Techniques de l'Ingénieur

LES FOCUS
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

LA GASTRONOMIE MOLÉCULAIRE, DE LA CUISINE MOLÉCULAIRE À LA CUISINE NOTE À NOTE

Enjeux et exploration des possibilités

Octobre / 2015

Par **Hervé This**, Physico-chimiste INRA, directeur du Centre international de gastronomie moléculaire (AgroParisTech-INRA)

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2

AVANT-PROPOS 3

POURQUOI LA GASTRONOMIE MOLECULAIRE ? 4

LA CUISINE NOTE A NOTE, UNE CUISINE DURABLE ET UNE SOLUTION POUR LA CRISE ALIMENTAIRE ? 7

POUR EN SAVOIR PLUS 10

AVANT-PROPOS

La gastronomie moléculaire est la discipline scientifique qui explore les phénomènes survenant lors de la préparation et de la consommation des aliments. Créée formellement en 1988, elle se développe dans de nombreuses universités du monde, ainsi que ses applications avec lesquelles elle ne se confond pas (les applications éducatives de la gastronomie moléculaire, ainsi que les applications techniques que sont la cuisine moléculaire et la cuisine note à note). Son objet est la découverte de mécanismes physiques et chimiques inédits, par l'exploration de phénomènes qui avaient été négligés parce qu'ils apparaissaient dans le cadre prosaïque de la « cuisine ».

Ce livre blanc est composé d'extraits des articles *Gastronomie moléculaire : travaux de recherche* et *Gastronomie moléculaire : applications* rédigés par Hervé This [F1015] et [F1016]. Retrouver l'intégralité des articles :

http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/biochimie-alimentaire-analyses-et-alimentation-humaine-42470210/gastronomie-moleculaire-f1015/

http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/biochimie-alimentaire-analyses-et-alimentation-humaine-42470210/gastronomie-moleculaire-f1016/

POURQUOI LA GASTRONOMIE MOLECULAIRE ?

Il est utile d'observer que l'espèce humaine mange rarement les viandes, poissons, légumes et même les fruits sans une préparation, qui est dite culinaire. Rares sont les viandes crues non préparées, non assaisonnées. Rares sont les légumes, ou même les fruits, qui n'ont pas fait, au minimum, l'objet d'un lavage. De cette observation, nous devons tirer une conclusion : il sera utile de distinguer les tissus végétaux et animaux, qui sont des ingrédients alimentaires, des mets obtenus à partir des premiers par des transformations culinaires, objet des recherches en gastronomie moléculaire.

De ce fait, les sciences des aliments ne peuvent s'arrêter aux ingrédients alimentaires, et elles doivent inclure les transformations culinaires. Par exemple, la science nommée « nutrition » (souvent confondue à tort avec la diététique), qui en est une application ne peut véritablement explorer les effets des aliments que si elle explore les mets effectivement consommés, et non les compositions des ingrédients, ces composés étant souvent transformés chimiquement, de sorte que les effets physiologiques sont ceux des produits des transformations, plutôt que ceux des composés initialement présents.

D'autre part, il est utile d'observer que les transformations culinaires ne se résument pas à celles qui sont effectuées par l'industrie alimentaire. En effet, si par exemple cette dernière produit des saucisses, elle ne les fait pas griller (jusqu'à une époque récente), de sorte que l'étude des procédés industriels, toute intéressante qu'elle soit, n'est pas l'étude des aliments en totalité, mais seulement d'une petite partie du monde des aliments. On doit ajouter, d'ailleurs, que les consommateurs jugent les produits de l'industrie sur ce qu'ils consomment réellement, soit les produits de l'industrie après transformation culinaire, de sorte que la véritable « qualité » des produits de l'industrie alimentaire est moins celle des produits vendus aux consommateurs que celle des produits vendus modifiés par la transformation culinaire, que l'on nommait naguère l' « apprêt ».

Or il suffit d'ouvrir un livre de cuisine pour constater que la gamme des préparations culinaires, c'est-à-dire des transformations mises en œuvre par les cuisiniers de res-

taurants ou par les cuisiniers domestiques (en France, six repas sur sept sont pris à domicile) est considérablement plus large que la gamme des transformations pratiquées par l'industrie alimentaire. Autrement dit, une véritable science des aliments ne peut s'arrêter à l'étude des transformations mises en œuvre par l'industrie ; elle doit considérer des transformations telles que celles mises en œuvre dans la préparation des mets, même si elles semblent très anecdotiques d'un point de vue scientifique : pot-au-feu, choucroute, cassoulet, saucisses aux lentilles...

LA CUISINE MOLÉCULAIRE, UNE RÉNOVATION DES TECHNIQUES

Le terme de « cuisine moléculaire » a été initialement donné en anglais sous deux formes : *molecular cooking*, pour désigner les techniques culinaires rénovées, et *molecular cuisine*, pour désigner le nouveau style culinaire né de la rénovation des techniques, les nouveaux outils ouvrant des possibilités techniques nouvelles.

D'abord développée en France avec des cuisiniers tels que Philippe Conticini (restaurant *La Table d'Anvers*, Paris) ou Émile Jung (restaurant *Le crocodile*, Strasbourg), ce qui allait être nommé cuisine moléculaire a reçu une audience internationale en 1994, quand le cuisinier espagnol Ferran Adria a reçu trois étoiles du *Guide Michelin* (s'il n'est pas le premier à avoir pratiqué la cuisine moléculaire, il fut le premier à avoir osé l'afficher). La cuisine moléculaire s'est ensuite progressivement étendue aux principaux pays industrialisés, notamment à la faveur d'un programme nommé Innicon du Cinquième programme cadre de la Communauté européenne (FP5), avant de gagner les autres pays du monde.

La préparation des mets fait intervenir des opérations de plusieurs types : préparation des ingrédients (lavage, parage, division physique...), assemblage (formation de systèmes dispersés), traitements thermiques, apprêt. Pour quelques opérations, il a été proposé d'introduire dans les pratiques culinaires des systèmes et appareillages présents dans les laboratoires de physique : essentiellement des techniques de production de vide ou des techniques de mesure physique (par exemple, les thermocouples en remplacement des thermomètres).

Dès 1980, nous avons proposé de réviser les techniques culinaires en effectuant un transfert systématique, vers la cuisine, des techniques utilisées dans les laboratoires de physique chimique ou de chimie : sondes à ultrasons, évaporateurs sous vide, ampoules à décanter, systèmes modernes de filtration, centrifugation, mesures de pH, circulateurs thermostatés. Plus généralement, nous avons analysé que les opérations culinaires s'apparentaient souvent à des procédés effectués dans les laboratoires de chimie ou de physique, avec cette différence que, si les techniques de laboratoire n'ont cessé d'évoluer, les techniques culinaires, elles, étaient restées très ancestrales.

Ainsi, on ne manquera pas de s'étonner que les casseroles (certes, en acier inoxydable) ou les fouets subsistent pour des préparations qui n'ont d'ailleurs guère changé depuis des siècles, et sans que la question technologique de l'utilisation de ces matériels n'ait été posée. Par exemple, les fouets servent classiquement à foisonner ou à émulsionner, mais ils sont nés de l'empirisme plutôt que d'un raisonnement prenant d'abord en considération le type de système (mousse, émulsion) que l'on vise. En revanche, dans les laboratoires de chimie, les matériels ont été mis au point pour des opérations spécifiques. La liste des possibilités étant excessivement longue (pour voir l'étendue des possibilités, il suffit de feuilleter un catalogue de matériel pour laboratoire, et de proposer un usage culinaire de chaque matériel), nous nous limiterons à quelques exemples.

AMPOULES À DÉCANTER, FRITTÉS ET AUTRES SYSTÈMES ISSUS DES LABOS

Le premier exemple est celui de l'ampoule à décanter, qui s'impose pour le dégraissage des bouillons de viande ; une préparation essentielle en cuisine professionnelle, puisque les bouillons de viande sont universellement utilisés par la cuisine professionnelle comme liquide de mouillement. Il

est intéressant de se demander pourquoi les cuisiniers du monde entier continuent d'effectuer un tel dégraissage par mise des bouillons en cellule de refroidissement, afin d'éliminer ensuite la graisse solidifiée à la surface du liquide, alors que l'emploi d'une ampoule à décanter résout la question en quelques minutes. Pour éviter les bris de verres qui résulteraient des ampoules à décanter les plus courantes, on peut utiliser des systèmes métalliques, de plusieurs litres ou dizaines de litres, vissables sur des niveaux munis d'une fenêtre en quartz.

Pour la clarification des bouillons dégraissés (opération qui accompagne le dégraissage), nous avons proposé l'emploi de frittés de laboratoires reliés à des systèmes de vide, afin d'accélérer la filtration. Lors de la Foire européenne de Strasbourg, en 1994, nous avons montré que cette méthode moderne est bien plus rapide que la méthode classique, qui consiste à ajouter au bouillon refroidi des blancs d'œufs battus en neige, puis à cuire une seconde fois le bouillon, avant de le passer à travers un linge propre plié en quatre dans un chinois. En outre, l'emploi d'un fritté (ou de tout autre système de filtration moderne, approprié à l'application particulière qui est ici considérée) donne des bouillons plus limpides (estimation visuelle).

Un troisième exemple est l'utilisation de systèmes spécifiques pour la production de systèmes dispersés tels que mousses, émulsions, etc. Par exemple, des sondes à ultrasons sont utilisées dans la plupart des laboratoires de chimie physique pour la réalisation d'émulsions, des souffleuses réfrigérées ou des siphons permettent d'obtenir des mousses...

On ne saurait évoquer la totalité des systèmes utilisables pour moderniser la cuisine : cela va de l'emploi d'azote liquide pour la confection de glaces ou sorbets à la préparation d'extraits par des évaporateurs rotatifs, en passant par les systèmes de centrifugation, de lyophilisation...

LA CUISINE NOTE A NOTE, UNE CUISINE DURABLE ET UNE SOLUTION POUR LA CRISE ALIMENTAIRE ?

Dans tout ce qui précède, les propositions d'innovations sont restées cantonnées à l'emploi d'ingrédients alimentaires classiques. Même si l'emploi de gélifiants peu utilisés dans les pays occidentaux a été proposé pour la « cuisine moléculaire » (divers gélifiants ou épaississants de la liste des additifs), ces produits ne faisaient pas une véritable rupture avec la cuisine classique, d'autant que, pour beaucoup de ces agents gélifiants, des usages culinaires existent dans des pays asiatiques, par exemple.

En revanche, la cuisine note à note est une forme de cuisine qui rompt complètement avec les formes de cuisine précédentes, tout comme la musique électroacoustique a constitué une rupture avec les musiques instrumentales. L'analogie n'est pas fortuite : il s'agit de ne plus utiliser les ingrédients alimentaires classiques (tissus animaux et végétaux, majoritairement), mais de composer des mets à partir de composés purs.

La cuisine note à note fut proposée initialement en 1994 (publiée dans la revue *Scientific American*), alors que nous testions l'introduction de composés définis dans des aliments : du paraéthylphénol dans des vins ou dans des whiskys, du 1-octène-3-ol dans des plats, du limonène, de l'acide tartrique, etc. La proposition initiale était d'améliorer des aliments classiques..., mais s'est introduite tout naturellement, en prolongement de la pratique précédente, l'idée de composer des aliments uniquement à partir de composés purs.

CUISINER UNIQUEMENT À PARTIR DE COMPOSÉS PURS

Autrement dit, la cuisine note à note ne fait plus usage de mélanges traditionnels de composés alimentaires (viandes, poissons, fruits, légumes), mais seulement de composés, tout comme la musique électroacoustique ne fait pas usage de trompettes, violons, etc., mais seulement d'ondes sonores pures combinées. Utilisant des composés purs, le cuisinier doit donc concevoir :

- les formes des éléments constitutifs du mets ;
- leurs couleurs ;
- leurs saveurs ;
- leurs odeurs (ante et rétronasale) ;
- l'action trigéminale ;
- les consistances ;
- les températures ;
- les piquants ;
- les frais ;
- la constitution nutritionnelle, etc.

À ce jour, la faisabilité de cette cuisine nouvelle a été démontrée par de nombreuses réalisations : - premier plat servi dans un restaurant par Pierre Gagnaire à Hong Kong (avril 2009) en présence de la presse internationale ; - plat présenté par les cuisiniers alsaciens Hubert Maetz et Aline Kuentz lors des rencontres scientifiques (JSTS) franco-japonaises à Strasbourg (mai 2010) ; - repas note à note par les chefs de l'École du Cordon bleu Paris (octobre 2010) ; - repas note à note (servi le 26 janvier 2011), en lancement de l'Année internationale de la chimie, à l'UNESCO, Paris, par l'équipe de Potel & Chabot, dirigée par Jean-Pierre Biffi ; - cocktail note à note servi (avril 2011) à 500 nouveaux étoilés du *Michelin* et la presse à l'Espace Cardin, Paris, par cette même équipe de Potel & Chabot ; - repas note à note (servi en octobre 2011) par l'équipe de chefs de l'École du Cordon bleu Paris ; - repas partiellement note à note par des chefs de l'Association des Toques blanches internationales (Jean-Pierre Lepeltier, Julien Mercier, Vincent Vitasse, Marie Jouannou, Michael Foubert) lors du Téléthon 2011 ; - démonstrations par Jean-Pierre Lepeltier, Michael Foubert, Patrick Caals, lors des Cours de gastronomie moléculaire 2012, à AgroParisTech, Paris ; et ainsi de suite...

IL FAUDRA QUE LES CUISINIERS APPRENNENT LES « LETTRES » DU NOUVEL ALPHABET POUR PRODUIRE DES « PHRASES » QUI ONT DU SENS

La construction de cette cuisine pose de très nombreuses questions portant sur plusieurs aspects :

- aménagement rural : il est notamment proposé aux agriculteurs de valoriser (à la ferme ou dans des coopératives locales) leurs produits, au lieu de les livrer directement à bas prix ; cette valorisation passe par du fractionnement et éventuellement du craquage ;
- économique : non seulement le transport de fruits et légumes est un gaspillage énergétique (on transporte majoritairement de l'eau) et matériel (les denrées s'abîment), mais les techniques culinaires ont un rendement énergétique souvent déplorable (parfois 20 %) ;
- sensoriel : à ce jour, on connaît mal l'effet de mélanges de composés purs, et il faudra que les cuisiniers apprennent les « lettres » du nouvel alphabet pour produire des « phrases » qui ont du sens ;
- technique : sur beaucoup d'aspects, il y a à apprendre ; notamment en ce qui concerne les consistances, mais aussi les couleurs, les saveurs (ions, acides aminés, divers sucres), etc. ;
- artistique : recherche-t-on quelque chose d'innovant ou bien quelque chose de classique ? Tout est possible, et il est proposé, pour bien comprendre l'approche, de s'imaginer devant une assiette vide et de se poser la question : que vais-je y mettre (et pourquoi) ?
- politique : quid des terroirs et de la spécificité française des climats ? Là, il faudra comprendre comment des cépages particuliers, cultivés dans des environnements spécifiques, ont des compositions différentes. En revanche, l'économiste de l'alimentation, Pierre Combris (INRA Ivry),

a bien montré que le modèle alimentaire classique est condamné à plus ou moins brève échéance ;

- nutritionnel : cette fois, il va bien falloir finir par apprendre comment se nourrir ! Des questions scientifiques nouvelles, et essentielles se posent ;
- toxicité : on ne mettra dans la cuisine note à note que des composés ou des fractions sûrs, ce qui pourrait être un progrès par rapport à la cuisine classique, où l'on « subit » des mélanges inconnus de composés. Lors des Cours 2012 de gastronomie moléculaire, le Pr Robert Anton, de l'Université de Strasbourg, a abordé cette question et montré que la cuisine note à note était à la cuisine ce que la pharmacie moderne, avec des drogues bien caractérisées, était à la pharmacie ancienne, très « hasardeuse ».

LES ATOUTS DE LA CUISINE NOTE À NOTE

La cuisine note à note possède toutefois de nombreux atouts, car :

- une crise de l'énergie s'annonce : il n'est pas certain que la cuisine traditionnelle soit durable ;
- en matière artistique, les Anciens sont toujours battus par les Modernes, lesquels veulent des objets de leur génération : les tendances culinaires se sont succédé, et il est probable que les styles continueront d'évoluer, la cuisine note à note étant la seule proposition nouvelle actuellement ;
- le fractionnement des produits de l'agriculture et de l'élevage existe déjà pour le lait et le pain ; pourquoi pas pour la carotte, la pomme, etc. ?
- les objections élevées contre la cuisine note à note l'ont été pour la musique moderne..., mais toutes les radios diffusent maintenant de la musique électronique : autrement dit, n'en serions-nous pas à l'équivalent de 1947, quand Varèse et quelques autres lançaient la musique électronique ?
- et surtout, les prévisions sont de 10 milliards d'humains sur la terre en 2050, avec une production actuelle pour 6 milliards seulement ; nombre d'académies et d'institutions ont bien identifié la lutte contre le gaspillage comme possibilité de résoudre cette crise alimentaire possible ; or, le fractionnement à la ferme serait un moyen radical d'éviter les gaspillages, en augmentant notamment la durée de vie des denrées.

Il serait trop long de développer davantage ce point, qui fait l'objet de discussions inter-laboratoires, notamment dans le cadre de projets européens. En revanche, les nouvelles possibilités de développement technique qu'offre la cuisine note à note sont essentielles.

Et si nous pensions la construction d'aliments à toutes les échelles ? Malgré les précisions, le futur est toujours incertain, et l'humanité trouvera peut-être d'autres moyens d'organiser son alimentation que la cuisine note à note, accompagnée du projet de développement que nous avons esquissé. En revanche, la possibilité de créer un art culinaire nouveau semble la garantie la plus sûre de son développement.

POUR ALLER PLUS LOIN :

- THIS (H.). – *Gastronomie moléculaire : travaux de recherche,* Techniques de l'Ingénieur, [F1015], (sept. 2015), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/biochimie-alimentaire-analyses-et-alimentation-humaine-42470210/gastronomie-moleculaire-f1015/

- THIS (H.). – *Gastronomie moléculaire : applications,* Techniques de l'Ingénieur, [F1016], (sept. 2015), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/biochimie-alimentaire-analyses-et-alimentation-humaine-42470210/gastronomie-moleculaire-f1016/

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

QUI SOMMES-NOUS ?

Fondées en 1946 et membres du groupe Weka depuis 1996, les Éditions T.I. sont un leader incontesté de l'information scientifique et technique. Intégrées depuis leur création au paysage mondial de la documentation francophone, elles se déclinent aujourd'hui en deux grandes activités :

- La publication de ressources documentaires de référence (Dossiers fondamentaux, Fiches et outils pratiques », Services associés, articles de Veille & Actualités, etc.)
- Un service de conseil en ingénierie technologique : « Conseil et Formation »

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR C'EST :

- La plus importante collection documentaire technique et scientifique en langue française,
- Un département dédié à la formation, externe et interne,
- Un acteur majeur du conseil pour l'industrie française et la recherche,
- Le partenaire de référence qui accompagne les industriels français dans leurs projets depuis 60 ans.

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR EN QUELQUES CHIFFRES :

- Une référence pour les ingénieurs depuis plus de 60 ans,
- Plus de 400 bases documentaires,
- Un réseau de 3 500 experts,
- Plus de 8 000 articles de base documentaire (ou scientifiques), dont 3 000 articles d'archives,
- Près de 2 000 articles d'actualité,
- Plus de 700 fiches de mise en application pratique,
- Un bouquet de 9 services,
- Plus de 300 000 utilisateurs,
- Plus d'un million de pages vues chaque mois sur www.techniques-ingenieur.fr.

LES THÉMATIQUES COUVERTES :

Sciences fondamentales | Génie industriel | Procédés Chimie Agro Bio | Mesures Analyse Matériaux | Mécanique | Énergies | Électronique Photonique | Technologies de l'information Construction | Innovation | Environnement

EDITIONS TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR (E.T.I.)
IMMEUBLE PLEYAD 1 – 39, BOULEVARD ORNANO 93200 SAINT-DENIS FRANCE
TÉLÉPHONE : 01 53 35 20 00
MAIL : ACTUS@TECHING.COM
WWW.TECHNIQUES-INGENIEUR.FR