

Réinventons la tradition

Hervé This

Un peu de systématisme ne messied pas en cuisine

La question de la tradition (culinaire, puisque cette rubrique est consacrée à l'alimentation) est terrible : nous y sommes attachés, mais est-elle la garantie d'une voie souhaitable ? Ce n'est pas certain : l'esclavage était traditionnel ! En cuisine, nous questionnons rarement nos aliments : nous mangeons nos poulets rôtis, nos cassoulets, nos choucroutes... sans nous poser de questions sur leur « légitimité ». Nous faisons nôtre la devise du philosophe grec Protagoras : « *l'Homme est la mesure de toute chose* ». En l'occurrence, l'Homme c'est nous, enfant : c'est bien dans l'enfance que nous apprenons à « connaître » ce qui est bon et ce qui est mauvais, ce qui est toxique et ce qui est comestible. Pas étonnant que la cuisine de nos « grand-mères » soit toujours la meilleure : en réalité, c'est la seule admissible, par la suite. Nos idées alimentaires, justes ou fausses, perdurent à l'âge adulte : oui, nous sommes conditionnés parce que nous avons mangé quand nous étions petits. L'Alsacien voudra sa choucroute d'enfance, le Toulousain son cassoulet d'enfance, le Breton sa galette de blé noir, le Normand sa crème et ses pommes...

Pourtant, quelle est la « légitimité » de la choucroute ? Les Alsaciens la disent bonne, mais l'est-elle vraiment ? Après tout, il y a de bonnes et de mauvaises choucroutes, et évidemment, seules les bonnes choucroutes sont bonnes ; les mauvaises ne sont pas bonnes. Par conséquent, il y a faute « platonicienne » à déclarer que la choucroute est bonne ; Aristote avait raison de distinguer les bonnes et mauvaises choucroutes (oui, Aristote ne parlait pas de choucroute, mais on a compris que je ne m'interdis pas de sourire, même dans les pages de cette revue sérieuse).

Pourquoi cette introduction ? Parce qu'il est utile de reconnaître que nos aliments sont contingents : ce sont le résultat de siècles d'empirisme et de très lentes évolutions. Au Moyen Âge, on mangeait des choucroutes ; on a continué à en manger au siècle suivant, et au siècle suivant... chaque génération portant la suivante sur les traces du même mets... La choucroute est-elle alors là pour l'éternité ? La question se pose pour l'ensemble des plats que nous mangeons aujourd'hui, et elle semble condamner l'innovation culinaire – on le voit : il s'agit d'innovation, donc de technologie.

Au commencement était l'œuf

Commençons par le plus simple... et par le commencement : l'œuf. Nous l'avons déjà évoqué dans cette rubrique, mais il y a des raisons chimiques à cela : l'œuf est simple, chimiquement, surtout si l'on considère sa composition au premier ordre. En effet, le blanc d'œuf est une solution à 10 % de protéines, et le jaune d'œuf est composé de 50 % d'eau, 15 % de protéines et 35 % de lipides. Évidemment les choses sont plus compliquées, mais cette table de composition simple suffira pour commencer. Donc au début, il y a l'œuf. Qu'en faire en cuisine ?

Bien sûr, nous pouvons prendre des livres de cuisine et suivre les recettes : œuf à la coque, œuf dur, mollet, frit, sur le plat... Toutefois cette cuisine est non seulement contingente, comme nous l'avons vu, mais également « anecdotique » : pourquoi l'œuf dur ? Pourquoi l'œuf mollet ? Allons, raisonnons, et puisque nous n'avons qu'une vie, jusqu'à plus ample informé, autant que cette vie soit souriante : amusons-nous donc en imaginant que les Martiens ont débarqué sur la Terre et que, jaloux de ce qu'ils considèrent comme notre « belle cuisine », ils ont supprimé toute connaissance culinaire. Que ferions-nous ?

Ayant oublié jusqu'au nom de l'œuf, nous avons toutefois conservé nos capacités de calcul, puisque nous sommes scientifiques pour les uns, ingénieurs pour les autres. Nous avons donc compté, et c'est ainsi que l'œuf recevra le numéro 1, puisqu'il est au commencement de toutes choses. Il n'est pas difficile, surtout pour un enfant que nous sommes peut-être restés, d'ouvrir cet œuf et de découvrir qu'il est constitué d'une coquille, d'un blanc et d'un jaune. Numérotions les différentes parties, en ajoutant le numéro de la partie derrière le numéro 1 de l'œuf : 1.1 sera l'œuf entier (rappelons que l'ensemble des parties d'un ensemble contient l'ensemble vide et l'ensemble tout entier), 1.2 sera la coquille, 1.3 sera l'œuf entier sorti de la coquille, 1.4 sera le jaune et le blanc mélangés et battus comme en préparation d'une omelette, 1.5 sera le jaune seul, et 1.6 désigne le blanc seul. Cette façon de renommer les parties de l'œuf est en réalité bienvenue, puisque je ne comprends toujours pas pourquoi nous nommons blanc d'œuf quelque chose qui est jaune, et jaune d'œuf quelque chose qui est orange.

Ayant ces parties, qu'en ferons-nous ? Je propose de numéroté maintenant les transformations que nous pouvons faire subir à ces parties. Numérotions 1 l'action nulle, 2 l'ajout d'un gaz, 3 l'ajout d'eau, 4 l'ajout d'huile, 5 l'ajout d'un solide, 6 l'ajout d'éthanol, 7 l'ajout d'un acide, 8 l'ajout d'une base, 9 le chauffage.

Un gaz ? Ce peut être l'air, le dioxyde de carbone, l'hélium... De l'eau ? En cuisine, l'eau doit avoir du goût : la solution aqueuse utilisée peut être du bouillon, du café, du thé, du jus d'orange, ou toute autre solution aqueuse où sont dissoutes des molécules sapides et peut-être odorantes. De l'huile ? Évidemment nous pouvons utiliser de l'huile, c'est-à-dire un ensemble de triglycérides, mais nous pouvons choisir cet ensemble : huile de noix, de noisette, de sésame, de café, d'olive, beurre fondu, fromage fondu, chocolat fondu, foie gras fondu... Les solides ? Il suffit qu'ils soient... solides : pensons au sel, au sucre, à l'acide tartrique... Pour l'éthanol, pas besoin de commentaires. Les acides ? En cuisine, l'acide acétique en solution dans l'eau est le plus courant, mais nous avons le choix, puisque le jus de citron est une solution d'acide citrique (qui contient également l'acide ascorbique), et que l'acide tartrique, cher à Louis Pasteur, à une acidité élégante, qui mérite que nous l'utilisions davantage en cuisine. Des bases ? Le bicarbonate est dans toutes les bonnes épiceries, car il accélère la cuisson des légumes et conserve le vert des végétaux verts en cours de cuisson...

mais c'est là une autre histoire qu'il faudra évoquer dans un texte ultérieur. Enfin, la chaleur est bien connue des cuisiniers... et des chimistes d'ailleurs. Toutefois, on le voit à ce dernier propos que la description des possibilités de transformation que je propose de considérer ici est très simpliste, voire métaphorique seulement, et l'on pourrait raffiner : entre le chauffage à 50 °C, ou la pyrolyse, il y a un monde de possibilités ! Ici je veux proposer une méthode plutôt que d'entrer dans les détails, et je laisse aux explorateurs du goût tentés par la technologie de la possibilité de s'amuser beaucoup et longtemps.

L'exploration d'un long tableau

Nous avons donc l'œuf, associé au numéro 1. Plaçons ce code dans une première ligne d'un tableau, puisque nous n'avons qu'un chiffre. Puis nous avons eu l'œuf entier dans sa coquille, la coquille seule, etc., c'est-à-dire un ensemble de codes : 1.1, 1.2, 1.3... 1.6, dans la deuxième ligne du tableau en constitution. À partir de cette ligne, nous sommes passés à la ligne suivante en ajoutant les codes des transformations : la ligne suivante contient les résultats de transformations, notés 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3... 1.1.9, et 1.2.1... 1.2.9, et 1.3.1... jusqu'à 1.6.9. À quoi correspondent ces résultats ? Étaient-ils connus ? Examinons quelques exemples. 1.1.1 décrit l'œuf entier dans sa coquille auquel on n'a rien fait subir : ce n'est pas très intéressant. 1.1.2 décrit l'œuf entier dans sa coquille auquel on ajoute un gaz : il ne se passe rien, et ce n'est pas très intéressant non plus. De même pour 1.1.3, 1.1.4 et 1.1.5.

En revanche avec l'ajout d'éthanol, une transformation merveilleuse se produit... quand on est patient ; le protocole est le suivant : mettons dans l'éthanol un œuf entier, dans sa coquille, et attendons quelques semaines. Quand on ouvre l'œuf, on observe qu'il a coagulé, pour des raisons qu'il faudra bien considérer plus loin ; il prend en outre une légère teinte rosée que je ne comprends pas pour l'instant. Observons que, à ma connaissance, ce produit n'est pas traditionnel : je n'en ai pas trouvé la recette dans des livres de cuisine anciens ou modernes... du moins en langue française. Il faut donc le nommer, puisqu'au royaume des êtres humains, seul ce qui a un nom « existe ». Honorons les grands chimistes du passé en leur dédiant des mets : j'ai proposé le nom de baumé pour désigner cet œuf cuit dans l'éthanol, entier – du nom d'Antoine Baumé (1728-1804). Évidemment, un baumé à l'éthanol pur n'a pas grand intérêt, mais prenons donc une excellente vodka, un excellent rhum, un excellent cognac !

Le mécanisme ? Il est certain que les protéines sont solubles dans l'eau, mais pas dans l'éthanol. C'est pour cette même raison qu'il est bien difficile de faire des gels de whisky quand on utilise la gélatine comme agent gélifiant. De là à penser que l'éthanol modifie la conformation des protéines globulaires en solution dans l'eau, ce qui exposerait les groupes thiols, et conduirait à une coagulation par formation de ponts disulfures...

Passons maintenant à la recette 1.7. J'ai bien dit « recette » : en effet, notre codification est une façon de stipuler une transformation culinaire à partir d'un ingrédient (faut-il dire plutôt « réactif » ?). Pour savoir ce que recouvre la recette, il suffit de lire les chiffres successifs du code : 1, un œuf ; 1, entier dans sa coquille ; 7, acide. Il s'agit donc ici de mettre un œuf entier dans un acide. Prenons par exemple du vinaigre cristallin et attendons en observant : nous voyons d'abord le vinaigre attaquer la coquille, dissoudre le carbonate. Nous récupérons l'œuf sans sa coquille, ce qui

nous permet au passage de voir que le jaune flotte dans le blanc – pas étonnant puisque le jaune contient des lipides et que le blanc est une solution aqueuse de protéines. Attendons un peu, comme nous avons attendu pour la recette précédente 1.1.6, où l'œuf était mis dans l'éthanol. D'abord, nous voyons l'œuf grossir : c'est l'osmose qui fait passer l'eau du vinaigre vers la solution assez concentrée que constitue le blanc d'œuf. La membrane externe, élastique, laisse ainsi l'œuf gonfler. Attendons encore : progressivement l'œuf s'opacifie. Ouvrons : cette fois encore, nous observons une coagulation.

Rien d'étonnant, puisque les protéines du blanc d'œuf ont été mises en milieu acide, et que, ainsi « tombées » du côté acide du point isoélectrique, elles se sont chargées électriquement, grâce à certains de leurs groupes latéraux, ce qui a conduit à leur dépliement, à l'exposition de leurs groupes thiols, et donc à leur coagulation. Pour les mêmes raisons, la recette 1.1.8 conduira à un résultat analogue, à la différence toutefois que la coquille n'aura pas été attaquée par la base et que, par conséquent, l'œuf n'aura pas gonflé. On obtient ici l'œuf de longévité, encore nommé œuf de cent ans, des populations asiatiques.

Passons maintenant à 1.1.9 : il s'agit de prendre un œuf entier, dans sa coquille, et à le chauffer. Je ne reviendrai pas sur ce sujet, puisqu'il a été évoqué en février 2008 [1]. Au code 1.1.9 correspond l'œuf dur, mais aussi les œufs cuits à différentes températures inférieures à 100 °C.

Passons à la colonne 1.2. Cette fois le code désignait la coquille. Qu'en faire ? Pas grand-chose *a priori*... Quoiqu'il ne soit pas inintéressant de considérer que la coquille est constituée de carbonate de calcium et de molécules organiques. La dissolution du carbonate par l'acide conduit à la récupération d'ions calcium en solution. Pour ceux d'entre nous qui auraient peur des « produits chimiques » en cuisine, voici donc des ions calcium « naturels » (jusqu'où ne faut-il pas aller pour rassurer le public craintif ?), que nous pourrions utiliser pour affermir des confitures (voir l'article consacré à ces dernières [2]). Les protéines ? Les autres molécules organiques enchâssées dans la coquille ? Et pourquoi ne ferions-nous pas comme pour les carapaces de crevettes, composées également d'une partie minérale, de protéines et de chitine ? Quand on chauffe fortement les carapaces, elles brunissent, en raison de la pyrolyse de ces molécules organiques ; puis quand on chauffe ces carapaces brunies avec de l'eau, on extrait les produits de la pyrolyse et on obtient... une bisque ! Pourquoi ne pas faire de même avec la coquille de l'œuf ?

Avec le jaune et le blanc non mélangés, mais sortis de la coquille, plusieurs possibilités se présentent. Le code 1.3.9 est connu : il s'agit de l'œuf sur le plat, ou de l'œuf cocotte, ou de l'œuf poché, mais on aura compris à la lecture du texte sur l'œuf dur parfait que, là encore, bien d'autres possibilités se présentent. Et puis, dans cette colonne, ne trouve-t-on pas aussi l'alcool, l'acide, la base, respectivement associés aux codes 1.3.6, 1.3.7, 1.3.8 ? Je vous laisse expérimenter. De même, je vous laisse explorer la colonne correspondant au code 1.4, qui correspond au mélange de jaune et blanc, comme pour la préparation des omelettes. Là encore, des possibilités, anciennes et nouvelles. Passons à la colonne 1.5, celle du jaune d'œuf. Le code 1.5.4 correspond évidemment à la mayonnaise. Le code 1.5.6 qui décrit l'ajout d'éthanol à un jaune d'œuf produit un résultat intéressant, nouveau, auquel il fallait donc donner un nom : j'ai choisi thenard, de Louis Jacques Thenard (1777-1857). Puis pour la colonne 1.6, celle du blanc seul, il y a encore de nombreuses possibilités.

Par exemple, pour 1.6.2, on obtient le blanc en neige. Mais pour ce simple blanc en neige, il y a beaucoup de variations, de possibilités d'innovation. Ne pourrions-nous nommer blanc en neige une seule bulle entourée d'une mince pellicule liquide ? Quel serait le volume ? Je vous invite à faire le calcul, car il conduit au résultat amusant suivant : selon les hypothèses du calcul, la bulle aurait entre 3 et 300 mètres de rayon ! Avec le code 1.6.6, on récupère évidemment encore du thenard, mais cette fois-ci, du thenard de blanc.



Cristaux de vent.

Plus complexe

Passons à la quatrième ligne du tableau que nous sommes en train de constituer, en remarquant que ce tableau n'a pas de raison de s'achever, qu'il est infini. Observons aussi qu'avec six produits, neuf transformations, la troisième ligne comptait 54 entrées, et que la quatrième ligne en compte environ 500 ! Cette fois, bien que toutes les possibilités soient décrites, nous n'aurons plus la place, ici en tout cas, d'explorer systématiquement. Nous devons nous rabattre sur quelques exemples.

Par exemple, cette quatrième ligne contient le code 1.4.3.9, qui correspond à un mets que j'ai nommé lavoisier (faut-il vraiment présenter l'homme ?) puisqu'il s'agit de « royale de l'extrême ». Une royale classique, en cuisine, c'est du blanc et du jaune battus, éventuellement avec un peu de liquide, puis chauffés. La question était de savoir quelle quantité maximale de liquide on pourrait ajouter à un œuf de telle sorte qu'il prenne encore en une masse homogène, lors du chauffage. Le calcul, corroboré par l'expérience, a montré qu'un œuf entier coagule facilement un demi-litre de liquide ; on obtient donc une royale, mais une royale qui n'est pas traditionnelle, un lavoisier...

1.6.3.2 ? On lit dans le code qu'il s'agit de prendre un blanc d'œuf, d'ajouter un liquide et de fouetter. Cette fois, sans modifier la taille des bulles de gaz, on obtient un volume considérable de blanc en neige, qui n'est finalement limité que par la quantité de protéines présentes. Évidemment, cette mousse tient mal, car la viscosité de la phase aqueuse est réduite (on se souvient que la tenue d'une mousse liquide dépend à la fois de la viscosité de la phase liquide, qui doit drainer aussi lentement que possible, et de la taille des bulles, de petites bulles étant associées à de fortes tensions superficielles, qui retiennent donc le liquide entre les bulles) [3]. Il vaut donc mieux alterner le battage, puis l'ajout d'une petite quantité de liquide, le battage, une petite quantité de liquide, et ainsi de suite. Le volume maximal que nous ayons obtenu ainsi est de 27 litres, à Montréal : nous nous sommes arrêtés à ce stade parce que nous avons utilisé un fouet manuel et que nous étions fatigués. Le goût ? Celui du liquide qui aura été utilisé. Par exemple, si le liquide est du jus d'orange, on obtient une mousse d'orange ; si le liquide est du thé, on obtient une mousse de thé... Tous ces produits ont été nommés des chaptals, de Jean-Antoine Chaptal (1756-1832).

1.6.4.9 : cette fois, on prend un blanc d'œuf, on ajoute de l'huile, puis un solide. Une façon de s'y prendre consiste à fouetter de l'huile dans un blanc d'œuf, ce qui produit une émulsion, puis à chauffer cette dernière, par exemple au four à micro-ondes, jusqu'à coagulation des protéines. Le résultat est une sorte de gâteau plein d'huile que j'ai

nommée un gibbs, de l'Américain Josiah-Willard Gibbs (1839-1903). En réalité, nous obtenons un système qui est une émulsion piégée dans un gel, ce que, avec le formalisme CDS/NPOS décrit dans un numéro précédent [4], nous pouvons noter (O/W)/S. Au fait, cela n'a pas été dit, mais (évidemment) les noms des chimistes honorés par l'attribution de leur nom à un mets nouveau a évidemment une raison. Lavoisier : un des derniers savants de la royauté française, d'où le nom. Baumé ? Gibbs ? Je vous laisse essayer de deviner.

Descendons encore d'une ligne. Avec le code 1.6.3.2.9, on obtient plusieurs résultats intéressants. Quand on fouette un blanc d'œuf en lui ajoutant un liquide, on obtient, comme on l'a vu précédemment, une grande quantité de mousse, éventuellement très légère. Signalons d'ailleurs que si l'on ajoutait du sucre (un solide), celui-ci viendrait se dissoudre dans le liquide, augmentant la viscosité de la phase liquide, et donc la tenue de la mousse... Si nous cuisons au four à micro-ondes le résultat obtenu (1.6.3.2), juste le temps de coaguler les protéines du blanc, nous obtenons un vauquelin, du nom de Nicolas Vauquelin (1763-1829). En revanche, si nous cuisons comme une meringue, nous obtenons une meringue extrêmement légère, pour laquelle je n'avais pas donné le nom de chimiste, hélas. J'avais nommé ce résultat un cristal de vent, parce que... il est vraiment ainsi. Essayez donc, par exemple, un cristal de vent au jus de citron (Photo).

Arrêtons-nous là : les pages de *L'Actualité Chimique* ne suffiraient pas à décrire l'infinitude du tableau que nous sommes en train de construire. Deux remarques seulement pour terminer. Tout d'abord, je dois signaler que tout ce qui précède ne relève pas de la gastronomie moléculaire, puisque celle-ci est science, et donc invention, non découverte ou innovation. D'autre part, alors que la rédaction de la revue se plaint régulièrement du nombre de références excessives que je donne pour les textes de cette rubrique, il y en a très peu cette fois-ci. C'est que la vraie référence que je vous propose est... l'expérience.

Références

- [1] This H., L'œuf dur : un festin de réactions chimiques, *L'Act. Chim.*, **2008**, 316, p. 5.
- [2] This H., Histoire d'une pièce d'argent, *L'Act. Chim.*, **2008**, 315, p. 9.
- [3] De Gennes P.-G., Brochard-Wyart F., Quéré D., *Gouttes, bulles, perles et ondes*, Belin, **2005**.
- [4] This H., Descriptions formelles pour penser... et pour la formulation, *L'Act. Chim.*, **2008**, 322, p. 11.



Photo : L. Monier

Hervé This

est physico-chimiste INRA* et directeur scientifique de la Fondation « Science et culture alimentaire » de l'Académie des sciences.

* Équipe de gastronomie moléculaire, UMR 214, INRA/Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech), 16 rue Claude Bernard, 75005 Paris.

Courriel : herve.this@paris.inra.fr

www.inra.fr/la_sciences_et_vous/apprendre_experimenter/gastronomie_moleculaire
www.inra.fr/fondation_sciences_culture_alimentaire