



HAL
open science

La formulation en cuisine : entre chimie et alchimie ou la maîtrise des molécules

Christophe Lavelle

► **To cite this version:**

Christophe Lavelle. La formulation en cuisine : entre chimie et alchimie ou la maîtrise des molécules. Les métamorphoses de l'aliment, 2019. ⟨hal-03009758⟩

HAL Id: hal-03009758

<https://hal.science/hal-03009758v1>

Submitted on 17 Nov 2020

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.



HAL Authorization

La formulation en cuisine : entre chimie et alchimie ou la maîtrise des molécules

Christophe Lavelle

ABSTRACT: As an art of preparing, the cuisine requires the control of cooking process, cooking time and of seasoning. Cuisine mobilises cook's knowledge and know-how, like cosmetician or pharmacist developing respectively beauty cream or active pill, implements formulation approach in order to optimize simultaneously taste, texture and nutritional value of the recipe. Between chemistry and alchemy, science and technique, the cuisine transforms matter to make it healthy and tasty.

KEYWORDS: Cuisine; Molecule; Formulation; Texture; Nutrition.

MOTS-CLEFS : Cuisine ; Molécules ; Formulation ; Texture ; Nutrition.

SOMMAIRE : 1. Introduction ; 2. Des molécules, pour se nourrir ; 3. Des textures, pour le plaisir ; 4. Conclusion.

1. *Introduction*

« La cuisine, c'est de la chimie ! » entend-on souvent. Certes... mais c'est aussi de la physique ! D'ailleurs, Jean-Anthelme Brillat-Savarin¹ ne s'y est pas trompé: dans sa célèbre *Physiologie du Goût*, il définit la gastronomie comme étant « *la connaissance raisonnée de tout ce qui a rapport à l'homme, en tant qu'il se nourrit* », avant de souligner qu'elle « *tient à l'histoire naturelle, par la classification qu'elle fait des substances alimentaires, à la physique, par l'examen de leurs compositions et de leurs qualités, à la chimie, par les diverses analyses et décompositions qu'elle leur fait subir* ». Oui, la maîtrise de notre alimentation, et donc de la cuisine comme « *art d'apprêter les mets et de les rendre agréables au goût* », toujours d'après les mots de Brillat-Savarin, fait autant appel à la physique qu'à la chimie ou la biologie !²

¹ J.-A. BRILLAT-SAVARIN, *La Physiologie du goût ou Méditations de gastronomie transcendante*, Paris, Satelet, 1826.

² C. LAVELLE, *Science culinaire: matière, procédés, dégustation*, Paris, Belin, 2014.

2. Des molécules, pour se nourrir

Saveurs, textures, qualités nutritionnelles : le cuisinier complet se doit de maîtriser toutes les composantes des plats qu'il prépare, au gré des modes qui défilent et qui font éventuellement évoluer les attentes des consommateurs³. Ainsi, 20 ans après la « nouvelle cuisine » de Gault et Millau et leur incitation à une cuisine plus saine, plus légère, plus inventive, plus « respectueuse du produit » par un traitement minimal(iste) sur des ingrédients les plus frais et les moins transformés possible, la « cuisine moléculaire », ou « nouvelle nouvelle cuisine », déferle, en prenant le contrepied de la précédente, avec la déstructuration totale et assumée des ingrédients pour recréer derrière de nouvelles textures, formes et goûts. Utilisant toute sorte d'outils (siphon, bain-marie, sonde à ultra-son, cloche à vide, four à micro-ondes, ...) et d'ingrédients (xanthane, alginate, carraghénane,...), le chef « moderne » compose des plats aux allures futuristes devant lesquels le client est sujet à diverses émotions : surprise, amusement, curiosité... voire perplexité⁴. Mais au-delà de la course au spectacle et des effets de mode, c'est surtout toute une approche de compréhension des ingrédients et de leurs propriétés qui est favorisée, et dépasse largement le cercle très restreint de la « haute » cuisine pour faire évoluer aussi les techniques de restauration domestique et restauration collective, par une meilleure maîtrise des procédés.

La cuisine peut-elle vraiment être « moléculaire »? Si l'on reprend la définition de Brillat-Savarin, cette cuisine serait alors l'art d'apprêter les mets à l'échelle moléculaire... ce qui est à la fois une absurdité (aucun cuisinier ne manipule les ingrédients à cette échelle)... et une tautologie (toute cuisine fait appel à des réactions chimiques qui modifient la teneur moléculaire des aliments)! Aussi, de nombreux chefs, légitimement embarrassés par cette obscure étiquette « moléculaire » qui parle assez peu à leur sens artistique, ont proposé d'autres néologismes pour qualifier leur cuisine: cuisine d'avant-garde, cuisine d'art et d'essai, cuisine expérimentale, constructivisme/déconstructivisme culinaire, cuisine techno-émotionnelle, cuisine moderne, cuisine moderniste...

La question ne se pose pas pour la gastronomie qui, elle, peut légitimement être « moléculaire » : en effet, si l'on reprend la définition de Brillat-Savarin donnée précédemment, la gastronomie fait appel aux connaissances physico/bio/chimiques, qui se positionnent à l'échelle de la structure fondamentale de la matière, et donc des molécules. Ainsi, la gastronomie moléculaire n'est autre que la connaissance raisonnée à l'échelle moléculaire

³ B. CARDINALE., R. VAN SEVENANT, *Analyse des phénomènes et transformations culinaires*, Paris, Lanore, 2010.

⁴ H. BINET, J. GARNIER, C. LAVELLE, *Toute la chimie qu'il faut savoir pour devenir un chef !*, Paris, Flammarion, 2017.

de tout ce qui a rapport à l'homme en tant qu'il se nourrit⁵. Ce principe d'ajouter « moléculaire » à un champ disciplinaire existant n'est pas nouveau. En effet, dans les années 40, quand les physiciens et les chimistes commencèrent à s'intéresser aux mécanismes de la vie, leur travail fut rapidement qualifié de « biologie moléculaire », qui n'est autre que de la biologie (i.e. l'étude du vivant) à l'échelle moléculaire (donc à l'aide des outils et les concepts de la physico-chimie). C'est ce cheminement logique qu'ont suivi le physicien anglais Nicholas Kurti et le chimiste français Hervé This⁶ lorsqu'ils ont co-organisé à Erice (Sicile) en 1992 le séminaire de « gastronomie moléculaire et physique », premier colloque international consacré à la physico-chimie de la cuisine. Une nouvelle discipline était lancée, par la suite plus sobrement rebaptisée « gastronomie moléculaire » telle qu'on la connaît actuellement.

L'idée d'insuffler de la connaissance scientifique dans la cuisine pour mieux en maîtriser les procédés n'est pas récente, de nombreux scientifiques ayant consacré leurs efforts à une meilleure compréhension des ingrédients et de leur transformation. On pourrait notamment citer Antoine Lavoisier (1743-1794), Antoine Parmentier (1737-1813), Michel-Eugène Chevreul (1786-1889), Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), et bien d'autres encore. Cette volonté de comprendre l'alimentation dans ses moindres détails a occasionnellement mené à quelques envolées « technologistes ». Écoutons notamment Marcellin Berthelot (1827-1907) lors de son discours au banquet de la Chambre syndicale des Produits chimiques, le 5 avril 1894 :

« On a souvent parlé de l'état futur des sociétés humaines ; je veux, à mon tour, les imaginer, telles qu'elles seront en l'an 2000. (...) Nous trouverons la solution économique du plus grand problème peut-être qui relève de la chimie, celui de la fabrication des produits alimentaires. En principe, il est déjà résolu : la synthèse des graisses et des huiles est réalisée depuis quarante ans, celle des sucres et des hydrates de carbone s'accomplit de nos jours, et la synthèse des corps azotés n'est pas loin de nous. Ainsi le problème des aliments, ne l'oublions pas, est un problème chimique. Le jour où l'énergie sera obtenue économiquement, on ne tardera guère à fabriquer des aliments de toutes pièces avec le carbone emprunté à l'acide carbonique, avec l'hydrogène pris à l'eau, avec l'azote et l'oxygène tirés de l'atmosphère. (...) Un jour viendra où chacun emportera pour se nourrir sa petite tablette azotée, sa petite motte de matière grasse, son petit morceau de fécule ou de sucre, son petit flacon d'épices aromatiques, accommodés à son goût personnel ; tout cela fabriqué économiquement et en quantités inépuisables par nos usines ».

⁵ C. LAVELLE, *Gastronomie et cuisine moléculaires: entre science et art culinaires*, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 2016, p. 95.

⁶ H. THIS, *Molecular gastronomy, a scientific look at cooking*, dans « Accounts of Chemical Research », 42, 2009, p. 575.

Il est évidemment toujours facile de se moquer *a posteriori* des Nostradamus dont les prédictions sont loin de s'être réalisées. Mais ce discours s'appuie sur au moins deux rhétoriques qui perdurent aujourd'hui, à savoir d'une part la confiance absolue en la technologie pour trouver des solutions à tous les enjeux de sociétés ; d'autre part, l'idée que l'aliment n'est que l'assemblage de nutriments aux rôles variés: macronutriments (protéines, lipides, glucides ; pour l'énergie et la construction du corps), micronutriments (vitamines, minéraux, oligo-éléments ; pour le bon fonctionnement du corps) et fibres. Or cette vision ne tient pas compte d'un paramètre essentiel: la biodisponibilité de ces nutriments. Une approche plus globale doit donc être privilégiée, considérant l'aliment dans sa réalité physique, c'est à dire comme une matrice structurée dont la composition et l'architecture modulent ses effets sur le métabolisme. L'exemple classique est la consommation de fruits, qui a un impact bien meilleur sur la santé que la consommation de jus ou smoothies issus de ces mêmes fruits, combien même on laisse les fibres dans la préparation finale.

Manger des tablettes et des pilules n'est donc pas une solution pour se nourrir demain, car elle n'est satisfaisante ni gustativement ni nutritionnellement. L'homme est en outre un animal culturel, qui recherche le plaisir de la table au-delà de la seule satisfaction de son métabolisme. La quête de textures variées fait partie de ce jeu du cuisinier de proposer une palette de sensations diverses.

3. Des textures, pour le plaisir

Puisqu'il est question de textures, penchons-nous un peu sur celles qui sortent de nos cuisines : mousses liquides, mousses solides, crèmes, émulsions, suspensions, gels. Le cuisinier et le pâtissier, à l'instar du cosméticien dans son laboratoire, élaborent de nombreuses formules que la science nous aide à mieux comprendre, et donc, mieux maîtriser.

Par exemple, pour faire une mayonnaise, on incorpore dans un jaune d'œuf, additionné d'un peu de moutarde et/ou vinaigre, de l'huile versée en mince filet. Le milieu s'épaissit en même temps que l'émulsion « prend », et plus on ajoute d'huile, plus l'ensemble est... solide ! En effet, l'huile est émulsionnée, grâce à l'action du fouet, en fines gouttelettes qui peinent, au fur et à mesure de leur accumulation, à se déplacer dans le peu d'eau provenant du jaune d'œuf et du vinaigre (ou de la moutarde) : le système devient de plus en plus visqueux. Comment réussir à tout prix ? Il suffit d'ajouter DOUCEMENT l'huile tout en remuant vigoureusement, pour lui laisser le temps de nourrir la phase dispersée. L'huile étant moins dense que l'eau dans laquelle elle est dispersée, Archimède nous rappelle que nous devrions avoir du crémage. La prise en compte des forces de friction lors de la remontée des gouttes d'huile nous amène à la classique loi de Stokes qui nous donne une vitesse de migration $v=2gr^2(\rho_{\text{eau}} - \rho_{\text{huile}})/9\eta$ où l'on voit que, ne pouvant jouer

ni sur g (accélération de la pesanteur), ni sur ρ_{eau} ou ρ_{huile} (respectivement la masse volumique de l'eau et de l'huile) ni sur η (viscosité de cisaillement de l'eau), il ne nous reste que r (rayon des gouttelettes) comme paramètre ajustable, qu'il nous faut en l'occurrence minimiser tant que possible. D'où la nécessité de fouetter vigoureusement (pour fractionner au maximum l'huile) et lutter contre la coalescence: ça tombe bien, le jaune d'œuf est non seulement riche en phospholipides, mais également en protéines, que la composition en acides aminés hydrophiles pour certains et hydrophobes pour d'autres, rend naturellement amphiphiles ; bref, un véritable concentré de tensioactifs !

On peut mener le même type d'analyse pour la meringue, qui commence par un foisonnement de blanc d'œuf, et respecte à peu près les mêmes principes que la mayonnaise. Après tout, une mousse n'est guère différente d'une émulsion: au lieu de disperser une phase huileuse dans l'eau, on tente d'y disperser une phase gazeuse. Là encore, la loi de Stokes s'applique, et il nous faut donc battre vigoureusement (pour fractionner les bulles d'air), compter sur les tensioactifs présents (le blanc d'œuf est riche en protéine, ça tombe bien) et, paramètre d'action supplémentaire ici, jouer sur la viscosité de l'eau... en ajoutant du sucre !

La cuisine moléculaire a aussi apporté beaucoup de réflexions et nouvelles pistes de textures, que ça soit en ayant recours à des agents gélifiants (gélatine, carraghénane, agar-agar, alginate,...), épaississants (amidon, xanthane, ...) ou foisonnants (sucroester, protéines,...), ou à des nouveaux outils (sonde à ultrasons, siphon, ...). Certaines préparations relèvent du « gimmick » utilisé de manière épisodique (comme les perles d'alginate ou les spaghettis de gel), tandis que d'autres sont passées dans le bagage courant de la plupart des cuisiniers aujourd'hui, comme par exemple l'utilisation du siphon pour créer des mousses très aériennes (Figure 1).

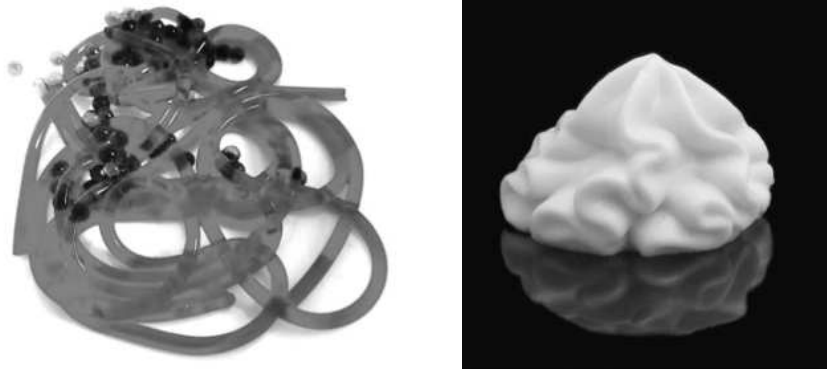


Figure 1 - Techniques « classiques » de la cuisine dite « moléculaire ». A gauche : spaghettis (sirop de grenadine et carraghénane kappa) et billes (curaçao, alginate de sodium et lactate de calcium). A droite : espuma de mangue (dispersion de bulles de protoxyde d'azote dans un coulis de mangue additionné de gélatine).

4. *Conclusion*

« *Que ton alimentation soit ta première médecine !* ». Ces propos, attribués à Hippocrate, trouvent écho dans la tête du cuisinier qui compose ses menus à partir d'ingrédients bruts, dans une démarche de formulation qui doit lui permettre de maîtriser, certes, la valeur nutritionnelle, mais aussi la valeur hédonique de ses préparations, et donc la texture et le goût. Tout comme la galénique est l'art de préparer un principe actif pour le rendre administrable au patient, la cuisine est l'art de préparer un ingrédient pour le rendre agréable au gourmet !