendant technologique, ses applications techniques.

Pour la « transformation »

À ce stade s'introduit la nécessaire considération de la « gastronomie moléculaire et physique », cette discipline strictement scientifique, trop souvent confondue avec la « cuisine moléculaire » ou encore avec la « cuisine note à note ». Pour fixer les idées, considérons la confection d'un bouillon, puisque c'est là « l'âme des ménages » comme le disait l'un des plus célèbres chef français, Marie-Antoine Carême. On peut chercher à lui donner plus de goût, et c'est une question de technologie, mais on peut aussi vouloir comprendre comment les composés qui sont finalement dans cette phase aqueuse qu'est le bouillon sont sortis des ingrédients qui ont été traités thermiquement. Paradoxalement, cela n'est pas su ! De même, pour la préparation de ces boissons que sont le thé ou le café, consommées par des milliards de personnes, aucun article (scientifique) ne traite des mécanismes par lesquels les composés sont extraits. C'est ce type d'observations paradoxales qui a suscité, en 1988, la création de cette discipline qu'est la gastronomie moléculaire et physique. Essentiellement développées avec la chimie, les sciences des aliments avaient exploré les composés des ingrédients ou des aliments, les technologies des aliments avaient perfectionné les productions industrielles, mais les phénomènes qui surviennent lors des transformations des ingrédients en aliments avaient été délaissés. Par exemple (un parmi mille), dans le *Food Chemistry* connus de tous les spécialistes de l'aliment, rien n'était dit de la cuisson du vin, alors que 47 % des sauces classiques françaises procèdent à une telle cuisson.

Là où une confusion est apparue, c'est que, simultanément et par les mêmes personnes, proposition a été faite de rénover les techniques culinaires, notamment en exportant les matériels des laboratoires scientifiques vers les cuisines. C'est cela, la définition de la « cuisine moléculaire », qui a progressivement gagné le monde entier. Certes, les évaporateurs rotatifs ne sont pas encore partout, mais la « cuisson à basse température », qui se faisait initialement à l'aide de thermocirculateurs, est maintenant dans la plupart des fours domestiques. Pour la production des mousses, les siphons se sont imposés… même s'il serait plus durable d'utiliser plutôt des pompes que des cartouches jetables.

Après la proposition d'utiliser des ingrédients plus « modernes », tels des gélifiants végétaux ou extraits des algues (carraghénanes, alginates, etc., adoptés dès la crise de la vache folle), la cuisine de synthèse a été proposée en 1994 [8]. Initialement nommée « cuisine note à note », elle n'est pas encore très répandue, mais bénéficie à la fois de la crise de l'énergie, de l'augmentation démographique mondiale, mais aussi de soucis environnementaux… et du développement de techniques telles que les impressions tridimensionnelles [9]. Pour cette technique, il s'agit bien de composer des mets à partir de composés purs ou de mélanges plus simples que les classiques ingrédients animaux ou végétaux.

À noter que nous en sommes à l'organisation du 13^{e} Concours international de cette nouvelle cuisine, avec de nombreux étudiants formés. Et à noter, aussi, que cette cuisine est évidemment une technique, et non pas une science : on ne confondra pas la cuisine de synthèse avec la gastronomie moléculaire et physique.

Pour en revenir à notre groupe

Pour un « Groupe français de chimie des aliments et du goût », il y aurait lieu de ne comprendre que des scientifiques, des chimistes… mais comment nous priver de la compagnie de collègues qui ont parfois des activités technologiques bien proches de nos activités scientifiques, et des travaux tout aussi passionnants, bien que de nature différente ? Certes, nous n'avons pas à accueillir des techniciens ou des artistes (les « cuisiniers »), mais il nous faut la compagnie des spécialistes des technologies alimentaires, ou de l'ingénierie. Car, au fond, de même que la « cuisine » est le lieu où apparaissent des phénomènes que la physico-chimie peut explorer, les transformations industielles peuvent tendre des perches à l'analyse scientifique. Sans compter que le rapprochement facilitera la valorisation des travaux scientifiques. Sans se confondre, sciences et technologies de l'aliment peuvent s'épauler pour faire des esprits sains dans des corps sains… par l'alimentation et son étude.

[1] R. Bataglia, W. Pfannhauser, M. Murkovic, *Who's who in Food Chemistry*, Springer, **2003**.
[2] Galilée, *Lettre à Liceti*, **1640**.
http://homepages.ulb.ac.be/~pmarage/HIST-F-101_notes.pdf (consulté le 25 novembre 2024).
www.researchgate.net/publication/262592609_Letter_from_Galileo_Galilei_to_Fortunio_Liceti (consulté le 25 novembre 2024).
[3] D. Kahn, *Le fixe et le volatil*, CNRS Éditions, **2009**.
[4] A.L. Lavoisier, Mémoire sur le degré de force que doit avoir le bouillon, sur sa pesanteur spécifique et sur la quantité de matière gélatineuse solide qu'il contient, *Oeuvres complètes, Expérience de novembre 1783*, **1783**, *33*, p. 563-575.
[5] G. Cuvier, Rapports à l'Empereur sur le progrès des sciences, des lettres et des arts depuis 1789, *Chimie et sciences de la nature, tome 2*, **2000**, Belin.
[6] A.L. Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, Cuchet, **1799**.
[7] H. This, *La sagesse du chimiste*, Éditions Jean-Claude Béhar, **2009**.
[8] H. This, *La cuisine note à note en douze questions souriantes*, Belin, **2012**.
[9] H. This, C. Dumoulin, R. Burke, L'impression alimentaire de la 3D à la 6D !, *L'Actualité chimique*, **2024**, *497*, p. 5.

Hervé THIS*,
Directeur du Centre international de gastronomie moléculaire et physique, INRAE-AgroParisTech, Palaiseau.

*herve.this@agroparistech.fr