

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 131 (2005)
Heft: 24: Gastonomie moléculaire

Artikel: La science qui explore la cuisine
Autor: This, Hervé
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-99435>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.06.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La science qui explore la cuisine

La gastronomie moléculaire, née à la fin des années 80, trouve sa place entre la science des aliments et la technologie alimentaire. Une discipline scientifique à part entière, dont les applications pédagogiques, technologiques et artistiques sont nombreuses.

La cuisine ? Avant d'être une pièce, c'était une activité, comme le révèlent les dictionnaires historiques de la langue française. Une activité qui consiste à préparer les aliments, parce que notre espèce ne les mange généralement pas bruts.

Nous cuisinons pour tuer les micro-organismes pathogènes qui couvrent, voire parasitent nos aliments. Nous cuisinons aussi pour attendrir les viandes, poissons, légumes ou fruits, parce que le collier de bœuf est notoirement dur, tout comme le poireau cru. Mais nous cuisinons aussi sans cuire, en nous contentant de découper. Manger du cru ? Ce n'est pas si facile, car la seule découpe d'un tissu végétal libère des enzymes qui modifient la composition physico-chimique de l'aliment au même titre qu'un traitement thermique. Un exemple ? Passons une tomate au mixeur : quand la préparation devient d'un rose homogène, laissons-la reposer dans un bol... et nous obtenons un gel : des enzymes ont été libérées, et ont agi.

Nous cuisinons aussi pour d'autres raisons. Pour détruire des molécules toxiques telles les lectines (anticoagulantes) des haricots blancs crus. Ou pour donner du goût, car c'est un fait que la viande bouillie ou le légume vapeur sont lassants à la longue.

Rien de naturel, au total : l'art culinaire (entendez « art » comme « artificiel ») ne se contente justement pas de servir des pommes de terre bouillies, mais organise, construit, utilise la matière alimentaire pour... pour quoi, au fait ?

Qu'est ce que la cuisine ?

Pourquoi le cuisinier et la cuisinière cuisinent-ils ? Et comment ? Ces questions méritent d'être posées, afin de tenter de dépasser la tradition et le seul empirisme. Plus généralement, le propos de la gastronomie moléculaire est l'étude scientifique des transformations culinaires... et plus.

Revenons à la définition de la gastronomie donnée par Jean-Anthelme Brillat-Savarin, dans sa *Physiologie du goût*¹ : « La gastronomie est la connaissance raisonnée de tout ce qui a rapport à l'homme, en tant qu'il se nourrit. » Le projet est donc bien celui de la connaissance, et non celui de la production (la cuisine) ni celui de la dégustation. Mieux encore, la gastronomie n'est pas une « cuisine de riches » : c'est une connaissance qui peut être historique, géographique, littéraire, sociologique... que sais-je ? Elle peut également être physique et chimique, biologique aussi, parce que les transformations culinaires, si elles ne sont pas de la chimie ou de la physique, sont la mise en œuvre de phénomènes chimiques ou physiques. Il faut être aveugle ou malhonnête pour croire que la préparation d'un caramel est autre chose qu'une suite de réactions chimiques ; de même pour la cuisson d'une viande, ou pour celle d'un légume.

Naissance de la gastronomie moléculaire

La science de la cuisine doit donc nécessairement être nommée gastronomie moléculaire. C'est de la gastronomie, puisque le projet est la connaissance, et cette connaissance

¹ Le mot « gastronomie » n'est pas dû à Brillat-Savarin, mais au poète Joseph Berchoux (1765-1839), qui l'introduisit en 1800.

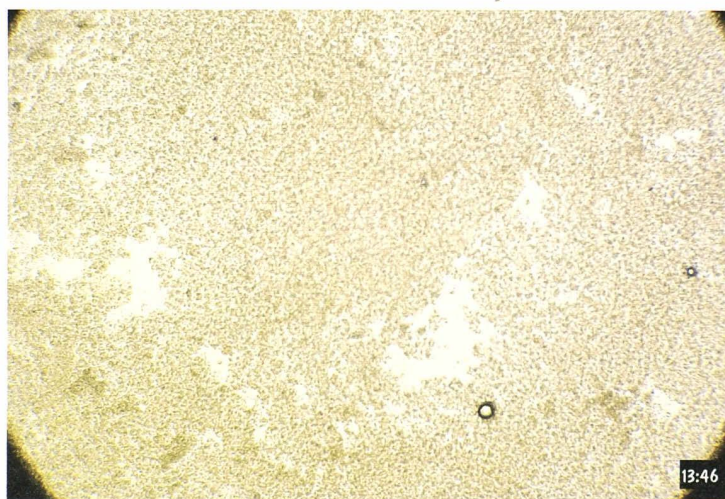


Fig. 1 : Une crème anglaise au microscope optique

Fig. 2 : Test de l'influence de la fermeté de battage des blancs d'œufs dans les soufflés. Contrairement à ce qui a été écrit par de nombreux auteurs, les soufflés (au fromage) gonflent mieux quand les blancs sont très fermes (à droite), parce que les bulles de vapeur formées en bas des ramequins, ne pouvant traverser facilement la mousse qui les surmonte, poussent cette dernière vers le haut.

se distingue des autres en ce qu'elle cherche les mécanismes de la cuisine en termes physico-chimiques. Cette évidence s'est imposée à Nicholas Kurti (1900-1998) et à moi-même en 1988 : nous avons compris que les cuisiniers, amateurs ou professionnels, manquaient du soutien d'une science. Depuis, le développement de cette « gastronomie moléculaire » n'a cessé : par des travaux de laboratoires, essentiellement, puisque la science se fait dans un laboratoire (et non dans une cuisine). La promotion de la discipline a été assurée par le travail de quelques cuisiniers qui comptent parmi les plus grands : Pierre Gagnaire, Christian Conticini, Philippe Conticini, Ferran Adria, Heston Blumenthal, Oliver Schmidt, Denis Martin (à Vevey) et bien d'autres ont utilisé les résultats de la discipline pour créer une « cuisine moléculaire » (le nom a été donné par la presse).

Les sauces : un résultat récent

Observons par exemple les sauces classiques françaises, publiées depuis 1319 (dans *Le Viandier*² de Guillaume Tirel, entre autres) ; il en existe plusieurs centaines ! Dans la liste, aucun ordre : fonds blanc de veau, fonds blanc de volaille, fonds brun clair de bœuf, glace de poisson, glace de viande, jus lié à l'estragon, beurre clarifié, beurre noisette, sauce bretonne, sauce Colbert, essence de champignons, sauce italienne froide, sauce mayonnaise, sauce aux aïelles, sauce catalane, sauce ravigote froide... Au mieux, l'on trouverait un ordre alphabétique, ou quelques dérivations, telle, par exemple, le fait que la « sauce italienne froide » soit une sauce mayonnaise au citron ; mais alors, pourquoi ne pas réunir dans une même catégorie la crème anglaise et la sauce béarnaise, qui diffèrent seulement par la présence d'ingrédients qui donnent du goût, tel l'estragon ou le sucre et la vanille ?

Nous avons exploré ce monde des sauces à l'aide d'un « formalisme de description des systèmes dispersés complexes », introduit en 2002 lors du congrès de l'*European Colloid and Interface Society*. Ce formalisme décrit les systèmes dispersés, composants des aliments et de bien d'autres compositions (cosmétiques, peintures...), par un ensemble de symboles. Certains de ces symboles correspondent aux phases présentes - G pour gaz ; E pour eau, ou toute solution aqueuse ; H pour huile ou toute matière grasse à l'état liquide ; S pour solide -, d'autres à des opérations effectuées sur ces phases - σ pour « posé sur » ; / pour « dispersé dans » ; + pour « mélangé à » ; $\supset$ pour « inclus dans » -.

A l'aide de ces symboles, on peut décrire tous les systèmes dispersés. Par exemple, une crème anglaise, obtenue par cuisson d'œuf avec une infusion de vanille dans du lait, serait décrite par la formule $(H+S)/E$: les protéines de l'œuf coagulent (fig. 1), formant des solides microscopiques S, qui sont dispersés dans l'émulsion H/E qu'est le lait au premier ordre.

A l'aide de ce formalisme, et par l'utilisation de méthodes de microscopie, il est apparu que les centaines de sauces classiques françaises se résument à 23 catégories seulement. Pourquoi seulement ces catégories, et pas d'autres, pourtant simples ?

Nouveaux objectifs

L'exemple précédent montre un résultat récent, mais il n'indique pas le cadre général du travail de la gastronomie moléculaire. Pour comprendre ce cadre, il n'est pas inutile d'observer que la « cuisine » n'est pas une activité purement technique : un soufflé bien gonflé serait techniquement réussi (fig. 2), mais nul si son goût n'est pas approprié. Observons que la question n'est pas que le goût soit « bon » ou « mauvais », parce que le bon et le mauvais ne sont pas des catégories universelles : les Alsaciens se régaleront du Munster, qui rebute des Asiatiques, et, inversement, la cervelle fumante d'un singe que l'on décapite devant les convives plaît seulement dans certaines cultures. La question, pour y revenir, est la satisfaction d'individus appartenant à une culture particulière. Par analogie à la musique, à la peinture, à la sculpture, nommons « artistique » la composante qui consiste à faire du « beau », en l'occurrence du bon.



² Guillaume Tirel (1310-1395), surnommé Taillevent, fut cuisinier de la Cour de France au temps des premiers Valois et de la Guerre de Cent Ans. Il est célèbre pour son ouvrage intitulé « Le Viandier », considéré comme le texte fondateur de la littérature en langue française de cuisine.

Fig. 3 : La « loi du contraste simultané des couleurs » découverte par Michel-Eugène Chevreul (3a) stipule qu'une couleur influence la perception des couleurs voisines par la couleur complémentaire. L'image (3b) est une illusion : les parties en bleu intermédiaires semblent différentes, alors qu'elles sont identiques. Cette loi a influencé l'école de peinture néo-impressionniste. Ne pourrions-nous pas faire de même, pour la cuisine ? Un « contraste simultané des goûts » un peu différent a été testé par le cuisinier français Pierre Gagnaire, sur une proposition de l'auteur.

Mais même si l'art se situe au-dessus de la technique, il n'est pas l'objectif réel de l'activité culinaire : un plat réussi (un soufflé bien gonflé, une sauce mayonnaise correctement émulsionnée) et de goût approprié est mauvais s'il est mal servi. Il est temps de reconnaître que le cuisinier et la cuisinière donnent surtout de l'« amour ». Ils ne cuisinent pas dans l'absolu, mais ils cuisinent pour quelqu'un.

Donc, puisque la cuisine a trois composantes - l'amour, l'art et la technique -, notre discipline ne peut échapper à les considérer toutes... d'un point de vue physico-chimique, moléculaire.

La composante technique peut être précisée. Une étude des recettes de cuisine montre qu'elles sont composées de trois parties. La première est une « définition », explicite ou sous forme de protocole, du plat préparé. Par exemple, les recettes de fondues au fromage enseignent que ces préparations sont obtenues par chauffage de fromage avec du vin. La deuxième partie des recettes est un ensemble de « précisions culinaires » : à propos de fondue au fromage, il sera stipulé que le caquelon doit être frotté d'ail, ou bien que le vin doit être jeune et le fromage vieux, qu'une pincée de farine prévient la « décomposition », etc. Enfin, la troisième partie est inutile du point de vue artistique ou technique ; il s'agit de commentaires variés, de paragraphes qui ne relèvent ni de la définition, ni de la précision.

La gastronomie moléculaire doit donc explorer les défini-

tions et tester les précisions. Il est surprenant qu'au XXI^e siècle, alors que l'humanité envoie des sondes vers Mars, les cuisiniers pensent encore que les œufs et l'huile doivent être à la même température pour la préparation d'une sauce mayonnaise... alors qu'une expérience simple réfute cette « précision ». Depuis 1980, j'ai recueilli plus de 25 000 précisions culinaires... qui attendent d'être testées. Dans ces conditions, quel savoir transmettre ? A raison d'un mois par test en moyenne, comment produire des livres de cuisine fiables avant 2500 ans ?

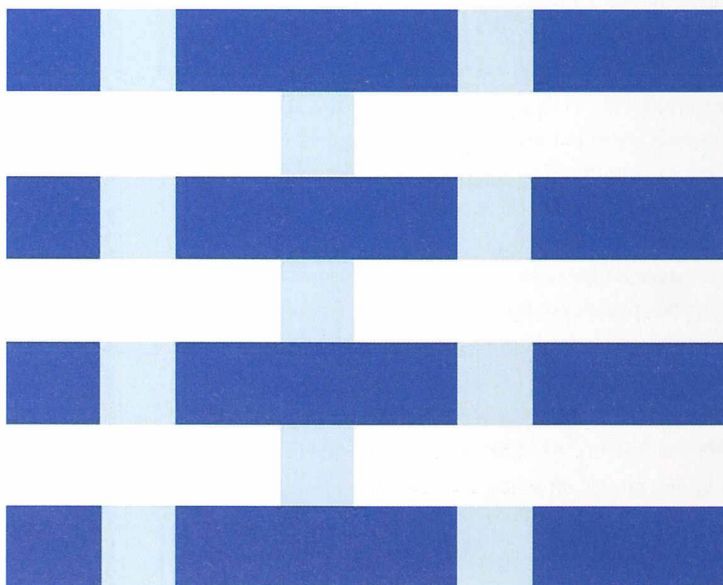
Les applications de la gastronomie moléculaire

Alors, est-il vrai que découvrir la casserole où cuisent des haricots verts empêche ceux-ci de perdre leur belle couleur verte ? Si l'on divise les haricots verts en deux lots que l'on cuit dans les mêmes conditions, avec un couvercle sur une casserole et pas de couvercle sur l'autre, on peut observer que le couvercle n'a pas d'influence sur la couleur des haricots. Il s'agit, au fond, d'introduire une composante de recherche dans l'enseignement des techniques culinaires.

Plus généralement, la gastronomie moléculaire peut nous conduire à réaliser des tests que la répétition des recettes anciennes interdisait. Par exemple, un programme pédagogique introduit dans les écoles primaires françaises sous le nom d'*Ateliers expérimentaux du goût* amène de très jeunes enfants à explorer la confection de blancs d'œufs battus en



3a



3b

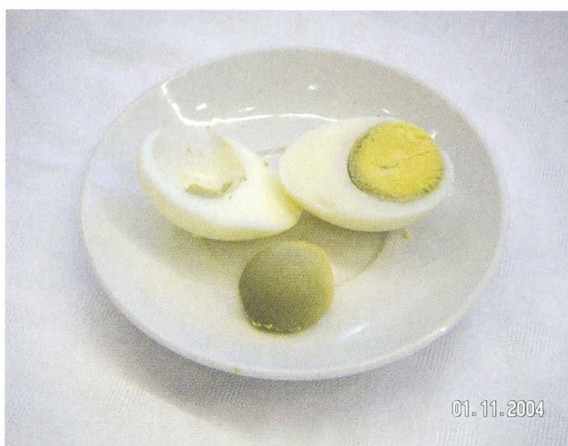
Fig. 4 : Les œufs durs de la figure 4a, photographiés dans un restaurant, sont un échec technique, parce que le blanc est caoutchouteux, le jaune sableux et cerné de vert, avec une odeur de soufre, en raison d'une surcuisson : la dégradation des protéines a libéré un gaz nauséabond, l'hydrogène sulfuré, qui a réagi avec les ions fer transportés par certaines protéines. L'œuf de la figure 4b échappe à tous ces défauts parce qu'il a été cuit à 65°C seulement (ici, pendant une nuit). Cet œuf n'est ni un œuf mollet, ni un œuf sur le plat, ni un œuf dur... et il a été nommé « œuf à 65° ». La figure 4c montre un œuf cuit à 67°C : cette fois, le jaune n'est plus liquide, mais prend une consistance de pommade.

neige. Par l'expérience, ils en viennent à découvrir pourquoi les blancs en neige sont blancs et fermes, alors qu'ils sont composés de blanc d'œuf (jaune, liquide) et d'air (transparent) ; à découvrir que le blanc d'œuf (qui est jaune, malgré son nom) est composé de 90 pour cent d'eau et de 10 pour cent de protéines ; à découvrir que le volume de blanc en neige que l'on peut obtenir à partir d'un blanc d'œuf n'est pas limité à un huitième de litre, comme il l'a toujours été, mais à... un mètre cube ! Oui, un mètre cube, si l'on comprend - expérimentalement - que le composant qui manque pour que la mousse continue de gonfler est l'eau, et non les protéines.

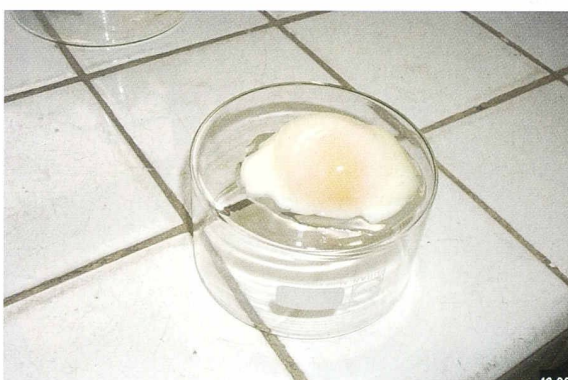
Naturellement, tous les cuisiniers seront également intéressés par de telles connaissances, parce que la réalisation d'une mousse au chocolat, par exemple, fait usage de blanc d'œuf, qui ne contribue pas au goût, mais seulement au volume de la préparation : pourquoi utiliser dix œufs quand un seul suffit ? Mieux encore : si le blanc d'œuf battu avec ajout d'eau (de l'eau qui a du goût : par exemple du jus de citron) est additionné de sucre, la cuisson de cet « appareil » conduit à des meringues d'un genre nouveau, très délicates, qui ont été nommées « cristaux de vent ». De telles meringues sont aujourd'hui servies dans de nombreux restaurants étoilés du monde.

Possibilités infinies

Que vaut une telle invention ? Rien de plus qu'une couleur nouvelle sur la palette du peintre, ou une note nouvelle sur l'instrument du musicien. Beaucoup, et peu à la fois, si l'on envisage maintenant les possibilités d'innovation : revenons pour cela au formalisme de description des systèmes dispersés complexes, et tirons une formule au hasard. A une formule correspond un système physico-chimique, qui peut être matérialisé de diverses façons. Par exemple, la formule $(G + (E/S))/E$ correspond à une sauce qui est absente du répertoire classique, et qui serait un « velouté mousseux ». Le velouté, c'est la sauce blanche ou ses cousins. Pourquoi la cuisine n'a-t-elle pas, classiquement, ajouté une mousse (blanc d'œuf battu en neige, crème fouettée...) aux veloutés ? Notons que cette « nouvelle » sauce peut avoir n'importe quel goût : si le gaz G est insipide, le premier symbole E peut décrire du jus d'orange, du café, du vin blanc, du bouillon... La lettre S peut décrire de l'amidon, mais aussi de l'œuf coagulé... La seconde lettre E peut décrire une solution aqueuse différente de la première. Puisque le nombre de formules possibles est infini, et que pour chaque formule le choix des goûts est quasi infini, le nombre de plats nouveaux envisageables est infini... ce qui relativise l'intérêt tout particulier du velouté mousseux.



4a



4b



4c

Fig. 5: Un « fibré », sorte de viande artificielle



Et l'art ?

Achevons cette présentation par l'évocation des « motifs retardants » : si Ulysse rentre directement de Troie à Ithaque, il n'y a pas d'Odyssée. Pour que le poème épique existe, il faut que le héros soit retardé : par les Lotophages, par Circé, par Charybde et Scylla...

Il en va de même en cuisine classique : l'assiette initialement pleine sera vidée, et, pour composer une assiette, le « cuisinier épique » doit retarder la consommation. Un chewing-gum par exemple n'est pas un « aliment épique », puisque sa « consommation » serait infinie. Autre exemple, mon ami Pierre Gagnaire compose des assiettes avec des grilles posées sur des assiettes creuses ; une fois la composition supérieure dégustée, le maître d'hôtel retire la grille, et laisse apparaître une nouvelle assiette.

La gastronomie moléculaire peut donc poser la question des motifs retardants, et observer que la consistance des ingrédients détermine la vitesse de consommation. Autrement dit, il existe une échelle de consistances qui s'étend du liquide pur au solide pur, dont la consommation demande un temps infini. Sur cette échelle, le liquide occupe le degré zéro ; le degré un correspond à l'émulsion, qui a une consistance supérieure (évidemment, tout cela peut se quantifier par des mesures rhéologiques) ; le degré deux correspond, par exemple, à une émulsion gélifiée.

Une idée de science et sa recette : la réduction de vin sans vin

Selon nombre de livres de cuisine, il faut, pour réaliser une sauce béarnaise, « émincer des échalotes et les réduire à sec dans du vin ». Étrange conseil : on place les échalotes dans une casserole, on ajoute du vin (blanc, en général) puis chauffe jusqu'à ce que ce dernier ait complètement disparu. Pourquoi mettre du vin qu'on élimine ?

Faites donc l'expérience, en renonçant à l'échalote, pour commencer : vous observez que, pour certains vins blancs (les vins de table), la casserole finit effectivement vide, « à sec ». Ajoutez les échalotes, et vous n'aurez que des échalotes cuites... vous auriez aussi bien fait de les cuire à l'eau. Persévérant, vous changez de vin : après tout, certains cuisiniers recommandent pour leurs réductions des vins particuliers, tel le Noilly. Et là, tout change : pour certains vins blancs, il reste quelque chose : un liquide brun, odorant, aromatique. Qu'est-ce ? Les vins qui se comportent bien à la réduction contiennent du glucose. Ce résidu brun et gastronomiquement utile est donc du caramel de glucose.

Une première conclusion s'impose : il est inutile de gâcher du bon vin blanc. Prenons seulement du glucose (on en trouve au rayon diététique de certains supermarchés), un peu d'eau, chauffons : voilà le même caramel.

La béarnaise version mousse émulsionnée (il en existe une autre qui peut être qualifiée d'émulsion-suspension) s'obtient en ajoutant à la réduction d'échalotes de l'eau (parfumée) et un jaune d'œuf, puis le beurre goutte à goutte en fouettant.

Pour ne pas détourner la recette classique de son goût, je propose donc que l'eau nécessaire soit précisément ce vin blanc que nous n'avons pas utilisé : à la réduction d'échalotes, qui est le caramel de glucose précédemment réalisé, on ajoute un bon vin blanc : ses arômes ne seront pas évaporés, puisque le reste de la recette se fait à température modérée.

Fig. 6 : Cet appareil nommé « pianocktail » (6a), en hommage à l'écrivain français Boris Vian, est composé d'un ordinateur de commande, de pompes, et, au cœur, d'un bloc de microréacteurs. Avec onze entrées et une sortie, ce bloc peut produire plus de 5000 milliards de systèmes dispersés différents. Dans le système représenté ici, il a été utilisé pour la confection de cocktails (6b).

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur)

La viande, d'une consistance supérieure, est composée de fibres (des cellules allongées), c'est à dire de morceaux de « peau » cellulaire (de tissu collagénique) qui enferment une solution aqueuse de protéines. Pourrait-on produire une « viande artificielle » ? Il suffit, par exemple, de cuire des cannellonis, de les aligner, puis d'y couler une gelée. On obtient ainsi un aliment de consistance fibreuse, que j'ai nommé un « fibré » (fig. 5).

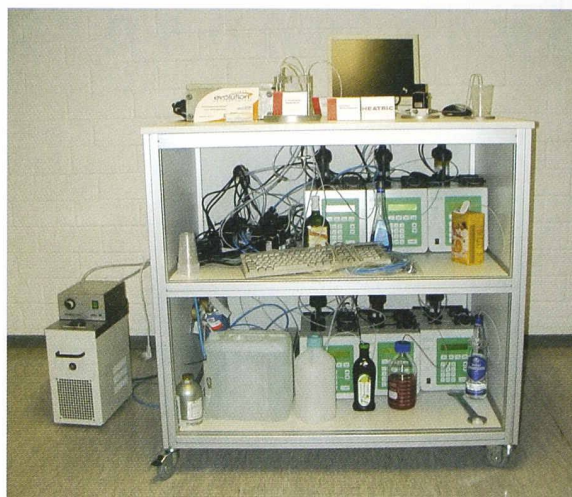
Un second formalisme

Un tel fibré aura le goût qui lui aura été donné, mais qu'enseigne-t-il ? Nous avons introduit un second formalisme, la description de la structuration de l'espace. Observons, ainsi, que les plats sont composés d'objets de diverses « dimensions ». Naturellement, ces « dimensions » ne sont pas les dimensions idéales du mathématicien, mais celles du physicien. Par exemple, une feuille de viande séchée aura une dimension deux, parce que son épaisseur e sera au moins d'un ordre de grandeur inférieure à sa largeur l et à sa longueur L .

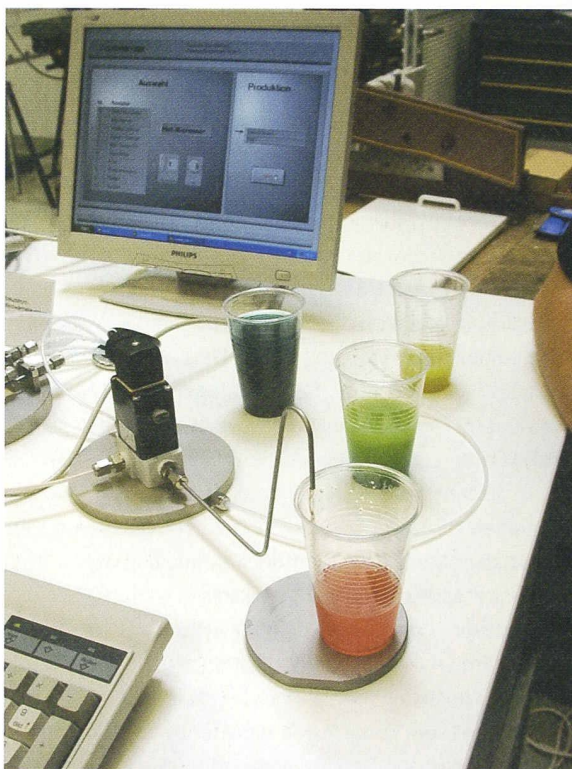
Au total, il faut reconnaître que les cuisiniers utilisent des points (dimension 0), des lignes (dimension 1), des feuilles (dimension 2), des pavés (dimension 3), et aussi des objets de dimensions intermédiaires (« fractales ») : pensons à la choucroute). Ces objets sont assemblés dans l'assiette. Ils peuvent être inclus, par exemple, ou superposés, juxtaposés dans les trois directions de l'espace. D'où, cette fois, des formules utilisant des symboles D_0 , D_1 , D_2 , D_3 , D_x , pour décrire les objets des différentes dimensions, et aussi des opérateurs $\supset$, σ_w , σ_y , σ_z ... A l'aide de ce nouveau formalisme, comme précédemment pour les systèmes dispersés complexes, on peut décrire les plats classiques et examiner des organisations de l'espace nouvelles.

Et l'amour ? C'est évidemment la composante essentielle, et aussi la plus difficile à envisager, d'un point de vue moléculaire. Le travail commence seulement, et le concours de toutes les intelligences est souhaité. C'est à ce prix que la cuisine de demain sera à la hauteur de ce qu'elle mérite d'être au XXI^e siècle.

Hervé This, physico-chimiste I.N.R.A.
Conseiller scientifique de la revue *Pour la Science*
Groupe I.N.R.A. de gastronomie moléculaire
Laboratoire de chimie des interactions moléculaires
Collège de France, 11 place Marcelin Berthelot, F - 75005 Paris



6a



6b

Pour en savoir plus

<www.mli.kvl.dk/foodchem/Molekylaerfiler/MGHThis.pdf>

<www.inicon.net/contenido/cms/front_content.php>

<www.la-cuisine-collective.fr/dossier/this/articles.asp>

<www.college-de-france.fr/chaires/chaire10/page_herve/recherche_herve.htm>