

Lors de l'atelier « cuisine moléculaire » durant le congrès annuel de l'APEPA, Catherine Vivet, technicienne de laboratoire du Lycée de Reinach de La Motte Servolex a proposé d'étudier les réactions suivantes : la coagulation, les sphérifications, les gélifications et l'émulsion.

1- HISTORIQUE

Les scientifiques réputés tels que [Lavoisier](#), [Parmentier](#), [Appert](#), [Liebig](#), ... n'ont pas dédaigné explorer les transformations culinaires.

Dans la première moitié du XX^e siècle, le microbiologiste français [Édouard de Pomiane](#) fit une large publicité aux études scientifiques de la cuisine, mais il confondit science, technologie, technique, et art.

En 1984, l'Américain [Harold Mc Gee](#) publie "On Food and Cooking", suivi en 1990 par "The Curious Cook". Les livres de McGee deviennent rapidement la référence pour les cuisiniers anglo-saxons, qui oublient que Pomiane était une vedette qui avait publié des best-sellers.

L'appellation de la discipline résulte de la rencontre de [Nicholas Kurti](#) et de [Hervé This](#) qui ont compris qu'un champ scientifique pouvait utilement être identifié, dans l'étude scientifique des phénomènes culinaires. Au départ, Hervé This explore d'un point de vue scientifique les réactions chimiques qui se produisent lors de la mise en œuvre d'une recette de cuisine :

- vérification des dictons culinaires
- étude des méthodes empiriques de la cuisine.

Nicholas Kurti se préoccupant des réactions physiques. L'un et l'autre ayant procédé à des recherches sur les processus physico-chimiques mis en œuvre par les méthodes empiriques de [l'art culinaire](#), ils collaborèrent à partir de [1985](#). Leur collaboration fructueuse ne devait prendre fin qu'avec la disparition de Kurti en 1998, à l'âge de 90 ans.

La terminologie « gastronomie moléculaire et physique » étant encombrante, Hervé This décida d'utiliser désormais le terme de « gastronomie moléculaire ».

Le programme initial de la discipline, est publié dans la thèse de Hervé This soutenue en 1996 sous le titre « La gastronomie moléculaire et physique », à [l'Université Paris VI](#), puis renforcé par un nouveau programme scientifique en 2005 :

- ↳ Explorer la composante technique de la cuisine (modélisation des « définitions » et tests des « précisions », c'est-à-dire dictons, tours de mains, adages, trucs, astuces...)
- ↳ Explorer la composante artistique de la cuisine
- ↳ Explorer la composante relationnelle de la cuisine.

Certains grands chefs s'inspirent des travaux de la gastronomie moléculaire, parmi eux, [Pierre Gagnaire](#), [Thierry Marx](#) ou [Marc Veyrat](#).

2- LES OBJECTIFS

La gastronomie moléculaire est une branche particulière de la science des aliments.

D'après Hervé This, il est légitime que le contribuable soutienne une telle activité car son développement est important. La gastronomie moléculaire a un intérêt industriel vis-à-vis de la commercialisation des plats préparés et de l'agroalimentaire.

L'exemple est l'œuf qui est fréquemment utilisé dans l'industrie alimentaire. Chacun sait que l'œuf peut être à l'origine d'intoxications alimentaires à la [Salmonella](#). L'[OMS](#) indique qu'en Europe, la consommation d'œufs infectés, crus ou mal cuits est responsable de 40% des cas de [salmonellose](#). Dans ce cas, les études de la gastronomie moléculaire sont appliquées en mettant en jeu la chimie des aliments, la [biochimie](#), la physique et la [microbiologie](#) alimentaire pour assurer la salubrité des produits de l'industrie agroalimentaire.

D'autre part, certaines protéines alimentaires ont des propriétés [allergisantes](#) ; il est donc indispensable de pouvoir substituer certains aliments dans des recettes.

Par exemple l'œuf est un aliment intéressant au niveau physico-chimique : il présente un pouvoir émulsifiant, [moussant](#) et [coagulant](#). Dans la préparation d'un flan, l'œuf est un coagulant qui peut être substitué par de l'[agar-agar](#) substance mucilagineuse extraite de certaines algues rouges car il présente des propriétés comparables.

La gastronomie moléculaire permet de chercher des substituts adéquats à partir de l'étude des propriétés physico-chimiques des aliments. La dimension moléculaire permet de mieux modéliser les réactions chimiques spécifiques de la cuisine, car elles jouent à plein dans des notions telles que l'[émulsion](#), la [floculation](#), la cuisson à cœur, la [convection](#), les [effets tensioactifs](#)

Exemples :

- cuisson d'un œuf à la température exacte de dénaturation d'une protéine pour ne cuire que le blanc.
- fabrication instantanée de sorbet en plongeant des jus de fruits dans l'azote liquide.
- recherche de textures et de formes nouvelles à l'aide d'ingrédients nouveaux (algues, etc)

Une fois le principe chimique écrit et les bases aromatiques identifiées, la recette peut être reproduite à l'identique sans aucune étude ni savoir-faire particulier. En théorie, l'industrie devrait pouvoir extraire les textures et les arômes élémentaires pour rivaliser avec les grands chefs et proposer des compositions parfaites de produits de synthèse dans des cocktails « meilleurs » que les produits frais d'origine...

Cuisine moléculaire : livre de recette et kit.

Sur la chaîne de télévision [France 5](#), Hervé This a régulièrement animé une chronique appelée « [Côté labo- Côté cuisine](#) » face à un chef de cuisine en tenue, et avec qui il dialoguait. L'un des moments forts de cette série fut celui consacré à la [sorbetière](#), où Hervé This montra qu'on peut se passer de cet instrument, destiné à empêcher la formation de gros [cristaux](#) de [glace](#), en refroidissant très vite la préparation, et cela en y versant de l'[azote](#) liquide. La glace préparée en direct par ce moyen fut dégustée par le chef et trouvée excellente.

Le chocolat-chantilly fut une autre de ses créations emblématiques, par croisement d'une recette analysée et maîtrisée avec de nouveaux produits. Après cette émission, la [réaction de Maillard](#) et la

chimie des grains d'[amidon](#) n'avaient plus de secrets pour le public. Les perles d'alginate permettent de réaliser des billes à partir d'un liquide grâce à des sels. Certains ingrédients dit « innovants » sont associés à la cuisine moléculaire, citons par exemple les gélifiants comme l'[agar-agar](#) et les [carraghénanes](#), les épaississants comme la [gomme de guar](#), de [tara](#), de [caroube](#), ainsi que la [gomme xanthane](#), les émulsifiants comme la [lécithine](#) ou des sucres comme le [xylitol](#) ou le sucre pétillant. Ces ingrédients sont déjà largement utilisés dans l'industrie agro-alimentaire mais font leur entrée dans la cuisine à domicile et chez les restaurateurs.

3- LA COAGULATION

Le blanc et le jaune ne contiennent pas les mêmes protéines d'où des températures de coagulation différentes (environ 55°C à 60°C pour le blanc et 65°C à 67°C pour le jaune).

Les protéines sont constituées de longues chaînes d'une soixantaine d'acides aminés liées entre elles par des liaisons hydrogènes.

Au cours du chauffage, les liaisons Hydrogène se rompent, c'est la dénaturation.

Les protéines se déroulent et de nouvelles parties deviennent accessibles soit pour d'autres protéines, soit pour des molécules d'eau. Les protéines se lient par les ponts disulfure, c'est la coagulation.

Si la cuisson se poursuit, le gel permet son pouvoir de rétention d'eau. Le jaune se cercle de vert, les protéines libèrent leur soufre qui va s'associer à l'hydrogène, d'où cette forte d'odeur.

4- LA SPHERIFICATION

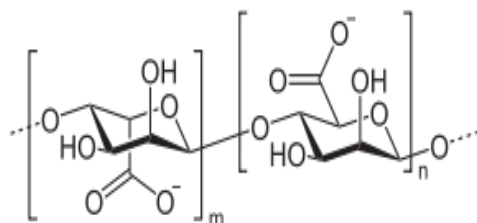
Il s'agit d'une des techniques emblématique de la cuisine moléculaire.

Application : billes de jus de fruit ou de sirop de menthe. Cette technique consiste à mettre sous forme de billes des préparations liquides. Ces billes conservant un cœur liquide instable dans le temps, donc doivent être consommées immédiatement.

Cette technique utilise la propriété qu'a l'alginate de sodium de gélifier en présence d'ions calcium.

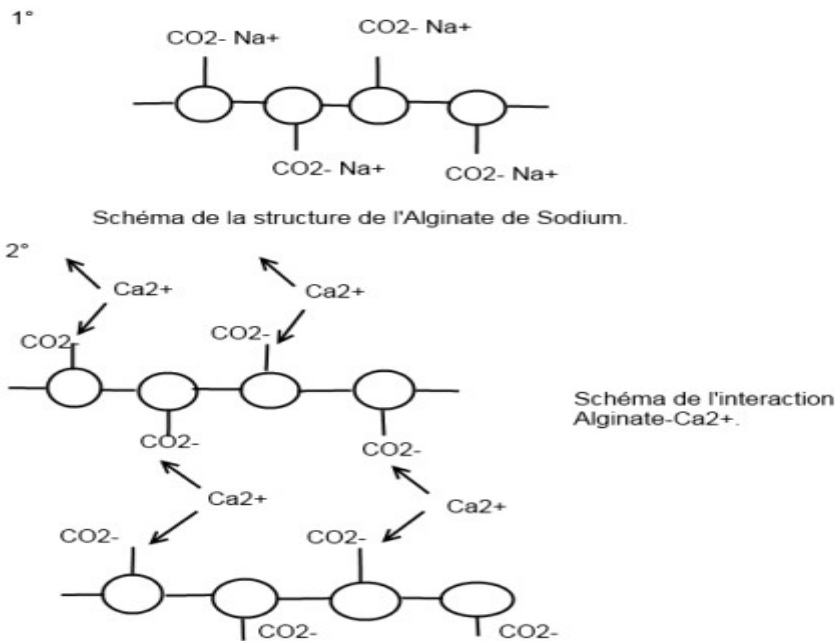
L'alginate de sodium est extrait de l'algue brune des eaux d'Amérique du nord et d'Europe du nord (code E 401).

C'est un polysaccharide formé d'un maillon de base composé d'acide mannuronique (M) et d'acide guluronique (G) répété n fois.



Les ions calciums contenant deux charges positives réagissent avec le groupement carboxyl et lient deux chaînes d'alginate ensemble. C'est la réaction de réticulation. La structure adoptée est appelée « boîtes à œufs ». Elle est irréversible et la réaction continue jusqu'à complète gélification. Cette gélification est thermostable.

Réaction de gélification de l'alginate en présence de calcium :



Technique :

Dissoudre 2 g d'alginate de sodium dans 250 mL de solution choisie (jus de fruit, vinaigre...)

Dissoudre seulement 1 g d'alginate de sodium dans 250 mL de sirop

L'alginate se dissolvant très mal, il est nécessaire de mixer la préparation et d'attendre 15 min.

Préparer pendant ce temps un bain d'une solution de sel de calcium 3 g dans 300 mL (lactate de sodium)

Avec un compte goutte, ou une cuillère, faire tomber dans la solution de calcium la préparation à base d'alginate.

Les billes se forment immédiatement, il faut les retirer du bain de calcium et les mettre dans un bain d'eau à faible teneur en calcium.

5- LA SPHERIFICATION INVERSEE

Il s'agit de la même réaction que celle citée ci-dessus. Mais dans ce cas, c'est la préparation à base de calcium qui est plongée dans un bain d'alginate.

Une pellicule gélifiée se forme instantanément, elle ne s'épaissit pas vers l'extérieur; les billes restent stables dans le temps.

Technique :

Préparer un mélange à base de yaourt ou de crème, former des boules avec une cuillère.

Plonger ces boules dans un bain d'alginate composé 1,5 g d'alginate pour 300 mL d'eau douce.

6- LA GELIFICATION

La gélification dépend en premier lieu de la capacité des macromolécules à s'associer entre elles ou avec d'autres molécules du milieu en liant une quantité importante d'eau.

Colloïdes : matières sous forme de micro particules dispersées dans un liquide ou un gel. Exemple les polysaccharides extraits des algues. On parle d'hydrocolloïdes quand les polymères sont solubles dans l'eau.

Dès la mise en solution de l'hydrocolloïde, chaque grain gonfle, l'eau pénètre dans le grain, les macromolécules s'hydratent, s'éloignent les unes des autres : elles s'individualisent; les polymères forment ce que l'on appelle des pelotes statistiques : la chaîne du polymère se déplie progressivement grâce à la fixation de molécules d'eau. Ce dépliement permet de découvrir des zones hydrophiles et hydrophobes des chaînes polymères. La découverte de ces zones va alors induire l'association des chaînes entre elles. Des zones de jonctions entre les macromolécules sont alors créées. Ces jonctions forment un réseau tridimensionnel qui « fige » l'eau : un gel élastique est formé.

La solidité des zones de jonction dues aux forces de liaison entre les macromolécules détermine les caractéristiques de ce gel. Les portions irrégulières interrompent les zones de jonction et permettent ainsi la formation d'une structure tridimensionnelle qui fige le milieu.

7- AUTRES GELIFICATIONS

Le gel élastique : cette fois nous allons utiliser le carraghénane, un dérivé d'algues rouges. C'est un poly saccharide qui se dissout à chaud dans l'eau à environ 80 °C . Cette molécule forme des gels stables jusqu'à 65°C. Les chaînes polymériques s'associent entre elles en formant une double hélice piégeant ainsi l'eau au cœur de cet enchevêtrement

Technique : mélanger le liquide (200 mL) que l'on veut gélifier et le carraghénane (4 g) à chaud en mélangeant bien, mais sans faire pénétrer trop d'air.

Manip : un grand classique !!! création de spaghetti de coulis de fruits , de yaourt, de chocolat...

Le gel cassant : l'agar-agar est utilisé pour cette catégorie de gel, qui est aussi un dérivé extrait d'algues rouges. C'est aussi un polysaccharide qui se dissout à chaud, environ 100°C. Stabilité thermique jusqu'à 80°C.

Technique : dissoudre le liquide choisi (250 mL) avec 5 g d'agar-agar. Mélanger en évitant d'incorporer trop d'air. Porter à ébullition 3 minutes. La gelée se forme.

Manip : confection d'un pain de sel ou de purée de fruit , en vue de faire des découpes choisies.

8- L'EMULSION ET LES MOUSSES GELIFIEES

➤ L'EMULSION (la mayonnaise)

C'est une dispersion de 2 liquides non miscibles.

Dans le cas de la mayonnaise, il s'agit d'une dispersion de fines gouttelettes d'huile dans l'eau. La réaction est stabilisée par le jaune d'œuf qui joue ici le rôle de tensio-actif.

Manip : confection d'une mayonnaise et observation de l'évolution du mélange au microscope.

➤ LA MOUSSE (la guimauve)

Une mousse est une dispersion de gaz dans un liquide ou dans un solide.

Si on incorpore de l'air dans un liquide contenant de la gélatine, les bulles d'air incorporées sont stabilisées. Le gel formé bloque les bulles d'air à l'intérieur du réseau, on obtient une mousse gélifiée.

Les molécules de la gélatine qui interviennent dans cette réaction sont les molécules de collagènes précisément un assemblage d'acides aminés qui donne une structure particulière .

Elles agissent comme un tensio-actif.

La gélatine permet un gel qui fond à température de la bouche.

En conclusion : ce fut très agréable et convivial de participer à cet atelier.

Au delà d'imaginer les divers T.P. pour nos petites têtes pensantes, nous nous projetons très facilement sur les réalisations à faire chez nous pour épater les copains et la famille !

Il est fort probable que cet atelier soit reconduit lors des congrès suivants.

Préparez vos papilles à de nouvelles sensations ... gourmandes !!!!